

**AVALIAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO EM
EDIFÍCIOS DE INTERPRETAÇÃO AMBIENTAL EM
ÁREAS PROTEGIDAS NO CONTEXTO
TRANSFRONTEIRIÇO (PORTUGAL - ESPANHA)**

Rafael de Quevedo Giraldi Costa

Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do Grau de Mestre em Tecnologia Ambiental no âmbito da dupla diplomação com a Universidade FUMEC

Orientado por
Prof. Dr. Artur Gonçalves
Prof Dr. Antônio Castro Ribeiro
Prof.^a Dra. Eliane Silva Ferreira Almeida

AGRADECIMENTOS

Um trabalho de mestrado é uma longa jornada. Com ela muitos altos e baixos aparecem, desafios se apresentam todos os dias e a incerteza da sua trajetória insiste em aparecer. Porém, por este caminho, muitas vezes solitário, encontram-se pessoas que te fazem continuar, não te deixam desistir e fazem você acreditar que é capaz. São estas pessoas que me fizeram dar estes passos durante todo o tempo deste estudo e que não poderia deixar de agradecer:

À Deus por me iluminar e estar sempre comigo nos momentos que precisei;

Ao meu anjo da guarda, por suas asas sempre me protegendo e me guiando por caminhos de luz;

Ao meu orientador Professor Doutor Artur Gonçalves, pelos conhecimentos passados, pela paciência e disposição em ajudar;

À minha co-orientadora Professora Doutora Eliane Almeida, pelos conselhos dados, pelo incentivo e por ser uma inspiração para mim;

Aos meus pais, Thelma Rodrigues de Quevedo e Wellington Giraldo Costa por me permitirem viver este sonho de morar e estudar fora do meu país de origem, pelo apoio e amor sempre incondicional;

Ao Instituto Politécnico de Bragança e a todos os professores com os quais tive a oportunidade de ter aula, por me receberem e pela experiência e mestria que me foram dados;

Aos meus amigos, Leonardo Alves, Gregório Gomes, Eduardo Motta, Isabela Silvia, Marcus Saviotti e Luiz Otávio por dividirem essa experiência comigo, pela companhia e pela família de coração que criamos, sem vocês não teria sido tão especial;

Aos meus irmãos e irmãs, primos e primas, tios e tias, minhas avós e a toda a minha família, que me incentivaram a todo o momento em seguir este caminho e me deram apoio emocional sempre que precisei;

À minha Tia Dora pela disposição em ajudar em meus estudos e por todo amor que transborda do seu coração de mãe, e ao meu Tio José de Alencar, que aonde quer que esteja, está me aplaudindo, me amando e me apoiando em cada passo que dou, meu amor por vocês é eterno;

A Universidade FUMEC, por me dar a oportunidade de me especializar fora do país;

Ao amigo de projeto Leonardo Campestrini, por todo apoio durante o meu mestrado, pelas dicas, pela companhia nas idas para a Espanha e pela disposição em me ajudar;

Aos amigos de todos os cantos do mundo que criei em Bragança, pela união e pelo companheirismo que vão ficar para sempre marcados comigo.

Gratidão!

RESUMO

O conforto térmico humano desempenha um papel importante na qualidade de vida das populações, sendo uma componente da qualidade ambiental. O seu estudo pode contribuir para uma melhor gestão e adequação de edifícios e suas envolventes, melhorando a habitabilidade desses espaços. A avaliação do conforto térmico insere-se no âmbito da Bioclimatologia, tratando do elo entre os elementos climáticos e a fisiologia humana. Neste domínio, as variáveis de conforto térmico, condicionadas pelo contexto climático, são alteradas pelos edifícios e finalmente estão ainda sujeitas à percepção subjetiva dos utilizadores. Assumindo esta complexidade, esta tese, desenvolvida no âmbito do projeto transfronteiriço BIOURB NATUR, inclui uma série de estudos exploratórios de análise de conforto térmico e de percepção de conforto térmico em Casas de Interpretação Ambiental, no espaço transfronteiriço entre o Norte de Portugal e a província espanhola de Castela e Leão, durante o período de inverno. Neste âmbito, pretendeu-se avaliar as condições de conforto térmico exterior e interior das casas analisadas, para além de avaliar a percepção de conforto dos utilizadores dos edifícios, com o fim último de fornecer indicações valiosas para a gestão da energia e adaptação bioclimática dos mesmos. A metodologia aplicada inclui a monitorização de diversos locais com recurso a estações de conforto térmico (interior) e a uma estação meteorológica (exterior), complementada pela realização, em alguns locais, de inquéritos de conforto térmico (interior). Os resultados obtidos para o interior dos edifícios foram analisados em contraste com sistemas de referência, como sejam a norma ASHRAE (1992), a ISO 7730 (2005) e a escala térmica de Fanger (1972), já os dados para os espaços exteriores foram interpretados pela Carta Bioclimática de Olgay (1963). Para o estudo da percepção dos utilizadores foram desenvolvidos e aplicados inquéritos tendo como referência a norma ISO 10551. Os resultados obtidos traduzem a presença de condições pouco propícias à obtenção de conforto térmico nos espaços exteriores. No contexto interior, verificou-se que as condições de conforto térmico foram diversas, traduzindo a diversidade de contextos nas diferentes casas de interpretação ambiental estudadas. Os resultados demonstram ainda que os edifícios que já se encontram em funcionamento e que apresentam soluções térmicas ativas e passivas apresentam melhores condições para a obtenção de conforto térmico, o que levou os utilizadores a demonstrarem uma melhor percepção de conforto. No caso dos edifícios que se encontram encerrados, a obtenção de condições de conforto térmico no período de inverno estará dependente da aplicação de medidas de incremento da temperatura, de modo ativo e passivo, sendo apresentadas algumas estratégias de adaptação. Os resultados da avaliação subjetiva de conforto térmico demonstram ainda a inexistência de condições que satisfaçam igualmente todos os utilizadores dos espaços interiores, refletindo a dificuldade de se atingir níveis adequados e universais de conforto térmico no interior dos edifícios.

Palavras chave: Conforto térmico; ambiente interno; ambiente externo; edifícios; diagramas.

ABSTRACT

The human thermal comfort plays an important role in the quality of life of the population, being a component of the environmental quality. Its study can contribute to a better management and adequacy of buildings and their surroundings, improving the habitability of those spaces. The evaluation of thermal comfort is part of Bioclimatology, dealing with the link between climatic elements and human physiology. In this domain, the thermal comfort variables, influenced by the climatic context, are altered by buildings and finally are still a matter of subjective perception from the users. Assuming this complexity, this thesis, developed within the scope of the international project BIOURB NATUR, includes a series of exploratory studies of thermal comfort analysis and thermal comfort perception in Environmental Interpretation Centres, near the border between the North of Portugal and the Spanish province "Castilla y León", during the winter period. In this context, this study focus on evaluating the conditions of indoor and outdoor thermal comfort of the selected houses, besides evaluating its users perception on thermal comfort, with the ultimate goal of providing valuable indications for the energy management and bioclimatic adaptation the buildings. The methodology applied includes the monitoring of several locations using thermal comfort stations (indoor) and a Weather Station (outdoor), and, in some places, combined with thermal comfort surveys (indoor). The data from the monitoring of the interior of the buildings were analyzed in contrast to reference systems, such as ASHRAE (1992), ISO 7730 (2005) and Fanger thermal scale (1972), and the data for outdoor spaces were interpreted by Olgyay's Bioclimatic Chart (1963). For the study of user perception, surveys were developed and applied with reference to ISO 10551. The results show the presence of conditions inadequate for thermal comfort in outdoor spaces. In the indoor context, results show a wide array of thermal comfort conditions, because of the diversity of conditions from the houses studied. Results also show that buildings in operation with active and passive thermal solutions, provided better conditions for thermal comfort, consistently with the perception of the users. In the case of buildings that are closed, thermal comfort conditions in the winter period can only be meet with the implementation of active and passive heating strategies. Results from the subjective evaluation of thermal comfort also demonstrate the inexistence of thermal conditions that satisfy all the users of the interior spaces, reflecting the difficulty of reaching adequate and universal levels of thermal comfort inside the buildings.

Keywords: Thermal comfort, indoor environment, outdoor environment, buildings, diagrams.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABELAS	10
ÍNDICE DE QUADROS.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	12
2 O CONFORTO TÉRMICO INTERIOR E EXTERIOR.....	15
2.1 Conforto térmico	15
2.2 Fatores de influência.....	16
2.2.1 Ambientais	16
2.2.2 Humanos	17
2.2.3 Variação sazonal.....	20
2.3 Carta Bioclimática de Olgyay	21
2.4 Carta Bioclimática de Givoni	23
2.5 Monitorização e avaliação de Conforto Térmico	26
2.6 Atuação sobre conforto térmico	28
2.7 Contexto climático	33
2.7.1 Bragança	36
2.7.2 Zamora.....	38
3 METODOLOGIA.....	40
3.1 Materiais	40
3.2 Monitorização de Ambiente Térmico Interior e Exterior	42
3.3 Ensaio preliminar	44
3.4 Casos de Estudo para a caracterização	45
3.4.1 Posto Aquícola de Castrelos.....	45
3.4.2 Parque Natural ‘Arribes del Duero’ Aula del Asno	47
3.4.3 Casa del Parque de Villafáfila	48
3.4.4 Casa del Parque de Sanabria.....	50

3.4.5 Parque Natural 'Arribes del Duero' Convento de San Francisco	52
3.5 Inquéritos aos utilizadores	54
3.6 Métodos de processamento dos dados	55
4 RESULTADOS	56
4.1 Estudo preliminar	56
4.2 Posto Aquícola de Castrelos	57
4.3 Parque Natural 'Arribes del Duero' Aula del Asno	62
4.4 Casa del Parque de Villafáfila	69
4.5 Casa del Parque de Sanabria	75
4.6 Parque Natural 'Arribes del Duero' Convento de San Francisco	81
4.7 Síntese de propostas para estratégias nos locais de análise	87
4.8 Estudos de percepção de conforto	88
4.8.1 Temperatura do ar	88
4.8.2 Humidade	89
4.8.3 Velocidade do ar	90
4.8.4 Temperatura média radiante	91
4.8.5 Vestuário (Clo)	92
4.8.6 Comparação de resultados entre os diferentes locais dos inquéritos	93
5 CONCLUSÃO	97
REFERÊNCIAS	100
ANEXO 1	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho ilustrativo do balanço térmico. Fonte: INNOVA (2002)	18
Figura 2 – Atividades metabólicas e suas taxas expressas em Met. Fonte: INNOVA (2002)	19
Figura 3 – Campos inter-relacionados do Equilíbrio Bioclimático. Fonte: Olgyay (1963) apud Fernandes (2009)	22
Figura 4 – Carta Bioclimática de Olgyay adaptada por PONTES e LIMA (2017) de Olgyay (1963)	23
Figura 5 – Carta Bioclimática de Givoni para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Fonte: Givoni (1992) apud Gonzalez (1986)	25
Figura 6 – PPD em função dos valores de PMV. Fonte: ISO 7730 (2005)	27
Figura 7 – Ganho solar passivo. Fonte: Lamberts et al. (2014)	30
Figura 8 – Utilização final de energia conforme o tipo de uso. Fonte: Adaptado de INE & DGGE (2011)	31
Figura 9 - Alojamentos que utilizam equipamentos para aquecimento do ambiente por tipo de equipamento – Portugal. Fonte: Ine & DGGE (2011)	31
Figura 10 - Alojamentos que utilizam equipamentos para arrefecimento do ambiente por tipo de equipamento – Portugal. Fonte: INE & DGGE (2011)	32
Figura 11 – Proteção solar de árvores com folhas caducas. Fonte: Lamberts et al. (2014) .	33
Figura 12 – Locais de estudo. Fonte: ARCGIS (2019)	34
Figura 13 - Classificação climática de Köppen-Geiger na Península Ibérica e Ilhas Baleares. Fonte: Hernández (2013)	35
Figura 14 – Média da máxima (TA), Média da mínima (TI), Maior máxima (TMA) e Menor mínima (TMI) para a cidade de Bragança no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)	36
Figura 15 – Média da quantidade de precipitação total (P) e Maior valor da quantidade de precipitação diária (PM) na cidade de Bragança, no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)	37
Figura 16 – Média da máxima (TA), Média da mínima (TI), Maior máxima (TMA) e Menor mínima (TMI) para a cidade de Zamora no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)	38
Figura 17 – Média da quantidade de precipitação total (P) e Maior valor da quantidade de precipitação diária (PM) na cidade de Zamora, no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)	39
Figura 18 – Instrumento HD 32.1 e sensores. Fonte: Delta Ohm (2009)	40
Figura 19 – Instrumento HD 32.3 e sensores. Fonte: Delta Ohm (2009)	40
Figura 20 – Estação Meteorológica utilizada e pluviômetro. Fonte: O autor (2019)	41
Figura 21 – Enxerto da Planta da Biblioteca da ESA com a localidade dos pontos de análise. Fonte: Adaptado pelo autor de Serviços Técnicos IPB (2019)	44
Figura 22 – Equipamento HD 32.1 no Posto Aquícola de Castrelos. Fonte: O autor (2018).	46
Figura 23 – Estação Meteorológica no Posto Aquícola de Castrelos. Fonte: O autor (2018)	46
Figura 24 – Planta do Parque Natural de Villalcampo e posicionamentos dos equipamentos. Fonte: O autor (2019)	46
Figura 25 – Estação Meteorológica no exterior no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)	47
Figura 26 – Local 1 de posicionamento do equipamento no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)	47
Figura 27 – Local 2 de posicionamento do equipamento no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)	47
Figura 28 – Local 3 de posicionamento do equipamento no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)	47
Figura 29 – Planta do Parque Natural de Villalcampo e posicionamentos dos equipamentos. Fonte: O autor (2019)	48

Figura 30 – Estação Metereológica no exterior na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)	49
Figura 31 – Local de posicionamento do equipamento A na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)	49
Figura 32 – Local de posicionamento do equipamento B na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)	49
Figura 33 – Questionário aplicado no estudo na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)	49
Figura 34 – Planta da Casa del Parque de Villafáfila e posicionamentos dos equipamentos. Piso inferior à esquerda e o piso superior à direita. Fonte: O autor (2019).....	50
Figura 35 – Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)	51
Figura 36 – Local de posicionamento do equipamento A na Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)	51
Figura 37 – Local de posicionamento do equipamento B na Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)	51
Figura 38 – Sala onde foi posicionado o equipamento B na Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)	51
Figura 39 – Planta inferior da Casa del Parque de Sanabria e o posicionamentos dos equipamentos. Fonte: O autor (2019)	52
Figura 40 – Estação Metereológica no exterior na Casa del Parque de Formoselle. Fonte: O autor (2019)	53
Figura 41 – Local de posicionamento do equipamento A na Casa del Parque de Formoselle. Fonte: O autor (2019)	53
Figura 42 – Local de posicionamento do equipamento B na Casa del Parque de Formoselle.. Fonte: O autor (2019)	53
Figura 43 – Aplicação do questionário aos visitantes na Casa del Parque de Formoselle.. Fonte: O autor (2019)	53
Figura 44 – Planta inferior da Casa del Parque de Formoselle e o posicionamentos dos equipamentos. Fonte: O autor (2019)	54
Figura 45 – Resultado para L29 (ligeiramente quente). Fonte: CBE Thermal Comfort Tool (2018)	56
Figura 46 – Resultado para L30.1 (neutro). Fonte: CBE Thermal Comfort Tool (2018).....	56
Figura 47 – Gráfico do PPD em função do PMV para a amostra L29	57
Figura 48 – Gráfico do PPD em função do PMV para a amostra L30.1	57
Figura 49 - Comparação de temperaturas entre interior e o exterior para Posto Aquícola de Castrelos	58
Figura 50 - Comparação da humidade entre interior e o exterior para o Posto Aquícola de Castrelos	60
Figura 51 – Diagrama de Ogyay para Posto Aquícola de Castrelos. Adaptado pelo autor de Fariña (1990).....	61
Figura 52 – Carta Bioclimática de Givoni para Posto Aquícola de Castrelos. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986).....	62
Figura 53 - Comparação de temperaturas entre os locais 1, 2 e 3 e Estação Meteorológica para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo	63
Figura 54 - Comparação de humidades entre os locais 1, 2 e 3 e Estação Meteorológica para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo	64
Figura 55 – Diagrama de Ogyay para Arribes del Duero Villalcampo. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)	65
Figura 56 – Carta Bioclimática de Givoni no Local 1 para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo. Fonte: Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986).....	67
Figura 57 – Carta Bioclimática de Givoni no Local 2 para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo . Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986).....	68
Figura 58 – Carta Bioclimática de Givoni no Local 3 para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986).....	69

Figura 59 - Comparação de temperaturas entre o interior e o exterior para Casa del Parque de Villafáfila	70
Figura 60 - Comparação de humidades entre interior e o exterior na Casa del Parque de Villafáfila	71
Figura 61 – Diagrama de Ogyay para Casa del Parque - Villafáfila. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)	73
Figura 62 – Carta Bioclimática de Givoni para Casa del Parque – Villafáfila. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986).....	75
Figura 63 - Comparação de temperaturas entre o interior e o exterior para Casa del Parque de Sanabria	76
Figura 64 - Comparação de humidades entre o interior e o exterior para Casa del Parque de Sanabria	77
Figura 65 – Diagrama de Ogyay para Casa del Parque - Sanabria. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)	79
Figura 66 – Carta Bioclimática de Givoni para Casa del Parque – Sanabria. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986).....	80
Figura 67 - Comparação de temperaturas entre o interior e o exterior para a Casa del Parque de Formoselle	82
Figura 68 - Comparação de humidades entre o interior e o exterior para a Casa del Parque de Formoselle	83
Figura 69 – Diagrama de Ogyay para Casa del Parque - Formoselle. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)	85
Figura 70 – Carta Bioclimática de Givoni para Casa del Parque – Formoselle. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986).....	86
Figura 71 – Boxplot de relação entre a temperatura do ar e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)	89
Figura 72 – Boxplot de relação entre a humidade relativa do ar e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)	90
Figura 73 – Boxplot de relação entre a velocidade do ar e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)	91
Figura 74 – Boxplot de relação entre a temperatura média radiante e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)	92
Figura 75 - Boxplot de relação entre o vestuário (clo) e a sensação térmica. Fonte: O autor (2019)	93
Figura 76 – Boxplot de relação entre a temperatura do ar e os locais de estudo. Fonte: O autor (2019)	94
Figura 77 – Boxplot de relação entre a temperatura radiante e os locais de estudo. Fonte: O autor (2019)	94
Figura 78 – Boxplot de relação entre a velocidade do ar e os locais de estudo. Fonte: O autor (2019)	94
Figura 79 – Histograma de relação entre os locais de estudo e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)	95

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa metabólica para diferentes atividades	18
Tabela 2 – Índice de resistência térmica para vestimentas	20
Tabela 3 – Tipos climáticos baseados no índice de humidade.....	37
Tabela 4 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no interior e exterior no Posto Aquícola de Castrelos	58
Tabela 5 – Resultado das medições médias do aparelho Hd 32.1	59
Tabela 6 – Resultado das medições médias da Estação Meteorológica para o Posto Aquícola de Castrelos.....	59
Tabela 7 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados no interior e exterior no Posto Aquícola de Castrelos.....	60
Tabela 8 – Temperaturas mínimas e máximas e suas respectivas humidades por dia no Local 1 para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo	64
Tabela 9 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no local 1 e exterior na Casa del Parque de Villalcampo	66
Tabela 10 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no local 2 e exterior na Casa del Parque de Villalcampo	66
Tabela 11 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no local 3 e exterior na Casa del Parque de Villalcampo	66
Tabela 12 – Temperaturas mínimas e máximas e suas respectivas humidades por dia no Local 2 para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo	68
Tabela 13 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Villafáfila	71
Tabela 14 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Villafáfila	72
Tabela 15 – Valores de temperaturas mínimas e máximas por dia para ambiente externo na Casa del Parque de Villafáfila	72
Tabela 16 – Valores de temperatura e humidade por datas e horas registradas pelos dois equipamentos para Casa del Parque de Villafáfila	74
Tabela 17 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Sanabria	77
Tabela 18 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Sanabria	78
Tabela 19 – Valores de temperaturas mínimas e máximas por dia para ambiente externo para Casa del Parque de Sanabria	78
Tabela 20 – Valores de temperatura e humidade por datas e horas registradas pelos equipamentos A e B na Casa del Parque – Sanabria	80
Tabela 21 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Fornoselle	82
Tabela 22 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Fornoselle	83
Tabela 23 – Valores de temperaturas mínimas e máximas por dia para ambiente externo na Casa del Parque de Fornoselle.....	84
Tabela 24 – Valores de temperatura e humidade por datas e horas registradas nos locais A e B. para a Casa del Parque de Fornoselle	86
Tabela 25 – Teste estatístico de Kruskal-Wallis, para a ordenação da perceção de conforto térmico.....	95

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Escala térmica de Fanger	27
Quadro 2 – Informações gerais sobre as medições	42
Quadro 3 – Contextualização dos métodos aplicados.....	43
Quadro 4 – Locais de análise	45
Quadro 5 – Resumo de estratégias para aquecimento no ambiente interno	87

1 INTRODUÇÃO

Em uma sociedade capitalista moderna, o poder económico aumentou, contribuindo para que o padrão de qualidade de vida fosse modificado e ampliado. Como exemplo de mudança temos os edifícios projetados que, ao apresentarem níveis adequados de conforto térmico, tornaram-se mais requisitados pela população, tendo em vista o aumento do tempo decorrido no dia a dia dentro das edificações, seja no local de trabalho ou em casa (Da Silva e Amorim, [?]).

Todavia, esta tendência deve ser controlada para que não haja um excesso de produção energética, principalmente em relação à climatização desnecessária, como: utilizar sistemas de arrefecimento/ aquecimento com janelas abertas e/ou utilização destes sistemas para atingir temperaturas muito elevadas no inverno e muito reduzidas no verão (Gaspar, 2017).

Assim, este assunto torna-se de grande ênfase no cenário mundial, pois fazer com que os edifícios se tornem energeticamente mais eficientes e ambientalmente mais viáveis, utilizando menos recursos naturais, ainda é um grande desafio.

A principal fonte de consumo de energia no sector residencial em Portugal é a eletricidade, representando 42,6%, seguida da lenha, com 24,2% do consumo de energia do sector, segundo dados de 2011 do INE e Direcção-Geral de Energia e Geologia (DGGE). Este consumo está diretamente relacionado com a inserção de equipamentos e sistemas que visam o conforto térmico das populações residentes nas edificações.

Assim, é necessário proceder ao levantamento de alguns parâmetros para determinar a percepção térmica humana e, conseqüentemente, a percepção de conforto térmico. Os parâmetros para os ambientes interiores envolvem a temperatura do ar, a velocidade do ar, a humidade relativa, entre outros. Para os parâmetros de ambientes exteriores são analisados a temperatura, a humidade relativa do ar, a radiação solar incidente, a precipitação e a velocidade e a direcção do vento (Almeida, et al., 2009).

Na concepção de um edifício, o grau de conforto térmico que se pretende alcançar dependerá das estratégias adotadas para a climatização do seu interior, assim, nota-se a relação desde fator com o consumo energético, pois se o edifício estiver pouco adaptado ao clima demandará um maior consumo energético para

atingir as condições de conforto térmico pretendidas (Gonçalves e Graça, 2004).

Assim, a escolha deste tema vem da necessidade e interesse de avaliar os diferentes graus de conforto térmico sentidos por ocupantes de edificações, a fim de buscar a melhor satisfação térmica destes, um melhor rendimento em suas atividades e evitar gastos, muitas vezes desnecessários, com aquecimento e refrigeração interna.

Esta dissertação insere-se no contexto das atividades do Projeto POCTEP BIOURB Natur, no qual se pretende valorizar um conjunto de soluções bioclimáticas, no seu contributo para a melhoria do conforto térmico dos edifícios e, conseqüentemente, para a redução dos consumos de energia.

Este trabalho tem por objetivo analisar o conforto térmico, no contexto do outono e inverno, na área de estudo. O projecto incide sobre edifícios de interpretação ambiental, localizadas em locais próximos da fronteira entre Portugal e Espanha.

São objetivos específicos:

- Analisar as diferenças na relação entre os dados meteorológicos no interior e exterior dos edifícios;
- analisar as características de conforto térmico considerando índices e diagramas de referência;
- estudar a percepção de conforto dos utilizadores com recurso a inquéritos;
- definir estratégias de melhoria de conforto térmico, centradas nos edifícios e nos utilizadores.

O presente trabalho organiza-se de acordo com os seguintes elementos:

- Neste capítulo fez-se uma breve introdução sobre contexto do tema de análise, assim como, realizou-se uma justificativa sobre a relevância deste tema e, ainda, foram apresentados o que se pretende alcançar com este estudo;
- no segundo capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica sobre o conforto térmico, os fatores que o influenciam, o contexto climático das áreas de

análise, as cartas bioclimáticas que foram utilizadas e a monitorização e atuação sobre o conforto;

- no terceiro são apresentados os materiais e métodos para cada local de estudo e os métodos de processamento dos dados registrados *in locu*;
- no quarto são apresentados os resultados relativos ao conforto térmico em cada local e a discussão destes;
- no quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões do trabalho e foram apontados caminhos para a continuação dos trabalhos.

2 O CONFORTO TÉRMICO INTERIOR E EXTERIOR

2.1 Conforto térmico

De acordo com Ashrae (1992), o conforto térmico é definido como "Um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa". Tal característica humana é também definida tendo em vista a condição de homeotermia, isto é, a capacidade do ser humano se manter a temperatura constante, aproximadamente 37° C, através das trocas de calor existentes entre o corpo humano e o ambiente que o rodeia (Silva et al., 2015).

O conceito de neutralidade térmica muitas vezes é confundido com o conforto térmico, porém, são definições diferentes que se correlacionam. A neutralidade térmica acontece quando os valores de calor perdido pelo organismo e calor cedido pelo ambiente externo têm a mesma proporção, fazendo com que a temperatura do corpo seja constante. Já o conforto térmico se baseia em sensações pessoais que sofrem diversas variáveis (Lamberts et al., 2016). Sabendo disso, é possível dizer que é necessário estar em neutralidade térmica para se atingir o conforto térmico, porém, nem sempre a condição de neutralidade causará conforto em todas as pessoas.

Este paradoxo provém da noção de conforto térmico, subjetiva e complexa, pois o bem-estar associado depende de factores quantificáveis, psicológicos e fisiológicos, que variam de pessoa para pessoa, e de factores quantificáveis, como a humidade, a velocidade do ar, a temperatura e a radiação solar incidente (Sevegnani et al. 1994). Estudos desenvolvidos por Yang et al. (2014) concluíram que as expectativas, a cultura, a religião, a educação e a experiência de cada indivíduo são factores que alteram a percepção do ambiente térmico. Desta forma, percebe-se a dificuldade de chegar a um conceito de conforto térmico, onde haja satisfação simultânea e ampla para todas as pessoas.

Elementos construtivos dos edifícios, como as paredes, coberturas, pavimentos, portas e janelas, contribuem para manter uma temperatura adequada no interior. A forma como estes edifícios são construídos interfere no conforto térmico sentido pelos ocupantes. Deste modo, é possível dizer que os edifícios providenciam um contraste entre o exterior e o interior, pois podem representar o

oposto da condição térmica no ambiente externo (muito quente ou muito frio). Este contraste é notado através da climatização do ambiente confinado, mas, também, pela suscetibilidade dos ocupantes às variáveis de temperatura que já estão, muitas vezes, adaptados.

2.2 Fatores de influência

2.2.1 Ambientais

O grau de conforto térmico interno nas edificações está relacionado com condições ambientais externas, como o regime de chuvas, vegetação, permeabilidade do solo, humidade, topografia, velocidade do vento, dentre outras características pontuais que podem sofrer alterações pela presença humana, assim como as variáveis climáticas regionais (Frota, 2001).

Quando a temperatura do meio se eleva, o organismo tende a eliminar o calor por evaporação. Um quarto da energia térmica gerada pelo organismo é eliminado na forma de calor latente (10% por respiração e 15% por transpiração), assim, as condições ambientais, como a humidade, podem favorecer estas perdas. A eficiência para remover esse calor será maior quando a humidade relativa for menor, diante disso, vê-se, ainda mais, a importância de uma ventilação adequada (Lamberts et al., 2016).

A vegetação também tem influência sobre o conforto térmico. A sua presença em pequenos ou grandes grupos atua como “barreira” diminuindo a incidência direta da radiação solar nas construções (Furtado, 1994).

A vegetação propicia resfriamento passivo em uma edificação através do sombreamento e através da evapotranspiração na superfície da folha, resfriando a folha e o ar adjacente, devido a troca de calor latente. Desta forma, ocorre uma diminuição tanto das temperaturas internas quanto externas, amenizando o clima da cidade (Furtado, 1994).

No âmbito urbano, os materiais de revestimento do solo tomam cada vez mais espaço. Os calçamentos das ruas, por exemplo, dificultam a permeabilidade e prejudicam a drenagem do solo, gerando alterações na humidade e pluviosidade local, assim, há o aumento da temperatura nas áreas urbanas e alterações no

regime de chuvas da cidade (Duarte, 2000).

A topografia também afeta a temperatura do ar a nível local, isto devido à atuação dos ventos nas diferentes posições das curvas de nível. Um relevo acidentado, por exemplo, pode representar uma barreira para o vento, podendo modificar a temperatura do ar pela sua menor intensidade (Frota, 2001). Desta forma, o fluxo de ar adequado (ventilação natural) será alterado, pois ventos em velocidades mais elevadas seriam responsáveis pela dissipação do calor e, conseqüentemente, aumentariam a sensação de conforto térmico quando os valores de temperatura estivessem elevados (Moço, 2014).

Em regiões de clima frio, onde o Inverno é rigoroso, a radiação direta torna-se um fator de grande influência para promover aquecimento em ambientes internos. Por outro lado, em regiões de climas mais quentes, este aquecimento tende a ser evitado, apesar da radiação difusa ser desejada para promover iluminação a estes ambientes (Lamberts et al., 2016).

2.2.2 Humanos

As variáveis humanas possuem relação com a atividade física (metabolismo do indivíduo). Este processo, definido pelo conjunto de reações químicas que acontecem no organismo, será responsável pelo ganho de energia. De acordo com Frota (2001), do total de energia adquirida, 20% é transformada em potencialidade de trabalho e 80% é transformada em calor, dissipado para a manutenção da temperatura interna corporal, fazendo com que o organismo se mantenha em equilíbrio (Figura 1).

A sensação de desconforto térmico se dá quando o organismo não consegue dissipar o calor produzido pelo seu metabolismo, causando a sensação de calor ou frio. Assim, a atividade exercida pelo indivíduo possui uma relação estrita com o conforto térmico, já que estas podem alterar o sistema termorregulador, pois quanto maior for o trabalho do organismo para manter a temperatura interna, maior o desconforto (Lamberts et al., 2016).

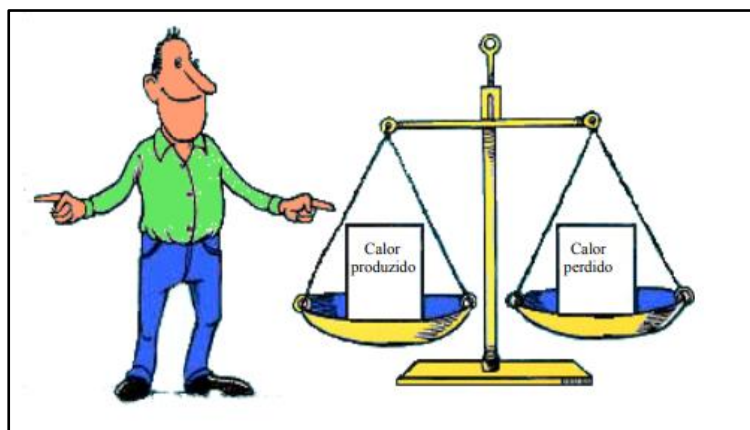


Figura 1 – Desenho ilustrativo do balanço térmico. Fonte: INNOVA (2002)

O metabolismo pode ser expresso nas unidades W/m^2 de pele ou em Met. O valor unitário de uma pessoa relaxada é $58,15 W/m^2$ de área de superfície corporal (ISO 7730, 2005). Então, conclui-se que um indivíduo que possui 0,8 Met de taxa metabólica, ou seja, $46,52 W/m^2$, encontra-se deitado (Figura 2), como pode ser observado na Tabela 1, que apresenta a relação da atividade e o calor dissipado pelo organismo.

Tabela 1 – Taxa metabólica para diferentes atividades

Atividade	Metabolismo (W/m^2)
Deitado, Reclinado	46
Sentado, relaxado	58
Atividade sedentária (escritório, escola, etc)	70
Atividade de leve em pé (fazer compras, atividades laboratoriais, etc)	93
Atividade média em pé (trabalhos domésticos, balconista, etc)	116
Caminhando em local plano a 2 km/h	110
Caminhando em local plano a 3 km/h	140
Caminhando em local plano a 4 km/h	165
Caminhando em local plano a 5 km/h	200

Fonte: ISO 7730 (2005)

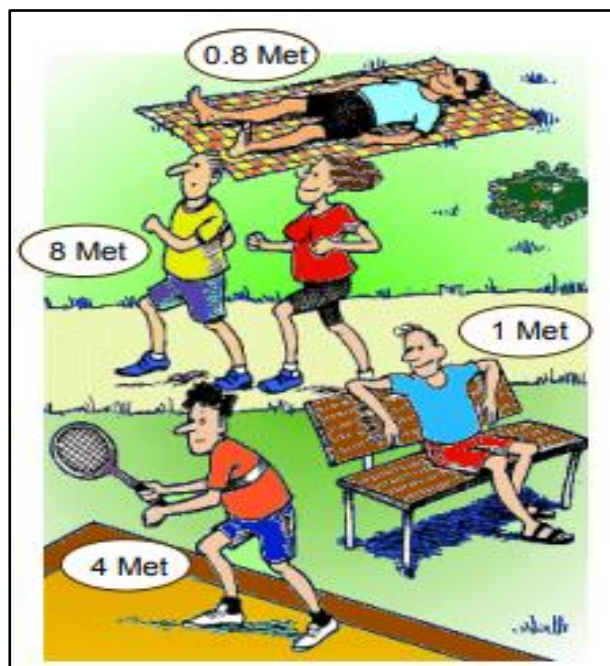


Figura 2 – Atividades metabólicas e suas taxas expressas em Met. Fonte: INNOVA (2002)

A vestimenta é outra variável humana, pois funciona como um isolante térmico que dificulta as trocas de calor por convecção e radiação, agindo, então, como uma resistência entre o corpo e o meio que o circunda (Ruas, 2001).

Em regiões de climas secos (desertos) é comum pensar que a ausência de roupas propicia maior conforto térmico para a população destas regiões. Porém, em climas como este, o uso da vestimenta reduz o efeito refrigerador do suor, evitando a desidratação, assim como, reduz o ganho de calor advindo da radiação solar e a sensibilidade do corpo às variações de temperatura e de velocidade do ar (Lamberts et al., 2016).

A resistência térmica dependerá do tipo de tecido, da fibra e do ajuste ao corpo, sendo medida através das trocas secas relativas de quem as usa (Tabela 2). Neste particular, a unidade usada é o *clo*, proveniente da palavra em inglês *clothes*. Assim: $1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$, equivalente a um terno completo.

Tabela 2 – Índice de resistência térmica para vestimentas

Vestimenta	Índice de resistência térmica - I_{cl} (clo)
Meias	0,02
Meia calça grossa	0,1
Meia calça fina	0,03
Calcinha e sutiã	0,03
Cueca	0,03
Camisa Interior	0,09
Camisa interior de mangas compridas	0,12
Camisa manga curta	0,15
Camisa manga comprida	0,25
Blusa	0,15
Saia fina	0,15
Saia grossa	0,25
Vestido leve manga curta	0,2
Vestido grosso manga comprida	0,4
Suéter	0,28
Casaco	0,35
Calções	0,06
Calça fina	0,2
Calça média	0,25
Botas	0,1
Sapatos	0,04

Fonte: ISO 7730 (2005)

Através dos valores de resistência térmica I_{cl} descritos na Tabela 2 é possível calcular o índice de resistência térmica para a vestimenta de uma pessoa, que será, segundo a ISO 7730 (2005), o somatório dos I_{cl} de cada peça de vestuário.

2.2.3 Variação sazonal

A sensação de conforto térmico também sofre variação de acordo com a sazonalidade, onde o fluxo energético pode variar de uma situação de ganhos térmicos – verão, no caso deste estudo em regiões de clima quente e seco – e perdas térmicas – inverno, neste caso regiões de clima temperado ou frio.

A temperatura do ar exterior influenciará o conforto térmico dos edifícios

através das trocas de calor. No inverno é importante a presença da radiação solar para o aumento natural da temperatura interior dos edifícios, porém, no verão, esta mesma fonte de calor é, geralmente, prejudicial ao conforto térmico, pois já ocorre um aumento natural da temperatura nesta época do ano, fazendo com que esta radiação se torne excessiva e cause desconforto aos ocupantes dos edifícios (Sevegnani, 1994).

Para que haja qualidade em termos de conforto térmico é necessário cautela na definição do projeto dos edifícios, pois é essencial o conhecimento da geometria solar, ou seja, o percurso que o sol faz ao longo do dia, isto para as diferentes estações do ano (receber radiação solar adequada durante todo o dia no inverno e sombreamento no verão) e definir a correta orientação das fachadas envidraçadas do edifício (Gonçalves e Graça, 2004).

Aliado a isto, a ventilação torna-se fundamental para as condições de conforto. No verão pode-se utilizar a ventilação natural para o arrefecimento dos edifícios, porém, no inverno, os ventos tornam-se prejudiciais, sendo necessário limitar as infiltrações deste no local. Entretanto, a renovação do ar interior é indispensável para a manutenção da salubridade interior dos edifícios (Gonçalves e Graça, 2004).

2.3 Carta Bioclimática de Olgay

A primeira Carta Bioclimática surge na década de 1960, desenvolvida por Olgay (1963), a fim de equacionar de forma gráfica as condições de satisfação térmica, levando em consideração as variáveis climáticas do ambiente externo.

Para a obtenção de um edifício climaticamente equilibrado, Olgay (1963) estabeleceu quatro parâmetros inter-relacionados que precisavam ser estudados, como é demonstrado na Figura 3.

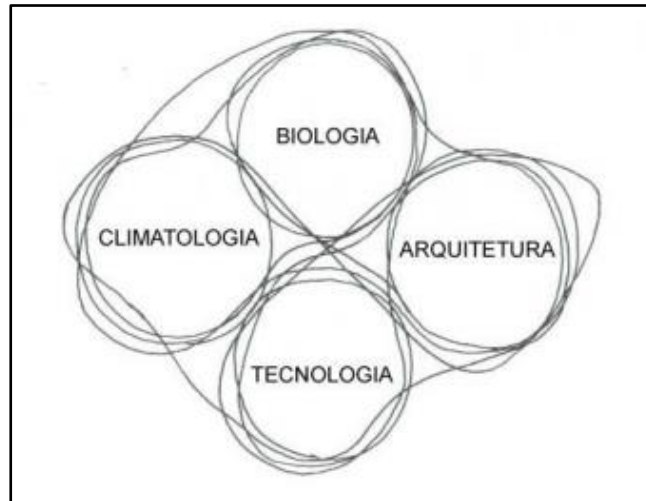


Figura 3 – Campos inter-relacionados do Equilíbrio Bioclimático. Fonte: Olgay (1963) apud Fernandes (2009)

O diagrama (Figura 4) é composto por valores de temperatura do ar e humidade relativa e, no centro, a zona de neutralidade térmica. Esta zona não possui limites fixos, pois não há como defini-los, sabendo das variáveis, já citadas, neste trabalho que podem favorecer o conforto de cada indivíduo e que não são definidas em termos universais. Porém, Olgay (1963) desenvolveu a Carta Bioclimática supondo que o nível de vestimenta do indivíduo seja comum (1 clo) e exerça atividades leves ou pouco físicas.

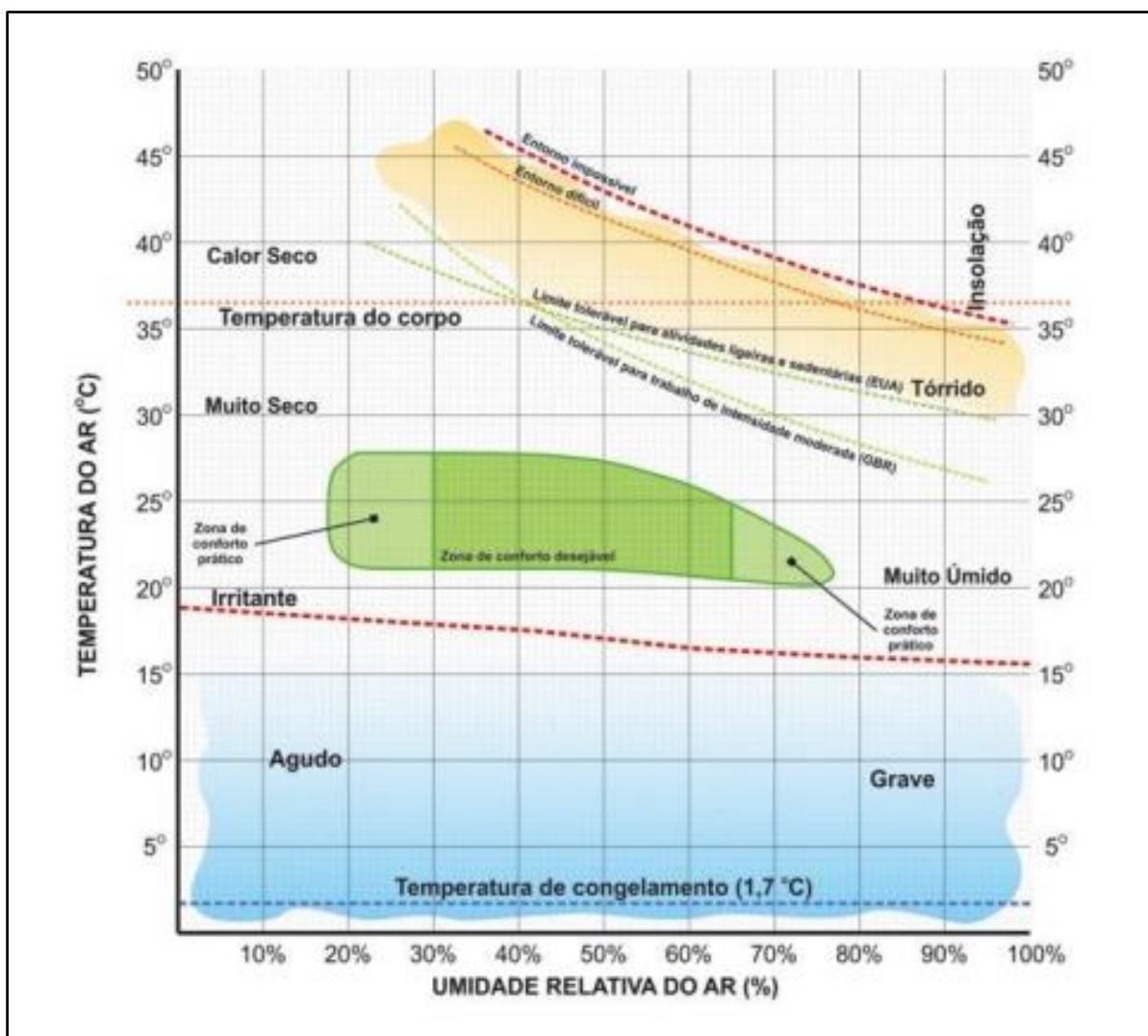


Figura 4 – Carta Bioclimática de Olgay adaptada por PONTES e LIMA (2017) de Olgay (1963)

A faixa de temperatura proposta para a obtenção do conforto térmico ideal para o autor encontra-se entre os limites de 27,8°C e 19,5°C, e o intervalo para a humidade relativa de 30% a 65%, para regiões de clima temperado (Olgay, 1963).

2.4 Carta Bioclimática de Givoni

A Carta Bioclimática de Givoni é mais adequada à interpretação do espaço interior. Este autor, em 1969, trabalhou para a definição do seu modelo, sabendo das diferenças existentes entre o interior e o exterior (Bogo, 1994).

A principal diferença entre os dois modelos é que a Carta de Givoni segue um padrão de uma carta psicométrica convencional, constituído de um eixo horizontal de

temperatura. Enquanto na de Olgyay, este mesmo eixo refere-se à humidade relativa, e o eixo vertical, às temperaturas.

A zona de conforto estabelecida por Givoni (1969) foi baseada no Índice de Estresse Térmico, ou, *Index of Thermal Stress* (ITS), desenvolvido por ele mesmo, levando em consideração o ar calmo, $V < 0,1$ m/s (Bogo, 1994), as trocas de calor que ocorrem entre o corpo humano e o ambiente, a taxa metabólica e a diversificação na vestimenta dos indivíduos (Monteiro e Alucci, 2005).

As temperaturas esperadas para o ambiente interno sem climatização artificial foram baseadas em pesquisas e cálculos levados a cabo nos Estados Unidos, Europa e Israel. Mais tarde, Givoni (1992) percebeu que estes estudos eram mais válidos para zonas temperadas (países desenvolvidos), assim, expandiu os limites de conforto térmico para países quentes e húmidos (não desenvolvidos), visto que pessoas residentes nestes locais aceitam limites de temperatura e humidade relativa maiores.

A Carta Bioclimática de Givoni pode ser utilizada para definir as estratégias de projeto mais adequadas para o ambiente de análise (Figura 5), tais como:

- Humidificação é uma medida tomada quando a humidade relativa tiver valores inferiores a 20% e a temperatura no ambiente interno abaixo de 27°C;
- desumidificação será utilizada como estratégia quando há valores muito elevados de humidade relativa;
- alta inércia térmica é utilizada em situações com temperaturas elevadas e humidades relativas baixas ou médias para diminuir a diferença térmica existente entre o interior e o exterior;
- ventilação pode ser adotada como estratégia de método natural para substituir o ar mais quente interior pelo mais frio exterior;
- ar condicionado é uma estratégia ativa para resfriamento do ambiente quando as temperaturas chegam a valores muito elevados (Fernandes, 2009).

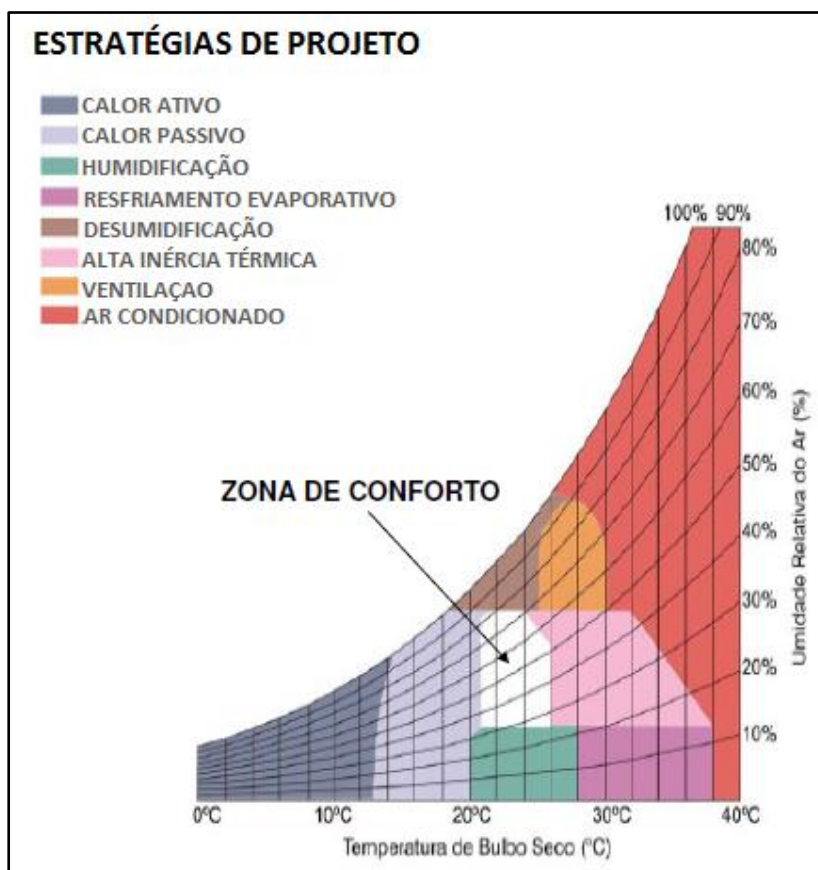


Figura 5 – Carta Bioclimática de Givoni para países desenvolvidos e em desenvolvimento. Fonte: Givoni (1992) apud Gonzalez (1986)

Os locais que serão analisados neste estudo enquadram-se numa análise de zona de conforto estabelecida para países desenvolvidos (Portugal e Espanha), onde as temperaturas para atingir esta zona variam de 18°C a 25°C no inverno e 20°C a 27°C no verão (Givoni, 1992 apud Bogo, 1994).

As estratégias de projeto para o inverno não foram definidas por Givoni em 1992, assim, nota-se a importância do estudo de Gonzalez (1986) conforme citado por Bogo (1994), onde estabeleceu o intervalo da Zona de Aquecimento Artificial (valor de temperatura do bulbo seco inferior a 10°C) e a Zona de Aquecimento Solar Passivo (entre 10,5° e 20°C, contornando a zona de conforto).

2.5 Monitorização e avaliação de Conforto Térmico

Em certa medida, a avaliação de conforto se confronta com a subjetividade, onde cada indivíduo possui sua própria preferência térmica. Além disso, há também a tolerância da pessoa para as mudanças do ambiente físico. Como exemplo, estudo realizado por Carvalho (2006) demonstrou que, no inverno, as pessoas manifestaram a necessidade de estarem sob o sol em ambientes externos, ou seja, para essas pessoas que escolheram estar nesta condição climática, a sensação térmica era quase nula. Neste mesmo contexto, porém, em ambientes internos, pessoas alegaram que o ambiente térmico era monótono, isto é, sentiram-se desconfortáveis com a temperatura estável – causada por sistemas de climatização – e com a ausência de ventilação interna suficiente. Entretanto, segundo Givoni (1976), quando as edificações não possuem estes sistemas, ou seja, aproveitam a ventilação natural, os moradores reagem de modo normal a uma maior variação de temperatura e velocidade do ar.

Tendo em vista todas estas variáveis, investigadores deram origem a diferentes índices de conforto térmico. Com base em estudos na Dinamarca, Fanger (1972) elaborou o método PMV (*Predicted Mean Vote* – voto previsto médio) e o PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied* - porcentagem previsível de insatisfeitos) através da análise estatística das informações de várias experiências em ambientes controlados climaticamente (Rohles et al., 1966). Este estudo se refere a um Modelo Estático, que envolveu mais de 1300 pessoas, expostas às diversas combinações das variáveis ambientais e pessoais a fim de estimar o nível de satisfação térmica do ambiente (Moço, 2014).

No modelo de Fanger (1972) é utilizado o voto escrito para responder questões com base no conforto térmico. Assim, o grau de percepção térmica em que se encontravam era definido por valores numa escala de -3 a +3 (Quadro 1), representando, respetivamente, o extremo da sensação de frio e de calor (Ruas e Labaki, 1998).

Quadro 1 – Escala térmica de Fanger

Esca	Sensação
+3	Muito quente
+2	Quente
+1	Levemente quente
0	Neutro
-1	Levemente frio
-2	Frio
-3	Muito frio

Fonte: ISO 7730 (2005)

Segundo a ISO 7730 (2005), um ambiente é considerado termicamente aceitável quando a zona de conforto térmico PPD não ultrapasse 10%, ou seja, $-0,5 < PMV < +0,5$. Com base na curva da Figura 6, entende-se que, mesmo que o PMV assuma valor zero, ainda existem cerca de 5% de pessoas insatisfeitas, isto devido às correntes de ar frio, a diferença de temperatura do ar no sentido vertical, o piso quente/frio e/ou a assimetria da radiação (Lamberts et al., 2016).

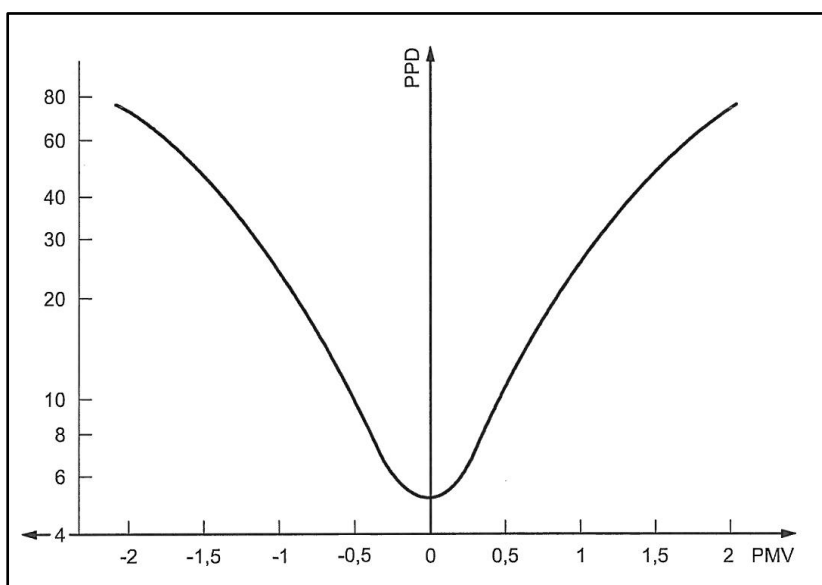


Figura 6 – PPD em função dos valores de PMV. Fonte: ISO 7730 (2005)

2.6 Atuação sobre conforto térmico

As características climáticas locais devem ser analisadas para que se consiga avaliar as estratégias bioclimáticas adotadas para aquecimento ou arrefecimento de espaços externos e locais confinados no interior de edifícios, assim como a função do edifício, seu modo de operação e ocupação.

Quando ocorrem perdas térmicas, no inverno, o fluxo energético dá-se do interior para o exterior, assim, a temperatura do ar interior do edifício será reduzida. No verão a tendência do fluxo é invertida, ou seja, a transferência de calor acontece do exterior para o interior devido às diferenças de pressão e temperatura entre os dois meios. Esta situação de ganhos térmicos contribui para aumentar a temperatura do interior do edifício (Gonçalves e Graça, 2004).

No exterior pretende-se, principalmente, para as regiões analisadas neste estudo, promover ganhos solares por radiação entre Novembro e Abril, e preferir superfícies de baixo albedo, pois estas irão absorver mais energia em seu interior nos espaços de lazer, retendo mais calor em suas superfícies. Nos meses mais quentes de Julho e Agosto essas superfícies deverão ser protegidas pela promoção de sombras para a redução de níveis de temperatura nos espaços livres, assim como, um vestuário de 0,5 clo, adequado para o conforto térmico pretendido no Verão, e implementar superfícies com água para aumentar a humidade relativa do ar (Hernández, 2013).

No clima mediterrâneo, estação quente, pretende-se maioritariamente, arrefecer os edifícios. Uma das formas de tornar este ambiente termicamente mais agradável para os seus ocupantes nessa época do ano passa pela utilização do próprio solo, pois constitui uma fonte de temperatura nesta estação habitualmente inferior à temperatura do ar exterior. O arrefecimento pode ser feito por contacto direto com o solo, através das envolventes do edifício ou por contacto indireto, por meio de condutas subterrâneas onde há a circulação do ar proveniente do interior do solo. Além disso, existem ainda soluções que envolvem a captação passiva de energia solar pela cobertura, e soluções de envolvimento verde para paredes ou coberturas (CIDAUT. 2015).

O ar exterior é outra fonte fria, pois, devido às amplitudes térmicas diárias, em determinadas horas do dia (noite e manhã), apresenta geralmente temperaturas

inferiores à temperatura interna do edifício. Segundo Santamouris et al. (2010), a ventilação noturna pode reduzir no dia seguinte cerca de 3°C do valor máximo de temperatura do ar no interior dos edifícios. Apesar de existirem outras estratégias de arrefecimento, como o arrefecimento evaporativo¹ e o radiativo², a mais utilizada é a de ventilação natural que atua removendo as cargas térmicas concentradas no interior do edifício ao longo do dia, por meio de janelas, portas, grelhas e chaminés (Almeida, 2015).

No verão, pelo contrário, pretende-se restringir os ganhos solares por meio de sombreamento e de ventilação natural, assim como, por intermédio de soluções construtivas de inércia elevada, para que haja a estabilidade da temperatura interior. No inverno interessa, em primeiro lugar, e como estratégia principal, isolar a envolvente. Complementarmente, é necessário minimizar as infiltrações de ar frio exterior por convecção e promover ganhos solares por radiação (Gonçalves e Graça, 2004).

Sabendo que os edifícios neste estudo foram analisados num contexto climático em que predominam as condições de frio exterior, as estratégias de conforto propostas assumem, primariamente, os ganhos térmicos por intermédio de calor ativo e passivo.

De acordo com Lamberts et al. (2014), para soluções que envolvem o calor passivo, pode-se utilizar o sol como estratégia indireta para o aquecimento, nas quais este aquece as componentes do edificado, que transformam o calor recebido de ondas de pequeno comprimento em ondas de grande comprimento, aquecendo o ar do ambiente interno. O aquecimento solar passivo por ganho direto também é viável, visando o ganho de radiação solar por meio de janelas e paredes transparentes, como os solários (Figura 7) e varandas com alpendres envidraçados.

¹ “O resfriamento evaporativo é uma estratégia utilizada para aumentar a humidade relativa do ar e diminuir a sua temperatura” (LAMBERTS et al., 2016).

² O arrefecimento radiativo consiste na emissão de radiação por parte dos elementos da envolvente exterior, geralmente a cobertura de um edifício. Esta não é uma técnica muito utilizada na construção de edifícios em Portugal (GONÇALVES e GRAÇA, 2004).

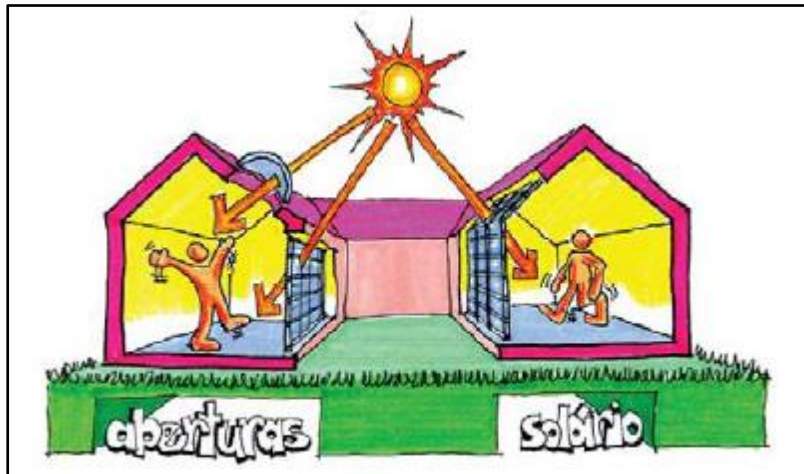


Figura 7 – Ganho solar passivo. Fonte: Lamberts et al. (2014)

O calor que é absorvido pelas paredes durante o dia através da inércia térmica contribui para o aquecimento do ambiente durante a noite (onde geralmente se registram temperaturas mais baixas), período onde estas transferem calor para dentro do edifício. A estratégia adotada para permitir este processo (em locais com registro de temperaturas entre 14 e 20°C) é a adoção de paredes de acumulação, opacas e espessas a fim de transformar a energia do sol em calor. Neste contexto, é necessária a presença de vidros para que haja a incidência de luz solar no interior, evitando, também, a saída da radiação (Pinto, 2015), através de sistemas de isolamento (ex: caixilharia com rotura e vidro duplo).

Os edifícios que apresentaram maiores necessidades de incremento de temperatura, ou seja, que registram temperaturas abaixo de 10°C, necessitam de estratégias de aumento térmico através de calor ativo, ou seja, aquecimento artificial, como a calefação. Além disso, deve-se considerar adotar vidros duplos bem orientados (a sul) e dimensionados nos vãos envidraçados, incluindo isolamento eficaz nas paredes e coberturas (constituídos de materiais de baixa condutividade térmica) para evitar a infiltração do ar externo (Gonçalves e Graça, 2004).

Tratando-se de soluções envolvendo o calor ativo, deve-se manter a preocupação com a utilização final de energia que, em Portugal, por exemplo, possui uma parcela dispendida para aquecimento e arrefecimento do ambiente interior (Figura 8), representando cerca de 22% do consumo final de energia das moradias (INE & DGGE, 2011).

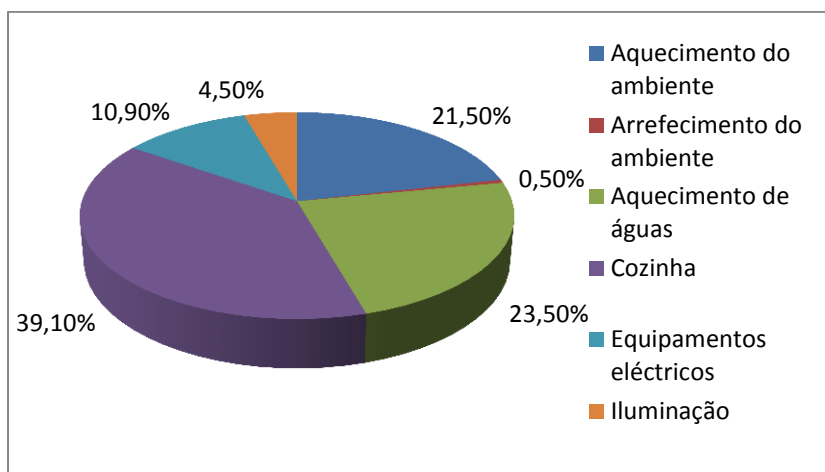


Figura 8 – Utilização final de energia conforme o tipo de uso. Fonte: Adaptado de INE & DGGE (2011)

De acordo com os resultados de 2010 do Inquérito ao Consumo de Energia no Sector Doméstico – ICESD (INE & DGGE, 2011) 78,3% dos alojamentos analisados utilizavam equipamentos para aquecimento, no período de outubro de 2009 a março de 2010. Os aquecedores eléctricos e as lareiras representaram as principais fontes de aquecimento (Figura 9).

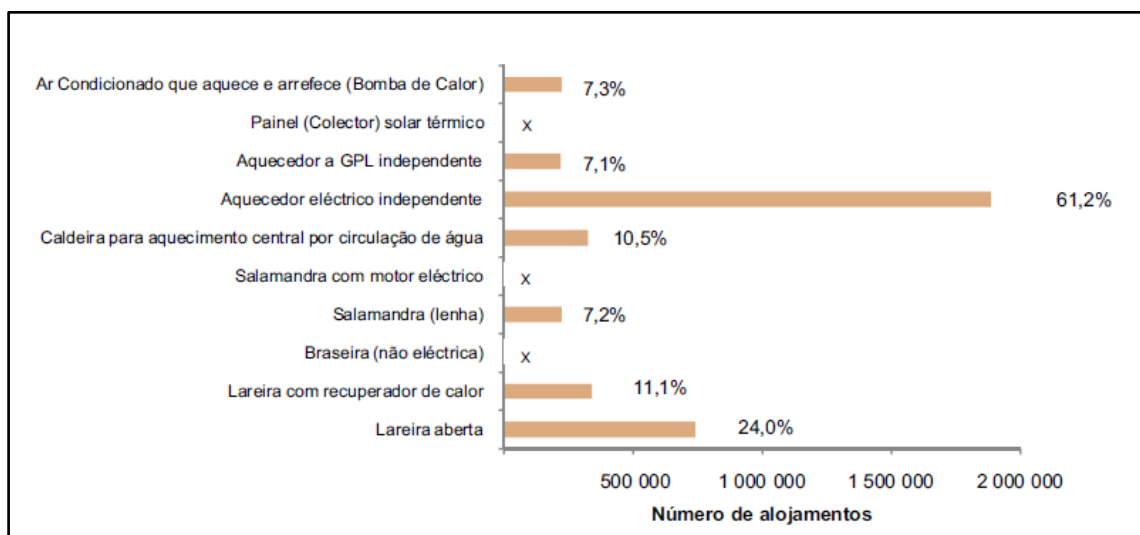


Figura 9 - Alojamentos que utilizam equipamentos para aquecimento do ambiente por tipo de equipamento – Portugal. Fonte: Ine & DGGE (2011)

Com dados deste mesmo Inquérito (ICESD, 2010) e período de referência, 22,6% dos alojamentos utilizavam equipamentos de arrefecimento, sendo o ventilador o mais utilizado (Figura 10).

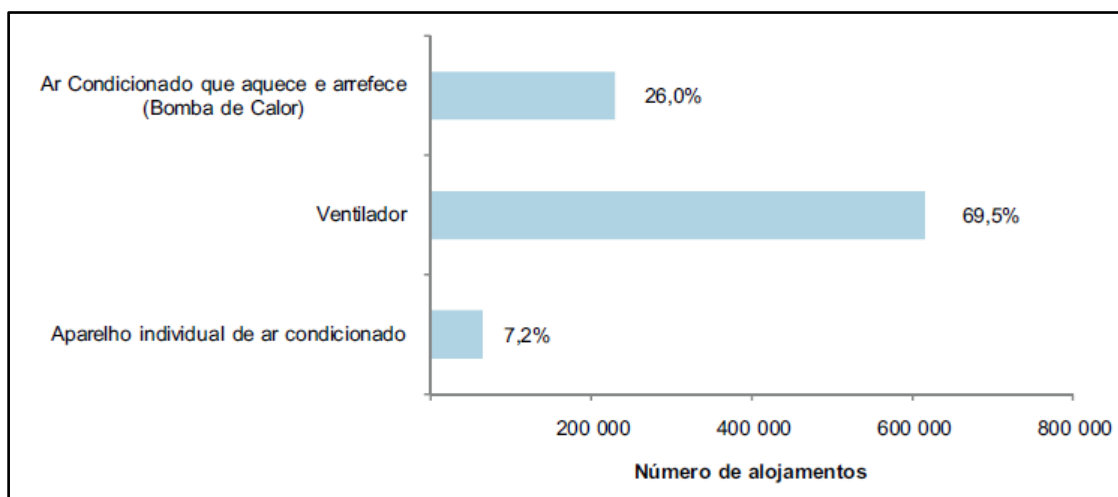


Figura 10 - Alojamentos que utilizam equipamentos para arrefecimento do ambiente por tipo de equipamento – Portugal. Fonte: INE & DGGE (2011)

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE, 2006) foi o primeiro instrumento legal em Portugal que determinou aos novos edifícios um padrão que visa a satisfação das condições de conforto térmico e a redução no uso excessivo da energia no Inverno e no Verão. Assim, cada caso deve ser analisado individualmente para avaliar a melhor estratégia de aquecimento/arrefecimento que demande de uma menor quantidade de energia.

Os locais analisados no estudo também possuem dias de calor acentuado durante o ano. Sabendo-se disso, o sombreamento torna-se uma estratégia muito importante para diminuir a incidência de raios solares no edifício. As árvores com folha caduca constituem uma solução para esta problemática, visto que no verão estas possuem a folhagem necessária para sombrear a envolvente e não impedem a presença de luz natural (Figura 11). No inverno, estas folhas tendem a cair e permitem a obtenção de luz solar desejada nesta época do ano (Lamberts et al., 2014).

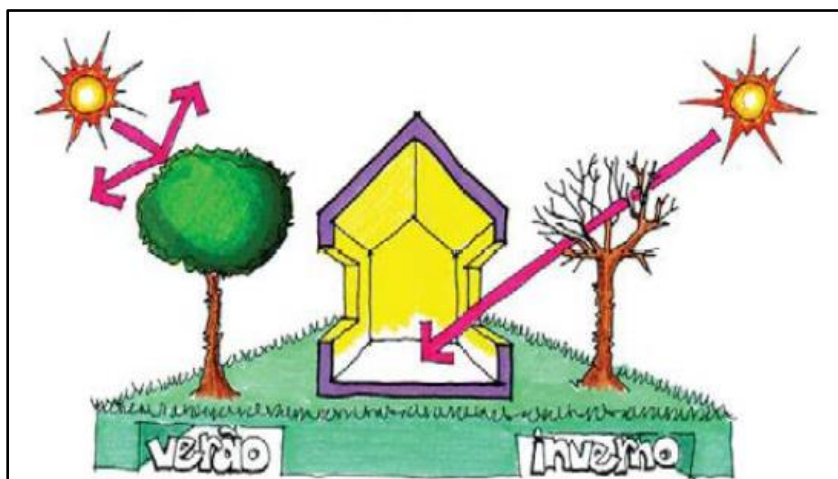


Figura 11 – Proteção solar de árvores com folhas caducas. Fonte: Lamberts et al. (2014)

Além disso, deve-se levar em consideração a importância das janelas, pois no inverno pode-se mantê-las fechadas, principalmente, a noite, e no verão abertas nos horários de maiores temperaturas, a fim de permitir a ventilação no local para diminuir efeitos de calor acentuado (Goulding, 1992).

2.7 Contexto climático

Portugal possui cerca de 3.590.273 edifícios, segundo dados de 2016 do Instituto Nacional de Estatística (INE). A massa edificada presente nas cidades, aliado aos poluentes que são lançados na atmosfera diariamente, são grandes responsáveis pela alteração das características originais do clima e dão origem ao denominado Clima Urbano, nas escalas macroclimática, mesoclimática e microclimática (Silva e Ribeiro, 2006).

A escala macroclimática define-se através de dados do clima em geral, de áreas amplas (larga escala). Na mesoclimática ocorre o estudo do clima urbano e local (áreas pequenas) e na escala microclimática dá-se o estudo do clima de áreas menores, levando em consideração os efeitos das ações humanas sobre a envolvente próxima. Estas alterações na escala microclimática criam condições favoráveis, ou não, ao conforto térmico, afetando os habitantes de um determinado espaço (Mascaró, 1996).

Para a realização deste trabalho edifícios localizados nas imediações da fronteira entre Portugal e Espanha foram selecionados a fim de elaborar análises

microclimáticas de conforto térmico em diferentes estações do ano (Figura 12).

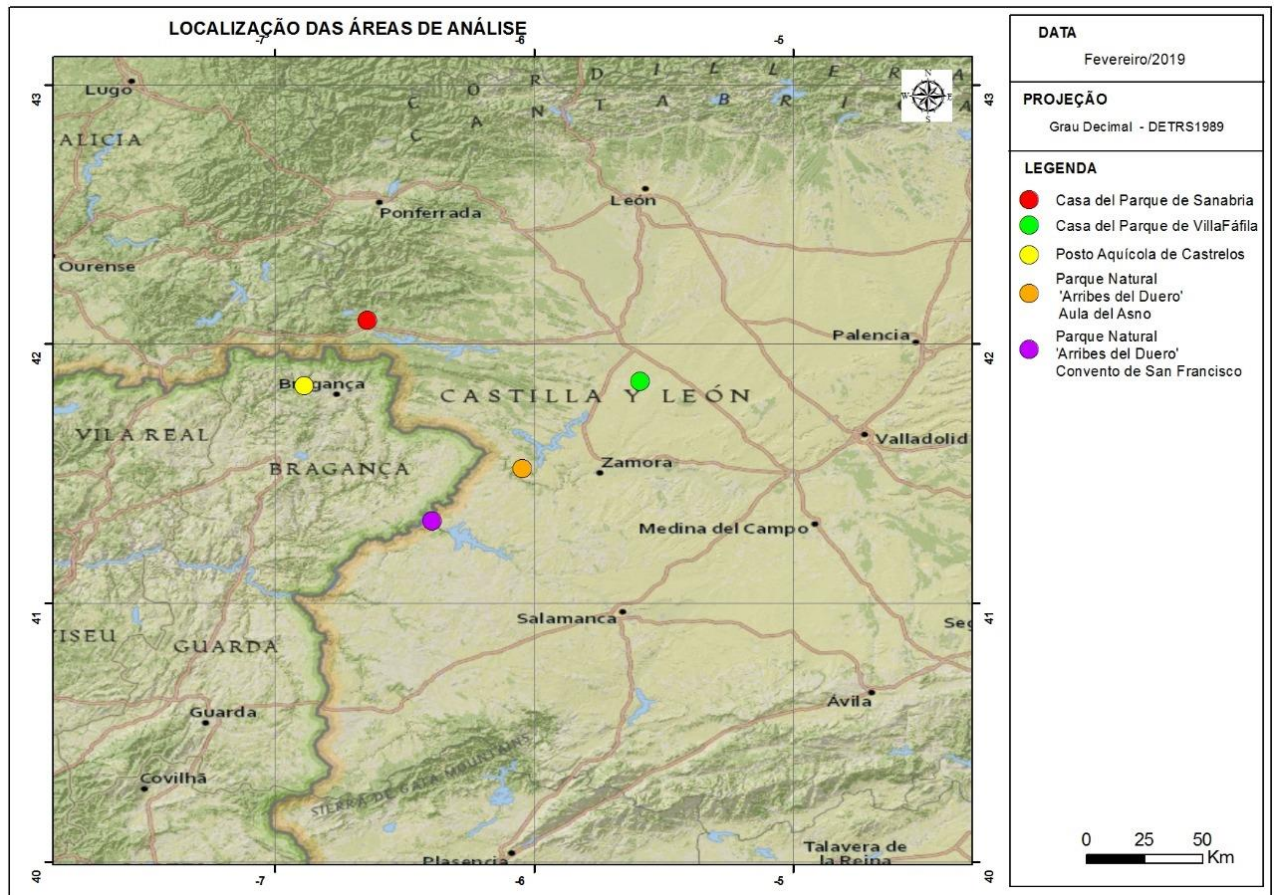


Figura 12 – Locais de estudo. Fonte: ARCGIS (2019)

Para a caracterização do clima regional, utilizou-se o sistema de classificação climática de Köppen-Geiger (1936), classificação esta atualizada e publicada, em sua última versão, por Peel et al. (2007), para a Península Ibérica e Ilhas Baleares. Na Figura 13 apresentam-se as zonas climáticas delimitadas de acordo com esta classificação.

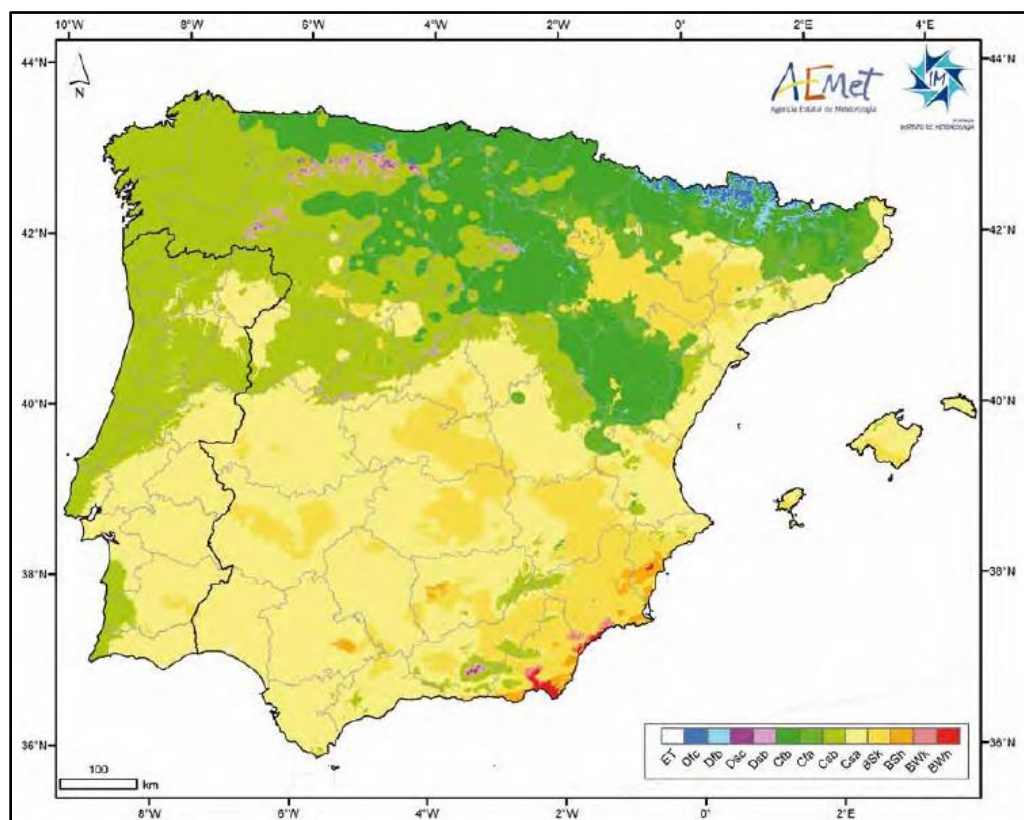


Figura 13 - Classificação climática de Köppen-Geiger na Península Ibérica e Ilhas Baleares. Fonte: Hernández (2013)

Os locais de estudo encontram-se localizados num contexto espacial próximo, sendo que a proximidade faz com que se encontrem num espaço com a mesma classificação climática. O primeiro local analisado (Posto Aquícola) foi enquadrado na região de Trás-Os-Montes e Alto Douro, com dados referentes à cidade de Bragança, Portugal. Da mesma forma, os locais Parque Natural ‘Arribes del Duero’ Aula del Asno, Casa del Parque de Villafáfila, Casa del Parque de Sanabria e o Parque Natural ‘Arribes del Duero’ Convento de San Francisco foram enquadrados na província de Zamora. Vale a pena lembrar que esta é apenas uma classificação do contexto climático geral da região, sendo que os dados mais específicos de cada local serão definidos através de informações oriundas das Estações Meteorológicas instaladas em cada local.

Mediante o exposto, é possível utilizar a classificação de Köppen-Geiger (1936) para as áreas estudadas. Assim, conclui-se que estas são identificadas como Clima Csb, onde “Cs” é referente ao regime de precipitação da área de análise, em locais com verão mais seco, ou seja, o período onde há menor intensidade de

chuvas coincide com os períodos de maior temperatura. A terceira letra “b” na classificação proposta por Koppen corresponde à evolução das temperaturas, correspondendo ao Clima Temperado, que abrange características como: taxa de precipitação maior que a de evaporação e temperatura média entre 0° C e 18° C no período mais frio, assim como temperatura média superior a 10° C no período mais quente e inferior a 22 °C (AEMET, 2011).

2.7.1 Bragança

Tratando-se da cidade de Bragança, pode-se observar na Figura 14 que as médias das máximas são inferiores a 28,5°C, sendo julho e agosto os meses mais quentes e janeiro o mês mais frio, com média da mínima aproximada de 0°C.

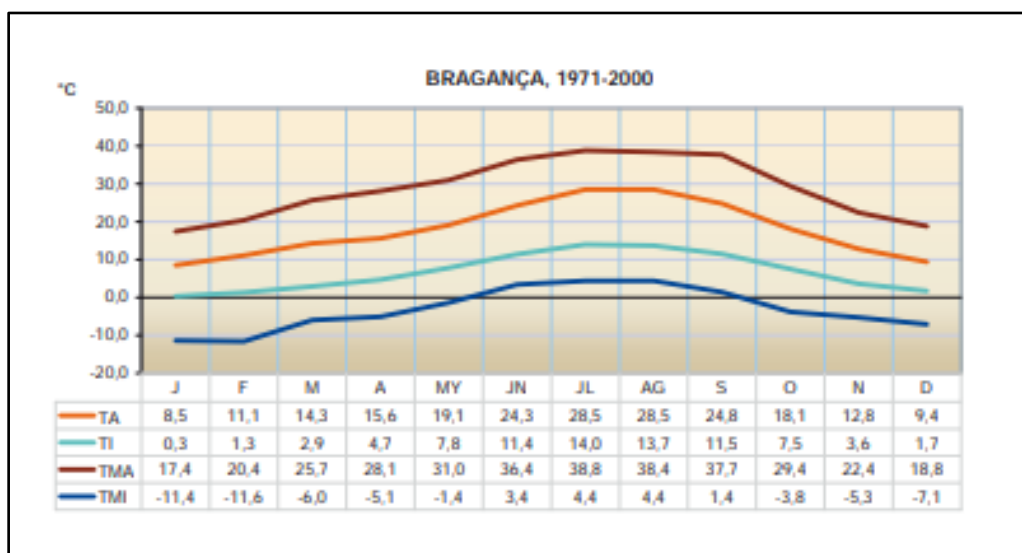


Figura 14 – Média da máxima (TA), Média da mínima (TI), Maior máxima (TMA) e Menor mínima (TMI) para a cidade de Bragança no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)

Segundo dados do Manual de Desenho Bioclimático (Hernández, 2013), o índice de humidade (hu) na cidade de Bragança é de 20,55. Através deste valor sabe-se, então, que o tipo climático é o B1-Húmido, de acordo com Thornthwaite (1948) e Thornthwaite e Mather (1955), como é demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 – Tipos climáticos baseados no índice de humidade

Tipos climáticos	Índice de humidade	
	Thornthwaite (1948)	Thornthwaite & Mather (1955)
A – Super-húmido	$100 \leq lh$	$100 \leq lh$
B4 - Húmido	$80 \leq lh < 100$	$80 \leq lh < 100$
B3 - Húmido	$60 \leq lh < 80$	$60 \leq lh < 80$
B2 - Húmido	$40 \leq lh < 60$	$40 \leq lh < 60$
B1 - Húmido	$20 \leq lh < 40$	$20 \leq lh < 40$
C2 - Sub-Húmido	$00 \leq lh < 20$	$00 \leq lh < 20$
C1 - Sub-Húmido seco	$-20 \leq lh < 00$	$-33,3 \leq lh < 00$
D - Semiárido	$-40 \leq lh < -20$	$-66,7 \leq lh < -33,3$
E - Árido	$-60 \leq lh < -40$	$-100 \leq lh < -66,7$

Fonte: Andrade Júnior et al. (2005)

Com exceção do período de verão, Bragança possui meses bastante chuvosos, apresentando uma precipitação elevada no Inverno, Primavera e Outono, assim, as horas de sol durante essas estações são menores. Desta forma, percebe-se a alta humidade relativa na região durante um período de tempo maior (Figura 15).

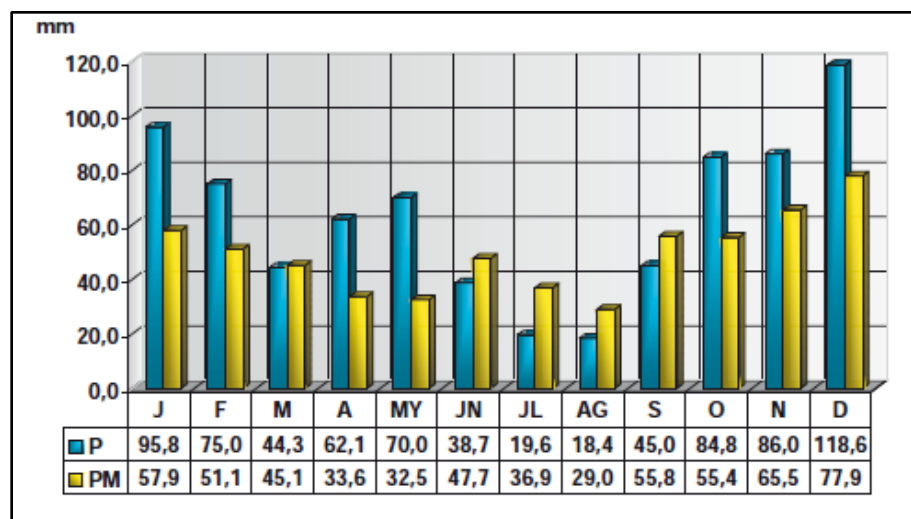


Figura 15 – Média da quantidade de precipitação total (P) e Maior valor da quantidade de precipitação diária (PM) na cidade de Bragança, no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)

2.7.2 Zamora

Zamora apresenta médias das máximas superiores, sendo uma cidade mais quente que Bragança, alcançando quase 30°C no verão (Figura 16).

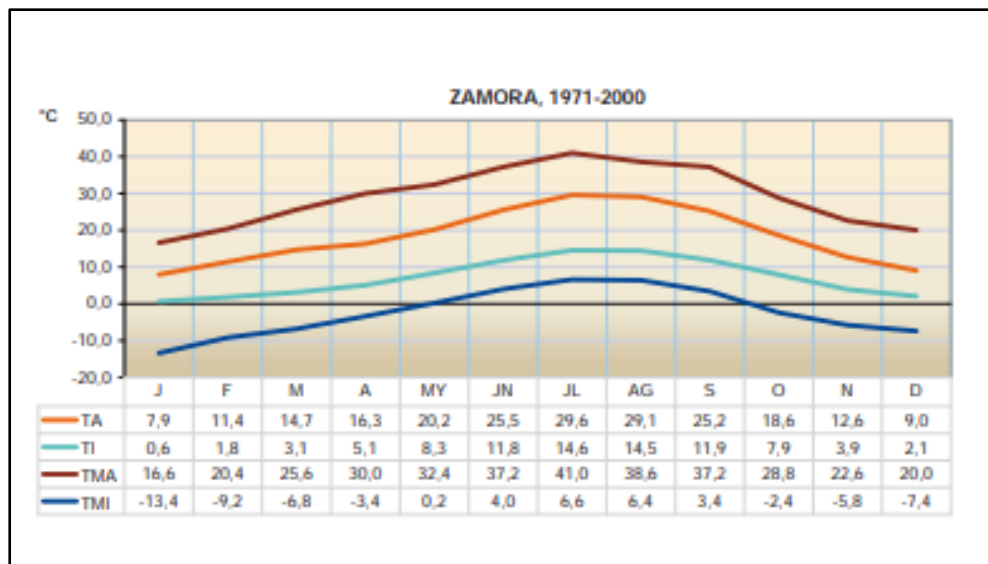


Figura 16 – Média da máxima (TA), Média da mínima (TI), Maior máxima (TMA) e Menor mínima (TMI) para a cidade de Zamora no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)

O índice de humidade é negativo: -29,75 (Hernández, 2013), classificando-a como clima D-Semi-árido, de acordo com a Tabela 3.

Zamora apresenta menor humidade relativa comparada com Bragança, visto que as duas cidades apresentam tipos climáticos distintos onde a diferença máxima média de humidade relativa é de aproximadamente 12%. Tal característica justifica-se pelo facto de Zamora apresentar menor pluviosidade ao longo do ano, consequentemente a evapotranspiração também é menor, exceto no Verão com valores próximos em ambas as localidades (Hernández, 2013), como é demonstrado na Figura 17.

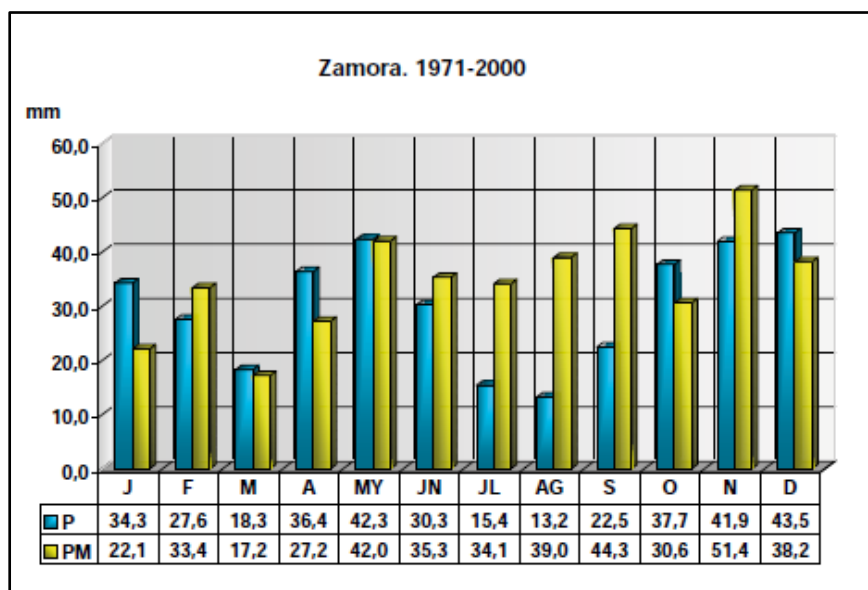


Figura 17 – Média da quantidade de precipitação total (P) e Maior valor da quantidade de precipitação diária (PM) na cidade de Zamora, no período de 1971 a 2000. Fonte: AEMET (2011)

Mediante o exposto, a área analisada neste estudo refere-se às regiões que carecem de cuidados maiores, no que se refere à climatização interna dos edifícios, devido à severidade climática de suas estações do ano, onde o período de frio é maior que o de calor.

Assim, vê-se a necessidade que o edifício tenha maior capacidade de absorver calor proveniente da radiação solar. Entretanto, deve-se levar em consideração o verão quente e seco, utilizando estratégias bioclimáticas de dissipação de calor e sombreamento.

3 METODOLOGIA

3.1 Materiais

Visando estudar o Microclima foram utilizados os instrumentos *HD32.1: Thermal Microclimate* (Figura 18) e *HD 32.3* (Figura 19), ambos compostos de sensores para a monitorização da temperatura, humidade e velocidade do vento em ambientes internos, tais como:

- TP3207 para deteção de temperatura do bulbo seco (sem humidade);
- TP3275 para deteção de temperatura do globo;
- Pt100, globo Ø150 mm, haste Ø 14 mm e 110 mm de comprimento. Cabo com 2 m de comprimento. Equipada com módulo SICRAM. Usada para medição da temperatura média radiante;
- AP3203 para identificação de valores de velocidade do ar;
- HP3201 para deteção de temperatura natural – bulbo húmido (com humidade);
- HP3217 Sensor combinado de temperatura e humidade relativa. Utilizado para calcular PMV e PPD;
- HP3217DM para detecção de temperatura de bulbo seco e bulbo húmido natural.



Figura 18 – Instrumento HD 32.1 e sensores.
Fonte: Delta Ohm (2009)



Figura 19 – Instrumento HD 32.3 e sensores.
Fonte: Delta Ohm (2009)

Da mesma forma, utilizou-se da Estação Meteorológica *Campbell Scientific*

(Figura 20) para medição de variáveis para o ambiente externo, equipada com os seguintes instrumentos:

- Piranómetro, modelo PYR-S, Apogee Instruments: medição da radiação;
- anemómetro e catavento, modelo Wind Sentry 03002-5, Young: medição da velocidade e direção do vento;
- termohigrómetro, modelo CS215, Campbell Scientific: para medição da temperatura e humidade relativa;
- pluviómetro, modelo ARG 100, Campbell Scientific: para conhecer a precipitação;
- datalogger (CR200X, Campbell Scientific).



Figura 20 – Estação Meteorológica utilizada e pluviómetro. Fonte: O autor (2019)

3.2 Monitorização de Ambiente Térmico Interior e Exterior

No Quadro 2 são apresentados os equipamentos que foram utilizados, assim como as datas de medição para cada caso de estudo:

Quadro 2 – Informações gerais sobre as medições

Local	HD 32.1	HD 32.3	Estação Meteorológica	Datas	
				Interno	Externo
Biblioteca da ESA	X			23/07/18 a 25/07/18 e 12/09/18	-
Posto Aquícola de Castrelos	X		X	19/10/18 a 5/11/18	19/10/18 a 5/11/18
Parque Natural 'Arribes del Duero' Aula del Asno – Villalcampo	X		X	9/11/18 a 5/12/18	9/11/18 a 5/12/18
Casa del Parque de VillaFáfila		X	X	14/12/18 a 16/12/18	5/12/18 a 16/12/18
Casa del Parque de Sanabria		X	X	16/12/18 a 23/12/18	16/12/18 a 23/12/18
Parque Natural 'Arribes del Duero' Convento de San Francisco – Formoselle		X	X	25/01/19 a 01/02/19	25/01/19 a 01/02/19

A maioria dos métodos utilizados foi semelhante para cada área de estudo. Com este intuito, no Quadro 3, foram compiladas informações para que não houvesse repetições ao longo deste estudo.

Neste mesmo Quadro, pode-se observar quais os diagramas utilizados para a análise de conforto térmico no interior e exterior, assim como, os métodos de recolha e análise de dados utilizados. Além disso, no mesmo Quadro foram identificados os procedimentos essenciais para a eficiência destes dados, como a altura que o instrumento deveria estar do chão, de acordo com Kwok (1998), o intervalo de computação dos dados pelo equipamento e o modo de aplicação dos inquéritos para os locais em funcionamento, decorridos durante o outono e o inverno, em fins de semana, período este que coincide com o funcionamento das Casas del Parque, que se encontram encerradas no resto da semana.

Quadro 3 – Contextualização dos métodos aplicados.

Local	Ambiente externo	Ambiente interno	Altura	Intervalo de medição do equipamento		Inquiridos
				Interior	Exterior	
Biblioteca	X	CBE Thermal Comfort: ferramenta online para identificar a zona de conforto, através da utilização de dados de temperatura, humidade, velocidade do ar, taxa metabólica e vestimenta.	1,1m	15 segundos	X	Aplicado com um intervalo de, pelo menos, 5 minutos, após o posicionamento do equipamento próximo ao indivíduo. Uma nova medição (<i>log</i>) era iniciada para cada pessoa em um lugar diferente.
Posto Aquícola de Castrelos	Diagrama de Olgyay: traçaram-se retas utilizando valores diários máximos e mínimos de temperatura com suas respectivas humidades relativas.	Carta Psicométrica de Givoni: cruzaram-se valores de temperaturas mínimas e máximas com as humidades registradas para estes valores e identificadas as propostas de intervenção no local. Este método foi aplicado porque o edifício não se encontrava em funcionamento.	1,1m	10 minutos		X
Parque Natural 'Arribes del Duero' Aula del Asno			1,1m	10 minutos		X
Casa del Parque de VillaFáfila		1,1m	10 minutos		Aplicou-se um questionário de percepção de conforto térmico com funcionários no local e visitantes quando se encontravam próximos do equipamento. Estes inquiridos deveriam ser aplicados, pelo menos, 5 minutos após o indivíduo estar no local, a fim de assegurar um período mínimo de adaptação corporal para as condições existentes.	
Casa del Parque de Sanabria		1,1m	10 minutos			
Parque Natural 'Arribes del Duero' Formoselle		1,1m	10 minutos			

3.3 Ensaio preliminar

Como forma de testar o equipamento de medição foram feitos registos na Biblioteca da Escola Superior Agrária de Bragança (ESA) para constatar a perceção de conforto das pessoas presentes no local.

Enquanto os valores meteorológicos eram registados, foi aplicado um questionário para identificar parâmetros quantitativos e qualitativos no local. O processo repetiu-se mudando o equipamento de lugar para junto de cada entrevistado e computaram-se os resultados (Figura 21).

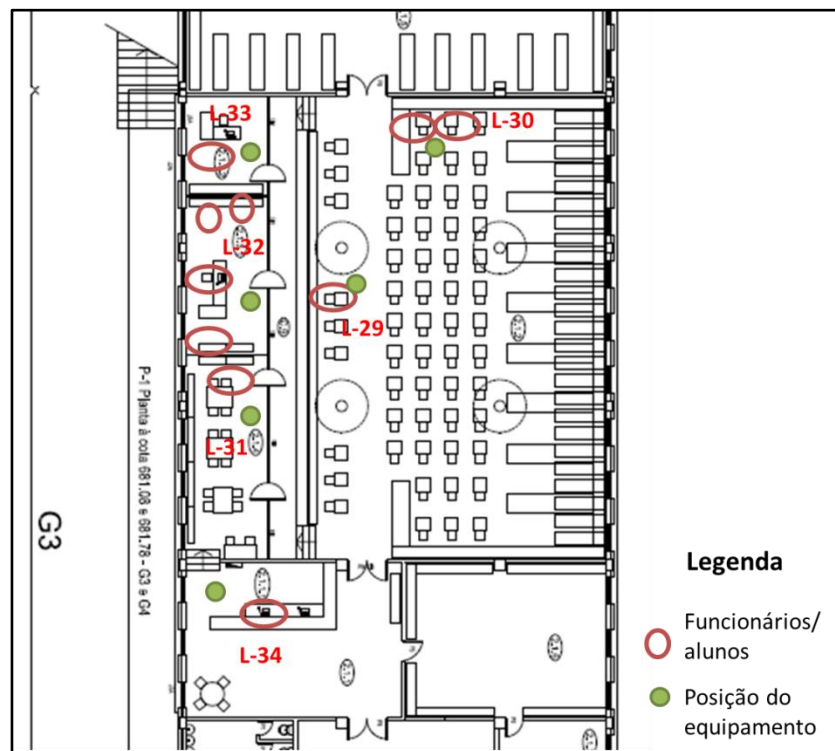


Figura 21 – Enxerto da Planta da Biblioteca da ESA com a localidade dos pontos de análise. Fonte: Adaptado pelo autor de Serviços Técnicos IPB (2019)

Assim, foi possível identificar os valores médios, mínimos e máximos de temperatura do ar, humidade relativa, velocidade do vento e temperatura média radiante, assim como gráficos de PPD e PMV.

3.4 Casos de Estudo para a caracterização

Com o propósito de comparar os dados obtidos em Centros de Interpretação Ambiental no contexto transfronteiriço entre Portugal e Espanha, cinco locais foram escolhidos (Quadro 4), por terem sido objeto ou terem previstas intervenções no âmbito do projeto BIOURB NATUR. As propostas e os resultados são válidos para os meses de outono/inverno com temperaturas mais baixas e com maior predominância de ventos e chuvas.

Quadro 4 – Locais de análise

Locais	Coordenadas	País	Província
Posto Aquícola de Castrelos	41°50'15.6"N 6°53'27.8"W	Portugal	Bragança
Parque Natural 'Arribes del Duero' Aula del Asno	41°31'03.37" N 6°02'47.24"W	Espanha	Zamora
Casa del Parque de VillaFáfila	41°51'17.8"N 5°35'39.1"W	Espanha	Zamora
Casa del Parque de Sanabria	42°05'31.7"N 6°38'45.0"W	Espanha	Zamora
Parque Natural 'Arribes del Duero' Convento de San Francisco	41°18'59.61" N 6°23'49.95" W	Espanha	Zamora

3.4.1 Posto Aquícola de Castrelos

O local, situado a cerca de 15 km do município de Bragança, não estava em funcionamento durante o período de análise, porém, este recebe visitantes ao longo do ano, principalmente durante as férias escolares e excursões esporádicas de Escolas da região. O equipamento HD 32.1 permaneceu estático no interior do edifício (Figura 22), assim como a Estação Meteorológica no exterior, composta por um data-logger CR200 da *Campbell* (Figura 23).



Figura 22 – Equipamento HD 32.1 no Posto Aquícola de Castrelos. Fonte: O autor (2018)



Figura 23 – Estação Meteorológica no Posto Aquícola de Castrelos. Fonte: O autor (2018)

Na Figura 24, é demonstrada a planta do Posto Aquícola e o lugar de posicionamento dos equipamentos no interior e no exterior do edifício.

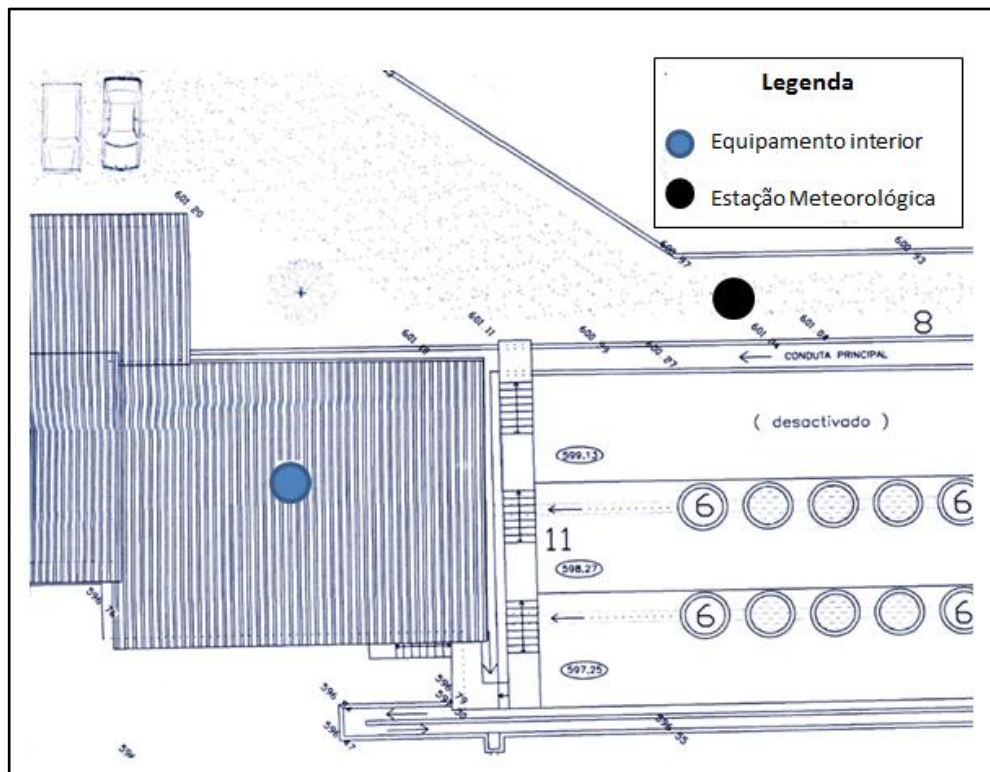


Figura 24 – Planta do Parque Natural de Villalcampo e posicionamentos dos equipamentos. Fonte: O autor (2019)

3.4.2 Parque Natural ‘Arribes del Duero’ Aula del Asno

No dia 9 de novembro começaram as medições na Casa del Parque ‘Arribes del Duero’ em Villalcampo, através da instalação da Estação Meteorológica no exterior (Figura 25) e do equipamento HD 32.1 para o interior. O equipamento foi posicionado, primeiramente, na parte mais central do edifício (Figura 26), onde registrou dados até o dia 16 de novembro. Posteriormente, foi deslocado para o Local 2 (Figura 27), onde permaneceu até o dia 23 de novembro. Desse dia e até ao dia 5 de dezembro de 2018 o equipamento foi posicionado no Local 3 (Figura 28).



Figura 25 – Estação Meteorológica no exterior no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)



Figura 26 – Local 1 de posicionamento do equipamento no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)



Figura 27 – Local 2 de posicionamento do equipamento no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)



Figura 28 – Local 3 de posicionamento do equipamento no Parque Natural de Villalcampo. Fonte: O autor (2018)

O objetivo da mobilização do equipamento de medição foi conhecer as diferenças térmicas entre os locais, estes demonstrados na Figura 29, comparando os dados com o ambiente externo, assim como, eventualmente, identificar o local que carece de maiores intervenções para adaptação térmica.

Para esta análise não houve presença de visitantes no local (apenas funcionários), visto que este local se encontra ainda fechado para visitas. Por este motivo não houve necessidade de escolher horas definidas para a análise dos dados, utilizando-se os valores de temperaturas mínimas e máximas diárias como valores de referência.

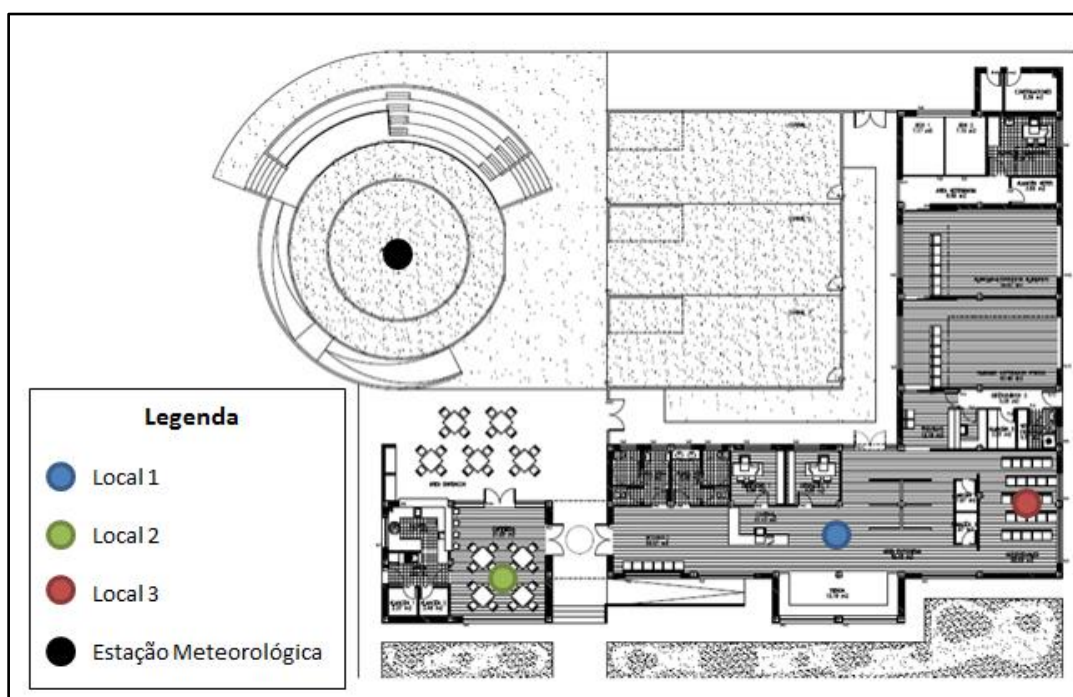


Figura 29 – Planta do Parque Natural de Villalcampo e posicionamentos dos equipamentos. Fonte: O autor (2019)

3.4.3 Casa del Parque de Villafáfila

No dia 5 de dezembro de 2018, uma semana antes da instalação dos equipamentos para medição no ambiente interno, foi instalado a Estação Meteorológica no exterior do edifício (Figura 30). Na semana seguinte instalaram-se dois instrumentos HD 32.3 no local, um no piso inferior (Figura 31), e outro no piso superior do edifício (Figura 32) e neste mesmo fim de semana, realizaram-se os

questionários (Figura 33). A Estação e os dois equipamentos foram retirados no mesmo dia (16 de dezembro de 2018).



Figura 30 – Estação Meteorológica no exterior na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)



Figura 31 – Local de posicionamento do equipamento A na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)



Figura 32 – Local de posicionamento do equipamento B na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)

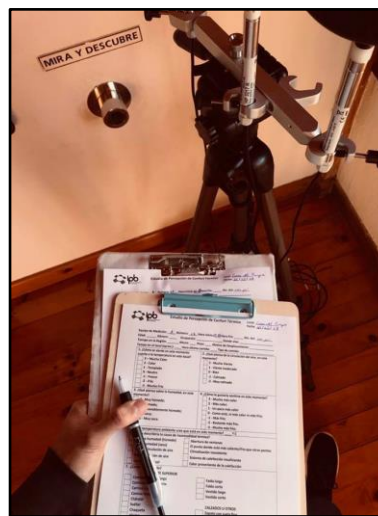


Figura 33 – Questionário aplicado no estudo na Casa del Parque de Villafáfila. Fonte: O autor (2018)

Na Figura 34 encontra-se a localização aproximada da Estação Meteorológica e dos dois equipamentos utilizados no local, utilizando a planta do piso superior e do piso inferior, pois foram posicionados em andares diferentes.

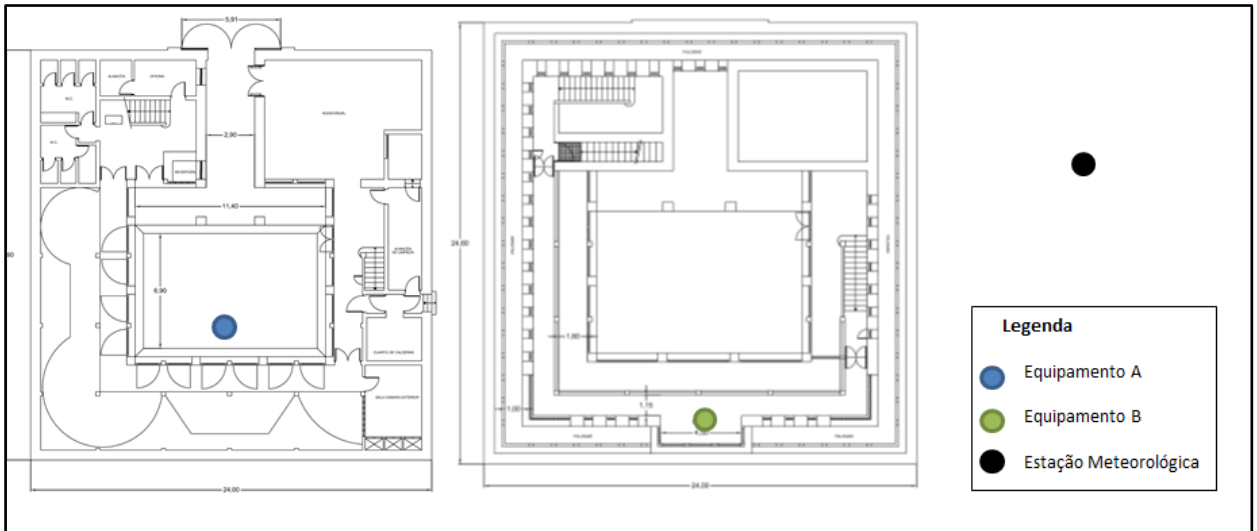


Figura 34 – Planta da Casa del Parque de Villafáfila e posicionamentos dos equipamentos. Piso inferior à esquerda e o piso superior à direita. Fonte: O autor (2019)

3.4.4 Casa del Parque de Sanabria

Os equipamentos Hd 32.3 e a Estação Meteorológica presentes em Villafáfila foram retirados no 16 de dezembro de 2018 e mobilizados para a Casa del Parque localizada próxima de el Puente de Sanabria (Figura 35). Este edifício tem como tema o Parque Natural de Sanabria, Alrededores e outros espaços naturais na comunidade autônoma de Castilla y León (Espanha).

Aplicaram-se os inquéritos aos visitantes no fim de semana seguinte à instalação dos equipamentos de monitorização (21 a 23 de dezembro de 2018), de sexta a domingo, dias em que o local abre para visitas.

A estação meteorológica foi instalada na área externa próxima do estacionamento da Casa. O equipamento A foi instalado próximo da entrada, em frente à receção aos visitantes (Figura 36), e o equipamento B (Figura 37) no Espaço "Geología y Glaciario", uma sala temática dentro do edifício (Figura 38).



Figura 35 – Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)



Figura 36 – Local de posicionamento do equipamento A na Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)



Figura 37 – Local de posicionamento do equipamento B na Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)



Figura 38 – Sala onde foi posicionado o equipamento B na Casa del Parque de Sanabria. Fonte: O autor (2018)

Na Figura 39, a localização aproximada dos dois equipamentos utilizados no local, assim como a Estação Meteorológica no exterior.

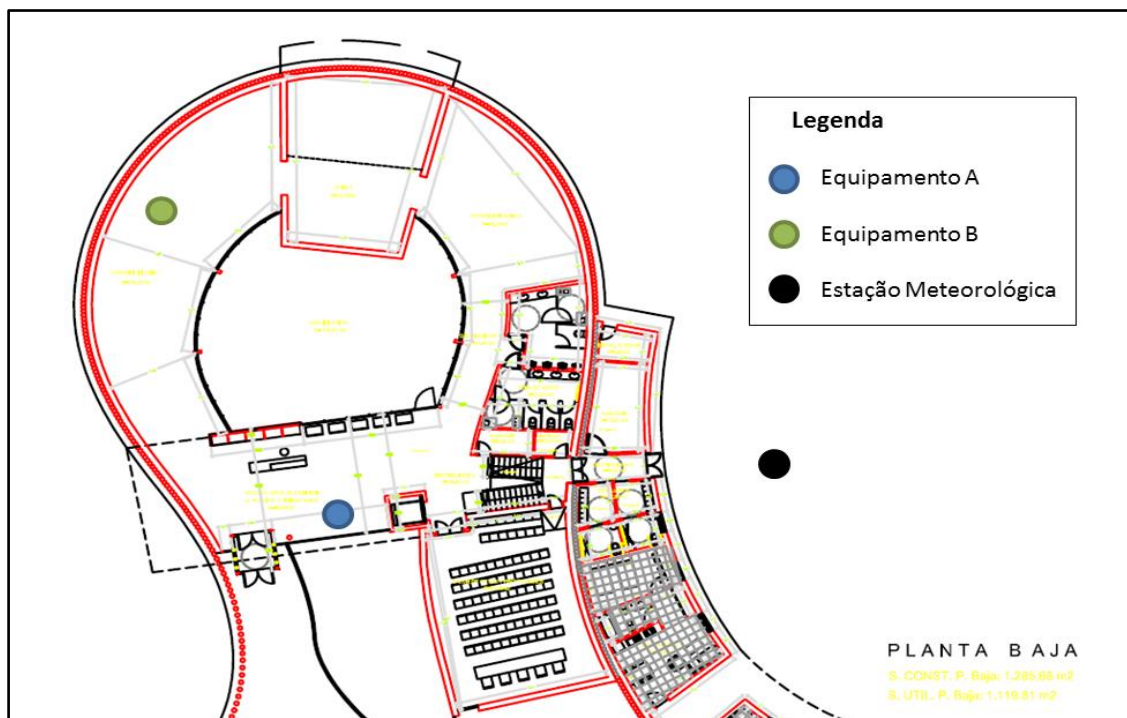


Figura 39 – Planta inferior da Casa del Parque de Sanabria e o posicionamentos dos equipamentos.
 Fonte: O autor (2019)

3.4.5 Parque Natural ‘Arribes del Duero’ Convento de San Francisco

Este edifício encontra-se em Formoselle, uma localidade a sudoeste da província de Zamora. Anteriormente, este local era um convento e foi transformado em um Centro de Interpretação para o Parque Natural das Arribes del Duero.

O fim de semana de realização da análise coincidiu com a reabertura do edifício ao público, após um longo período encerrado. No dia 25 de janeiro de 2019, instalou-se a Estação Meteorológica no exterior do edifício (Figura 40). Neste mesmo dia instalaram-se dois instrumentos HD 32.3 no local – equipamento A próximo a entrada (Figura 41) e equipamento B na parte final do percurso interno que era realizado pelos visitantes (Figura 42) – e, até o dia 27 de janeiro de 2019 realizou-se os questionários (Figura 43). A Estação e os dois equipamentos foram retirados na semana seguinte (1 de fevereiro de 2019).



Figura 40 – Estação Meteorológica no exterior na Casa del Parque de Formoselle. Fonte: O autor (2019)



Figura 41 – Local de posicionamento do equipamento A na Casa del Parque de Formoselle. Fonte: O autor (2019)



Figura 42 – Local de posicionamento do equipamento B na Casa del Parque de Formoselle.. Fonte: O autor (2019)



Figura 43 – Aplicação do questionário aos visitantes na Casa del Parque de Formoselle.. Fonte: O autor (2019)

Na Figura 44, pode-se observar a localização aproximada dos dois equipamentos utilizados no local, assim como a Estação Meteorológica no exterior.

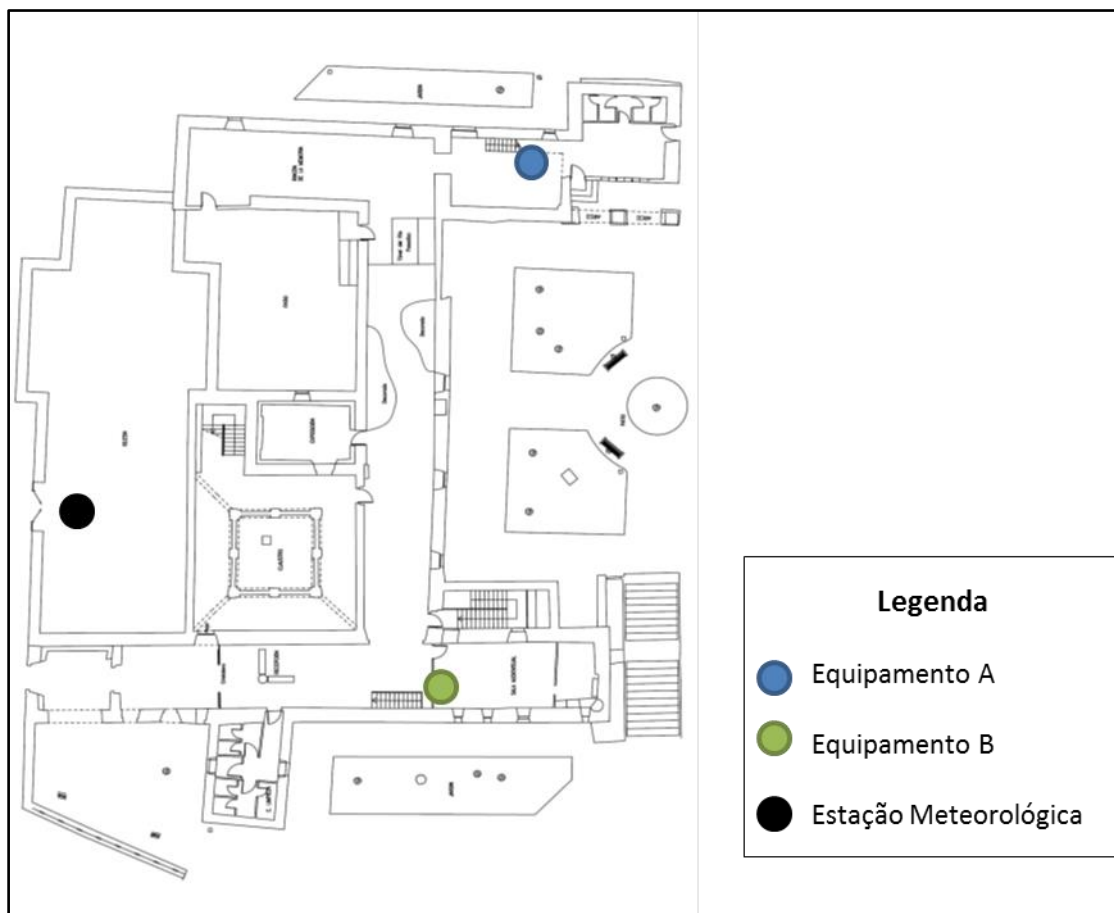


Figura 44 – Planta inferior da Casa del Parque de Formoselle e o posicionamentos dos equipamentos. Fonte: O autor (2019)

3.5 Inquéritos aos utilizadores

Para as Casas del Parque de Villafáfila, Sanabria e Formoselle foram aplicados questionários aos visitantes a cerca da percepção térmica no interior dos edifícios.

Primeiramente, era identificado o equipamento de medição, o número do inquérito, a hora de início e fim da aplicação e o nível de atividade (em todos os casos foi utilizado uma atividade em pé) e o gênero do visitante.

Posteriormente, perguntava-se a idade, ocupação, lugar de origem, o tempo que estava na região, altura, peso, motivo de deslocamento, tempo passado dentro do edifício, a hora e o tipo da última refeição.

Assim, o inquérito era entregue ao visitante para que pudessem responder perguntas de percepção do ambiente térmico, tais como: *“Como se sente, neste momento, a respeito do conforto?”*, *“O que pensa da circulação de ar, neste*

momento?”, “O que pensa da humidade, neste momento?”, “Como você gostaria de se sentir, neste momento?”, “Que temperatura você acredita estar, neste momento?”, “Como você descreveria a causa da incomodidade térmica?” e “Como você está vestido?”.

Para a incomodidade térmica o visitante poderia escolher mais de uma opção para a causa do desconforto, ou nenhuma opção se este se sentia confortável. A respeito da vestimenta, o visitante deveria selecionar todo o vestuário que estava no momento.

3.6 Métodos de processamento dos dados

Para a análise dos dados provenientes dos sensores utilizados neste trabalho, utilizou-se da ferramenta Excel para o carregamento dos valores obtidos pelos equipamentos HD 32.1 e HD 32.3 e Estação Meteorológica. Esta ferramenta também foi necessária para comparar, através de gráficos, as temperaturas e as humidades entre o ambiente interno e externo.

A ferramenta IBM SPSS foi utilizada como ferramenta de análise estatística, a fim de obter valores máximos, mínimos e médios dos valores obtidos pelos sensores, assim como, na obtenção de diagramas de extremos e quartis (boxplots), histogramas, correlações de Pearson para as variáveis dos locais e testes ANOVA (Pestana e Gagueiro, 2008).

4 RESULTADOS

4.1 Estudo preliminar

Dos dez pontos analisados na Biblioteca, sete apresentaram sensação térmica “ligeiramente quente” e três “neutro”, de acordo com a Norma ASHRAE Standard 55-2017. Estes resultados estão relacionados com a época do ano em que se desenvolveu este estudo (verão). Nesta altura do ano registaram-se temperaturas mais elevadas e os sistemas de climatização no local não se encontravam plenamente operacionais.

Para identificar se cada indivíduo encontrava-se em estado de conforto térmico, utilizou-se a ferramenta online *CBE Thermal Comfort*, demonstrado, como exemplo, nas Figuras 45 e 46.

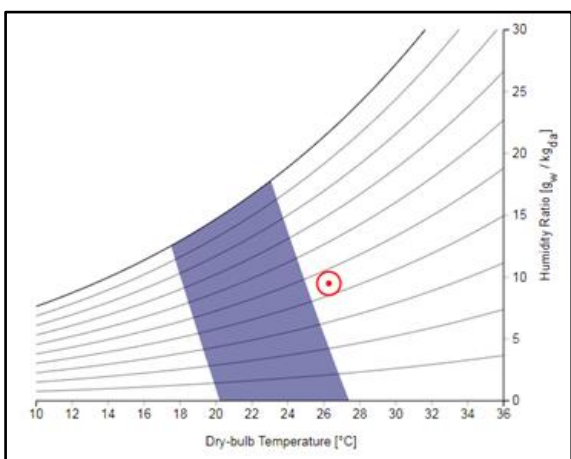


Figura 45 – Resultado para L29 (ligeiramente quente). Fonte: CBE Thermal Comfort Tool (2018)

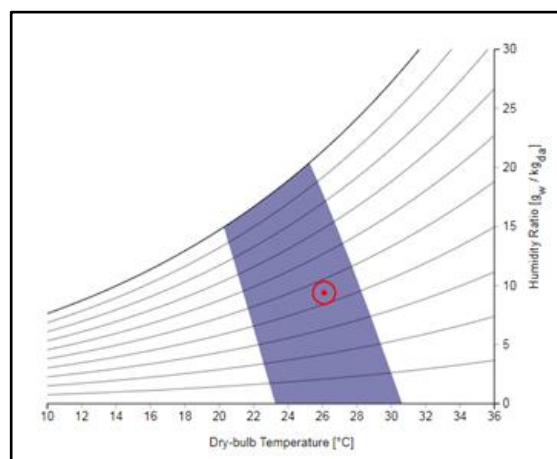


Figura 46 – Resultado para L30.1 (neutro). Fonte: CBE Thermal Comfort Tool (2018)

Pôde-se observar isto também pelo gráfico PPD x PMV, calculado através da percepção de cada indivíduo, onde valores de PPD superiores a 10% significaram algum tipo de desconforto térmico (Figura 47) ou conforto (Figura 48).

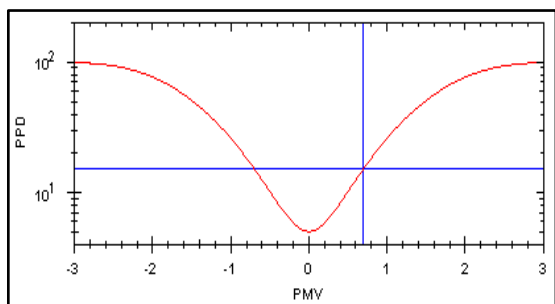


Figura 47 – Gráfico do PPD em função do PMV para a amostra L29

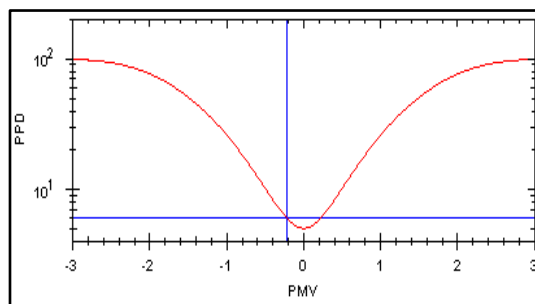


Figura 48 – Gráfico do PPD em função do PMV para a amostra L30.1

De acordo com o questionário aplicado, percebeu-se que os três inquiridos presentes nos pontos com sensação térmica “neutra”, estavam vestindo roupas mais confortáveis e leves, comprovando a importância da vestimenta para os níveis de conforto térmico. Aliado a isto, a velocidade do vento nestes locais era ligeiramente maior do que nos outros pontos, contribuindo para esta sensação.

Utilizando o ponto L-31 como parâmetro, percebe-se que a sensação “ligeiramente quente” deu-se, provavelmente, pela localização do entrevistado – num local fechado e com pouca circulação de ar.

4.2 Posto Aquícola de Castrelos

Percebeu-se ao reconhecer o local que este não possui climatização interna, porém, por se tratar de um ambiente fechado, sofre menores variações de temperatura, como pode ser observado na Figura 49, onde se percebe, também, a significativa diferença em relação à variação sofrida no ambiente externo, em que os valores mínimos e máximos de Temperatura (T_a) obtidos pela Estação Meteorológica variaram entre 25°C e $-0,66^{\circ}\text{C}$, sentida entre o início da tarde (13:00) e o início da madrugada (02:00), com uma variação substancialmente menor registado no interior do edifício.

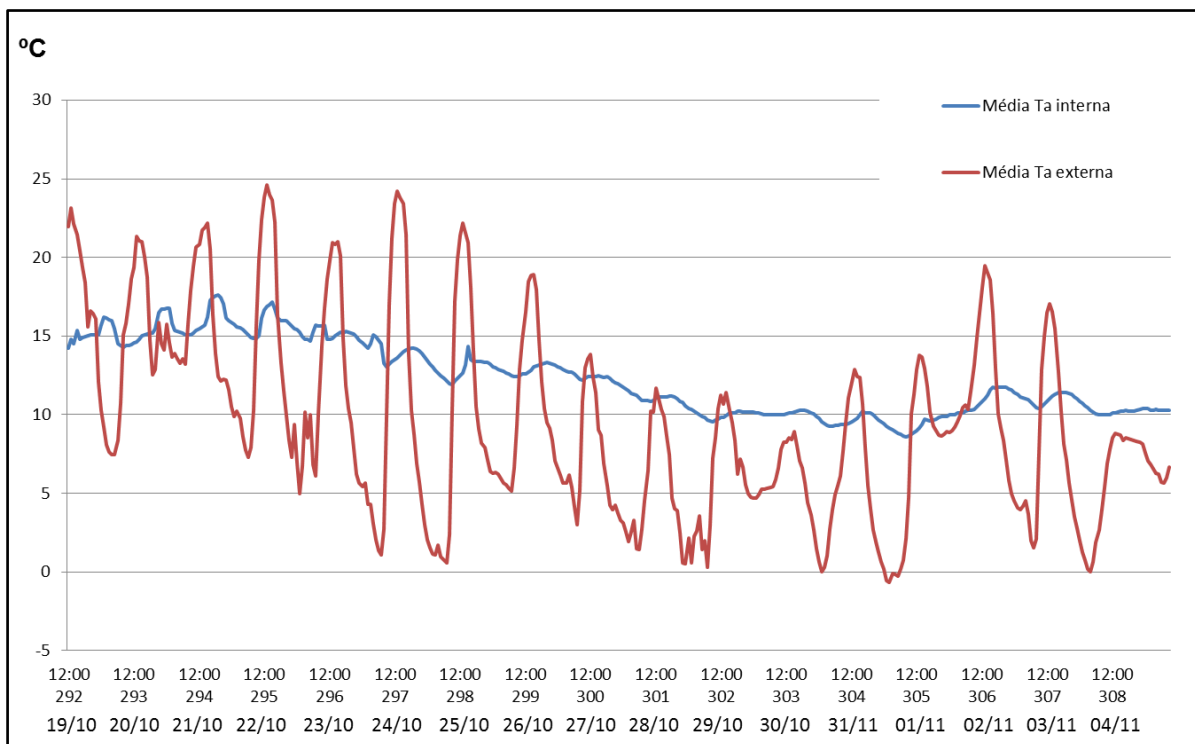


Figura 49 - Comparação de temperaturas entre interior e o exterior para Posto Aquícola de Castrelos

Nota-se a diferença entre os valores de temperatura no interior e exterior, pois áreas externas sofrem maiores variações, mediante a maior exposição às variáveis ambientais como, por exemplo, a radiação e o vento. A relação existente entre estes dois ambientes, através da correlação de Pearson (Tabela 4), foi dada como moderada, não tão forte, possivelmente, pela janela presente no local ter sido fechada o que não permitiu maiores interferências entre os dois ambientes.

Tabela 4 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no interior e exterior no Posto Aquícola de Castrelos

Local	Interior	Exterior
Interior	1	0,514
Exterior	0,514	1

O ambiente interno, por seu turno, apresenta uma diminuição pouco acentuada e constante ao longo do período de medição. Neste contexto existe o potencial para oferecer uma sensação térmica ligeiramente fria, variando nos dias de análise entre os 17,4°C e os 8,5°C (Tabela 5).

Tabela 5 – Resultado das medições médias do aparelho Hd 32.1

Estatística	Ta (°C)	RH (%)	Va (m/s)	Tr (°C)
Valor Máximo	17,6	86,4	0,1	16,7
Valor Mínimo	8,6	50,1	0	8,5
Média	12,33	67,15	0,02	12,18

Percebe-se através das Tabelas 5 e 6, que a humidade máxima registrada no ambiente externo possui um valor elevado. Isso deve-se ao facto de em alguns dias da medição haver ocorrido precipitação meteorológica e pela proximidade da Estação Meteorológica com fontes de água provenientes de tanques para o armazenamento de animais de biota aquática no local de análise, assim como, a aproximação em alguns dias do ponto de orvalho com a subsequente condensação do vapor de água presente na atmosfera.

Tabela 6 – Resultado das medições médias da Estação Meteorológica para o Posto Aquícola de Castrelos

Estatística	Temperatura (°C)	Humidade (%)	Radiação (kW/m²)	Velocidade do vento (m/s)	Precipitação total (mm)
Valor máximo	25,05	99,42	0,1722274	4,10375	1,97
Valor mínimo	-0,87	22,38	0,00003942818	0	0
Média	9,47	80,44	0,00706	0,63917	0,01796

Ainda que os valores máximos e mínimos sejam colocados juntos na mesma linha na Tabela 6, os valores mais elevados de humidade estão associados aos valores mais baixos de temperatura e, no sentido inverso, as menores humidades estão associadas às temperaturas mais elevadas.

Pode-se observar na Figura 50 que houve uma variação menor de humidade no ambiente interno, registrando uma mínima de, aproximadamente, 50%, pois lugares fechados tendem a manter a humidade pela falta de captação do ar externo,

assim, há certa regulação da humidade no interior do edifício, contribuindo para baixa variação (Gioda; Neto, 2003a; Hojo, 2005).

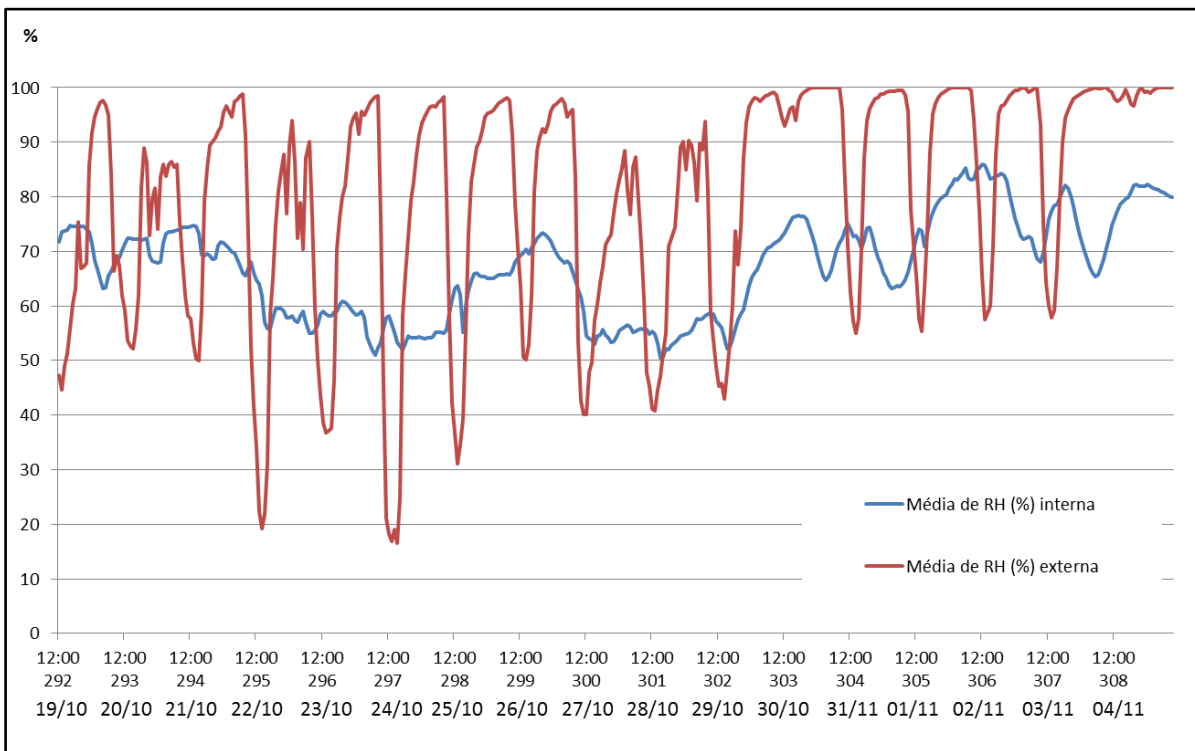


Figura 50 - Comparação da humidade entre interior e o exterior para o Posto Aquícola de Castrelos

Identificou-se pela correlação de Pearson uma relação fraca entre o ambiente interno e o externo, em relação à humidade relativa (Tabela 7).

Tabela 7 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados no interior e exterior no Posto Aquícola de Castrelos

Local	Interior	Exterior
Interior	1	0,340
Exterior	0,340	1

Contrastando os dados de ambiente externo com os dados obtidos da Estação Meteorológica de Castrelos, através da Carta Bioclimática de Olgay, percebeu-se a necessidade do aumento de radiação na área externa em grande parte dos dias do estudo (Figura 51). Esta radiação solar seria importante para o aumento da temperatura corporal a fim de alcançar o mesmo nível de conforto

sentido em alguns dias de análise, em particular após o meio dia solar.

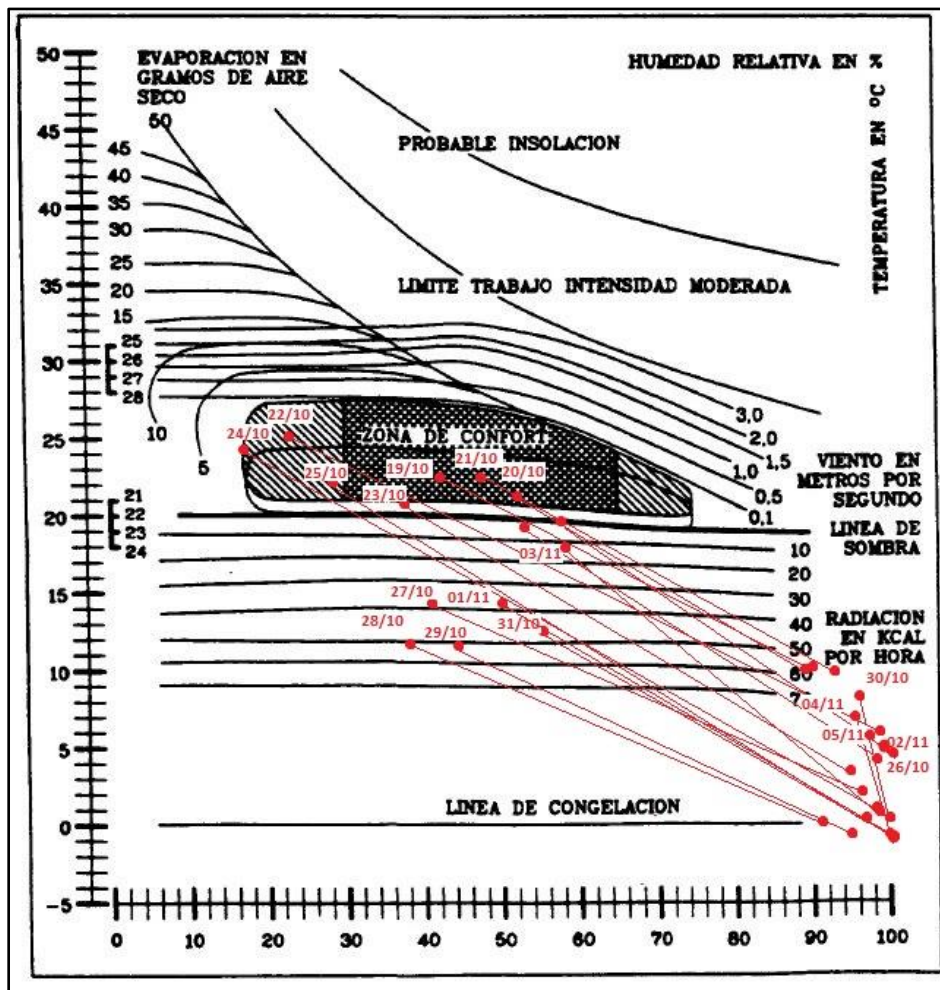


Figura 51 – Diagrama de Ogyay para Posto Aquícola de Castrelos. Adaptado pelo autor de Fariña (1990)

Os resultados mostram ainda que as temperaturas mínimas possuíam valores de humidade relativa associadas muito elevados. Isto também se comprovou quando o valor máximo de temperatura ainda era baixo, possuindo uma alta humidade associada, como constatado nos dias 4 de novembro (mínima de $-0,09^{\circ}\text{C}$ e humidade de 99,84%; máxima de 9°C e humidade de 97,4%), 30 de outubro e 5 de novembro, justamente nos dias onde houve incidência de chuvas no local, aumentando a humidade do ar e amenizando os valores de temperatura. A este fenómeno acresce que nestas temperaturas é facilmente atingido o denominado “ponto de orvalho”, que determina a condensação da água em temperaturas baixas.

Para interpretação dos dados para o ambiente interno, utilizou-se a Carta

Psicométrica de Givoni a fim de avaliar se o local se enquadra num ambiente termicamente confortável. Constatou-se que a mancha de pontos gerada não se localizava na área de conforto (Figura 52), assim, para este local, são necessárias estratégias a fim de proporcionar um potencial incremento de carga térmica através de estratégias de ganho de calor ativo e passivo.

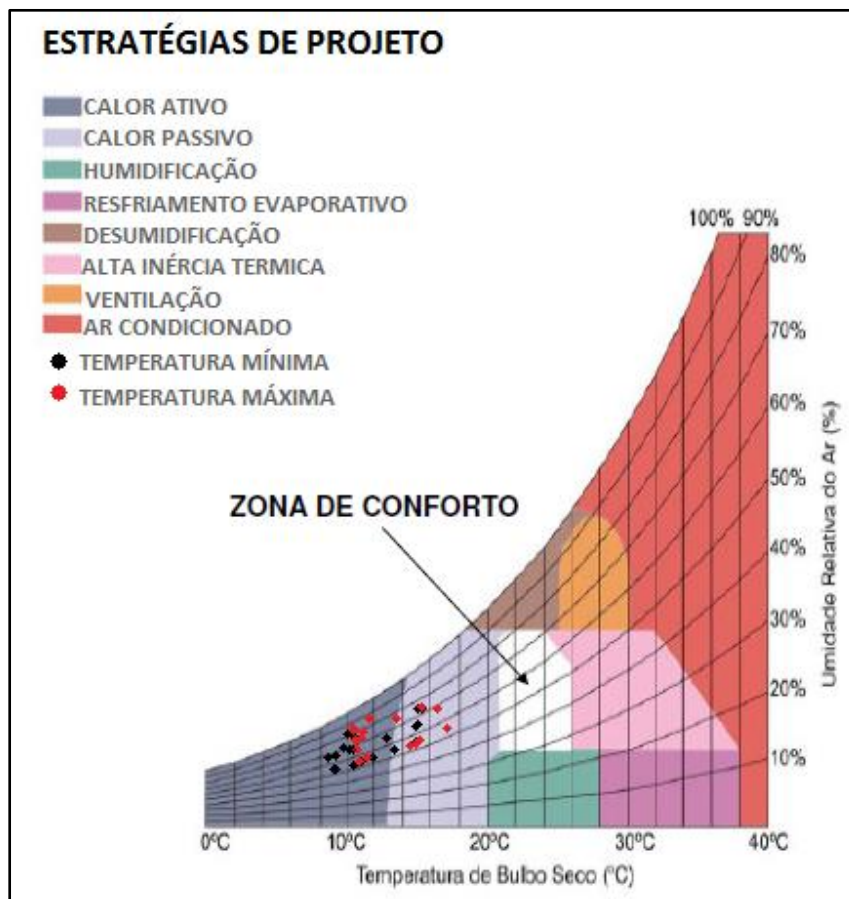


Figura 52 – Carta Bioclimática de Givoni para Posto Aquícola de Castrelos. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986)

4.3 Parque Natural ‘Arribes del Duero’ Aula del Asno

Com o objetivo de analisar os dias completos, ou seja, dados desde 00:00 às 23:50, escolheu-se o primeiro dia onde foi possível obter estes valores para cada equipamento (Gráfico 16). Assim, para os locais 1, 2 e 3 foram utilizados os dados referentes aos dias 10/11/18 a 15/11/18, 17/11/18 a 22/11/18 e 24/11/18 a 29/11/18, respetivamente.

O equipamento quando situado no interior do edifício (local 1), assim como

em uma sala mais fechada (local 3), registrou, em sua maioria, quedas de temperatura ao longo do tempo de medição. Isto se deve a inércia do edifício relativamente ao frio, ou seja, quando a temperatura exterior decresceu em termos médios, o ambiente interno demorou mais tempo a arrefecer, mantendo a constância de temperatura no interior. No local 2, onde há janelas para a entrada da luz solar, ocorreu um aumento significativo da temperatura, principalmente no período da tarde, entre as 14:00 e as 17:00, devido a grande incidência de radiação que consegue adentrar neste ambiente.

Na Figura 53 é possível observar estas diferenças de temperatura para o ambiente interior, assim como uma comparação com as temperaturas registradas pela Estação Meteorológica no ambiente externo.

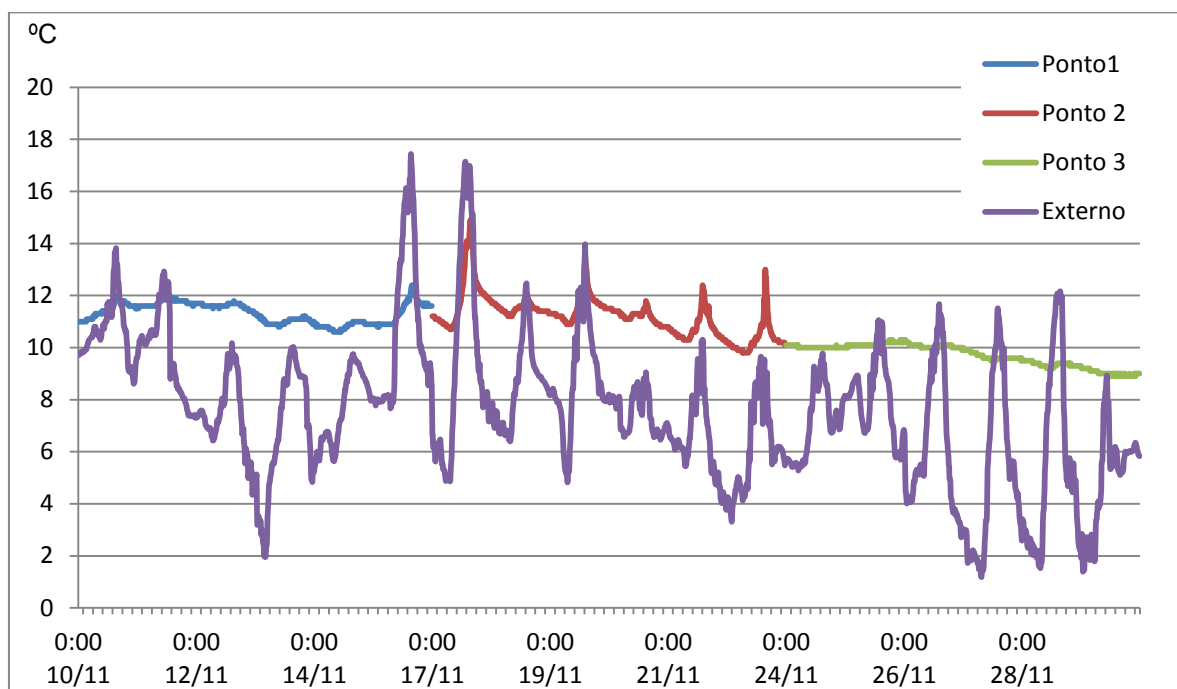


Figura 53 - Comparação de temperaturas entre os locais 1, 2 e 3 e Estação Meteorológica para 'Arribes del Duero' Villalcampo

A tendência para o comportamento da humidade é de queda quando o ambiente aquece, assim como o contrário quando o ambiente arrefece. É possível perceber essa relação através das Figuras 53 e 54, onde os períodos de arrefecimento são os períodos onde há maior teor de humidade, ou seja, a variação observada de humidade foi amplamente condicionada pelo efeito da temperatura, que naturalmente influi no nível de pressão de vapor.

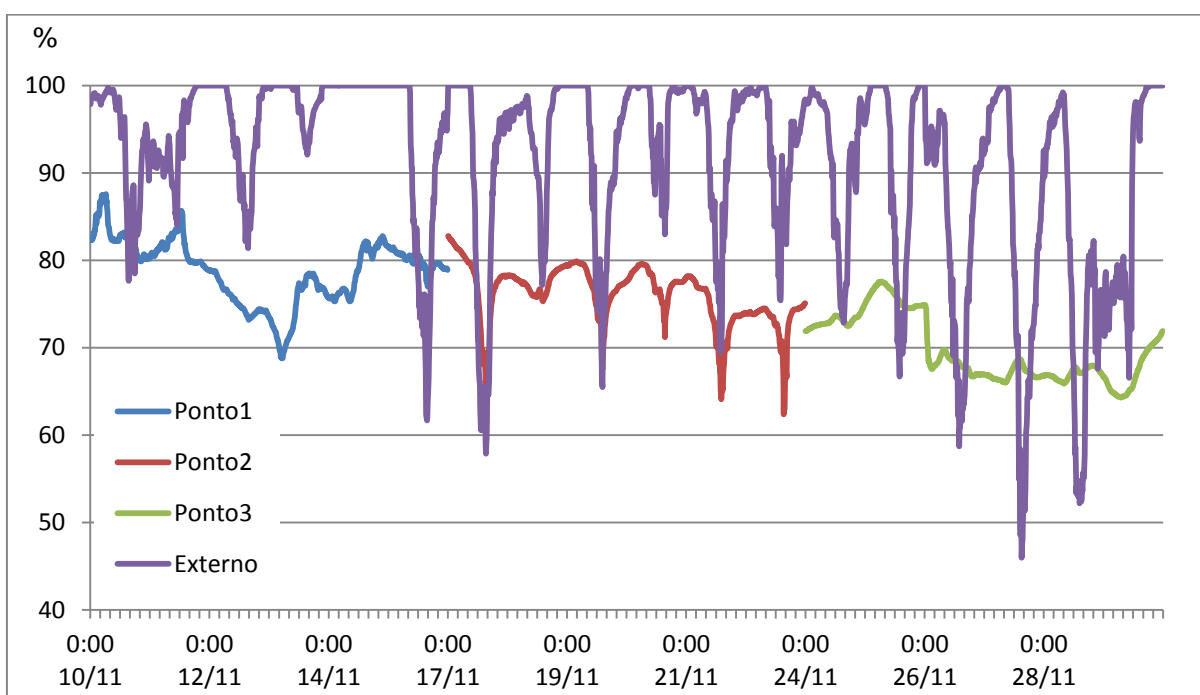


Figura 54 - Comparação de humidades entre os locais 1, 2 e 3 e Estação Meteorológica para 'Arribes del Duero' Villalcampo

Para o Local 1 constatou-se, através das médias diárias, que o valores de temperatura mínima foram registrados na primeira metade do dia, entre 00h e 11h. As temperaturas máximas registaram-se no período da tarde, onde há maior incidência de sol, aproximadamente entre 13h e 16h, exceto no dia 13/11/18 onde a maior temperatura registrada foi à 00:00, porém, os valores de temperatura à tarde para este dia eram próximos ao registrado a esta hora, cerca de 11,1°C, não sendo assim uma exceção pela proximidade do valor (Tabela 8).

Tabela 8 – Temperaturas mínimas e máximas e suas respectivas humidades por dia no Local 1 para 'Arribes del Duero' Villalcampo

Data	Hora 1	Ta mínima (°C)	Humidade 1 (%)	Hora 2	Ta máxima (°C)	Humidade 2 (%)
10/11/2018	02:50	11	85,4	15:30	12	81,7
11/11/2018	00:30	11,5	80,8	12:40	12	85,7
12/11/2018	23:20	11,3	73,9	15:20	11,8	73,6
13/11/2018	10:00	10,8	73,1	00:00	11,3	73,5
14/11/2018	10:50	10,6	78,2	15:40	11	82,1
15/11/2018	02:00	10,8	81,5	15:40	12,4	77,2

Tomando como referência os dados de temperatura e humidade para o ambiente externo, coletados durante um período de 20 dias, traçaram-se as retas para a avaliação de estratégias de intervenção no ambiente externo.

Assim como em Castrelos, a envolvente do edifício em questão também necessita de incremento de radiação, a fim de equilibrar os valores baixos de temperatura registrados. Pela Figura 55, percebe-se que neste ambiente há um elevado potencial para a percepção de desconforto causado pelo frio, não alcançando os níveis adequados de conforto propostos por Olgay (1963).

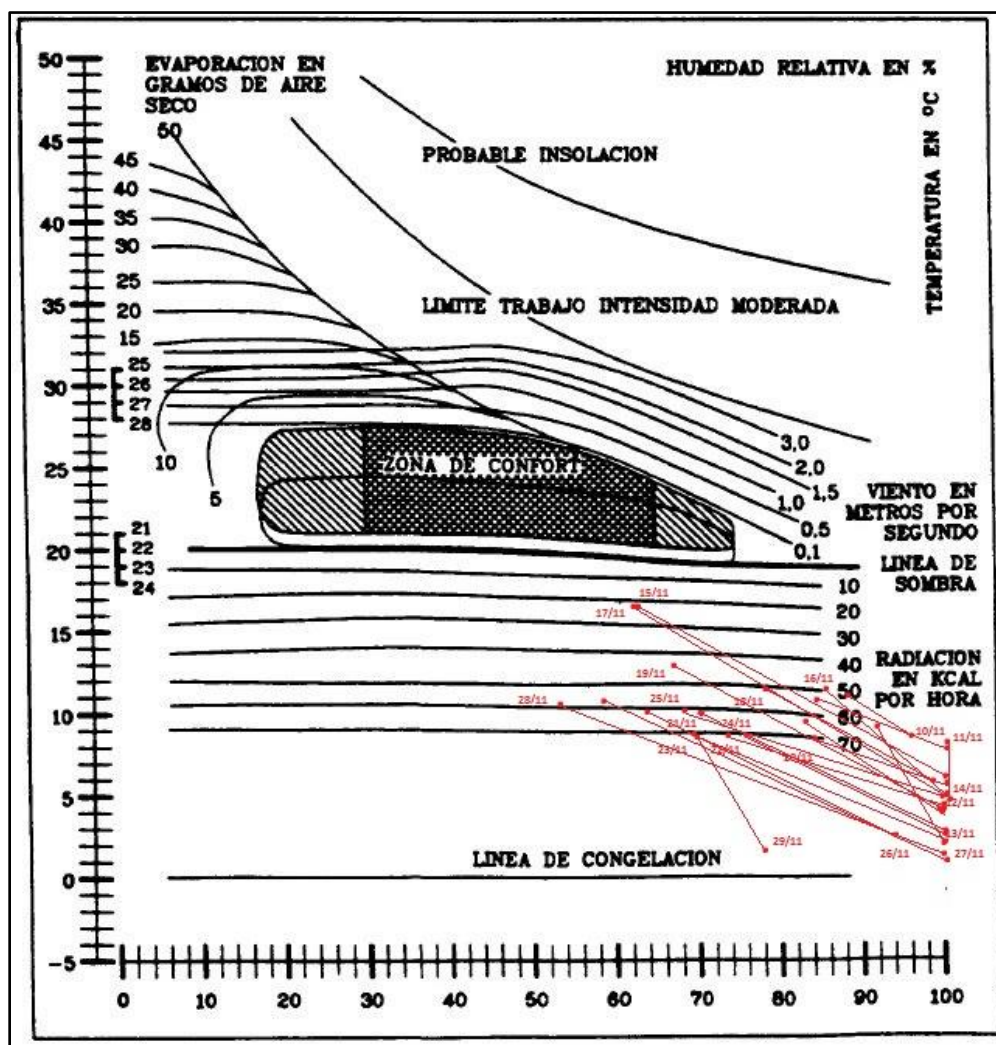


Figura 55 – Diagrama de Olgay para Arribes del Duero Villalcampo. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)

Não foi possível averiguar a correlação simultânea entre os locais 1,2 e 3 na Casa del Parque de Villalcampo, pois os dados foram mensurados em dias

diferentes. Porém, é possível comparar a relação destes locais com o exterior que, para o local 1, pode-se perceber pela Tabela 9, uma correlação moderada.

Tabela 9 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no local 1 e exterior na Casa del Parque de Villalcampo

Local	Local 1	Exterior
Local 1	1	0,504
Exterior	0,504	1

A correlação de Pearson entre o local 2 e o exterior reflete uma relação forte (Tabela 10).

Tabela 10 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no local 2 e exterior na Casa del Parque de Villalcampo

Local	Local 2	Exterior
Local 2	1	0,836
Exterior	0,836	1

Tratando-se do local 3, a correlação identificada foi fraca, explicada por este local estar numa sala fechada sem grande interferência do ambiente externo (Tabela 11).

Tabela 11 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados no local 3 e exterior na Casa del Parque de Villalcampo

Local	Local 3	Exterior
Local 3	1	0,255
Exterior	0,255	1

A temperatura mínima registada entre os dias de análise para o local 1, no interior do edifício, foi de 10,6°C e a máxima de 12,4°C. Essa pequena diferença pode ser constatada na Figura 56, uma vez que se registra uma baixa dispersão dos pontos que formam a mancha. A localização do equipamento de medição deverá ser a causa destes resultados, pois este encontrava-se no interior do edifício, onde as

janelas e aberturas se encontravam fechadas, não favorecendo a incidência de radiação solar ou a entrada de correntes de ar, diminuindo o diferencial térmico.

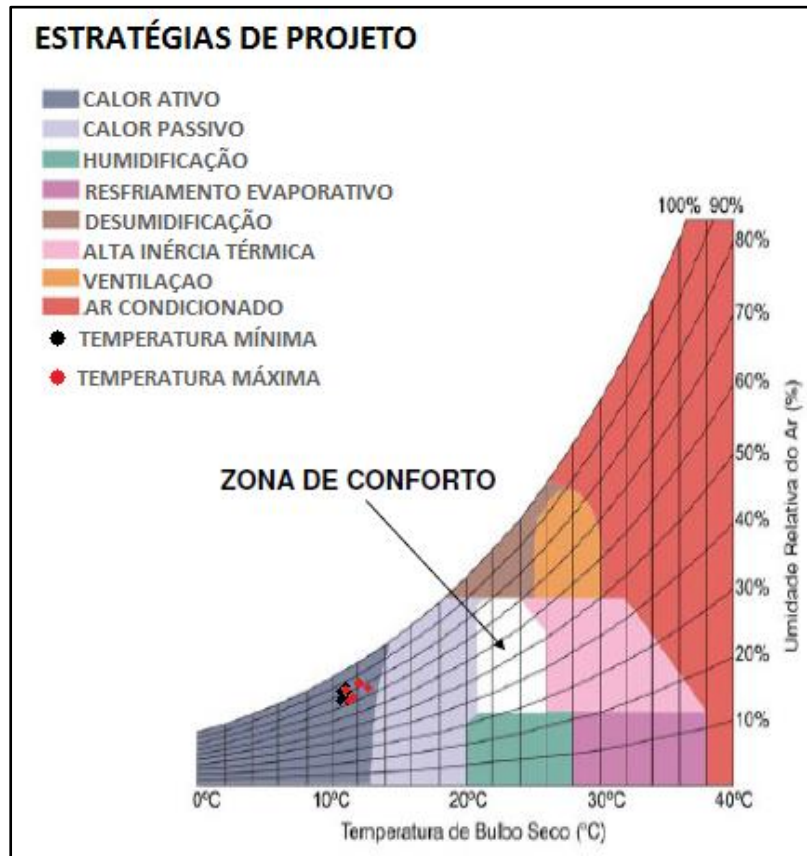


Figura 56 – Carta Bioclimática de Givoni no Local 1 para 'Arribes del Duero' Villalcampo. Fonte: Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986)

Relativamente ao Local 2, as temperaturas máximas foram registradas no período da tarde, aproximadamente entre 14h e 16h. Este fato deve-se a presença de janelas no local, permitindo a entrada de raios solares que aqueciam o ambiente interno (Tabela 12), comprovando a forte relação deste local com o exterior, através da correlação de Pearson.

Tabela 12 – Temperaturas mínimas e máximas e suas respectivas humidades por dia no Local 2 para 'Arribes del Duero' Villalcampo

Data	Hora 1	Ta mínima (°C)	Humidade 1 (%)	Hora 2	Ta máxima (°C)	Humidade 2 (%)
17/11/2018	07:20	10,7	80,2	15:30	14,9	61,3
18/11/2018	07:20	11,2	77,3	14:50	11,9	75,7
19/11/2018	06:50	10,9	79,5	14:10	13,6	67,5
20/11/2018	23:50	10,8	78	15:00	11,8	73
21/11/2018	23:50	10,2	73,9	14:00	12,4	74,1
22/11/2018	07:20	9,8	74,5	15:30	13	62,9

Pela maior variação de temperatura, neste local são necessárias diferentes tipologias de intervenção, a fim de atingir o conforto térmico desejado quando o edifício estiver em funcionamento (Figura 57). Estas estratégias englobam o incremento de calor ativo e passivo na área.

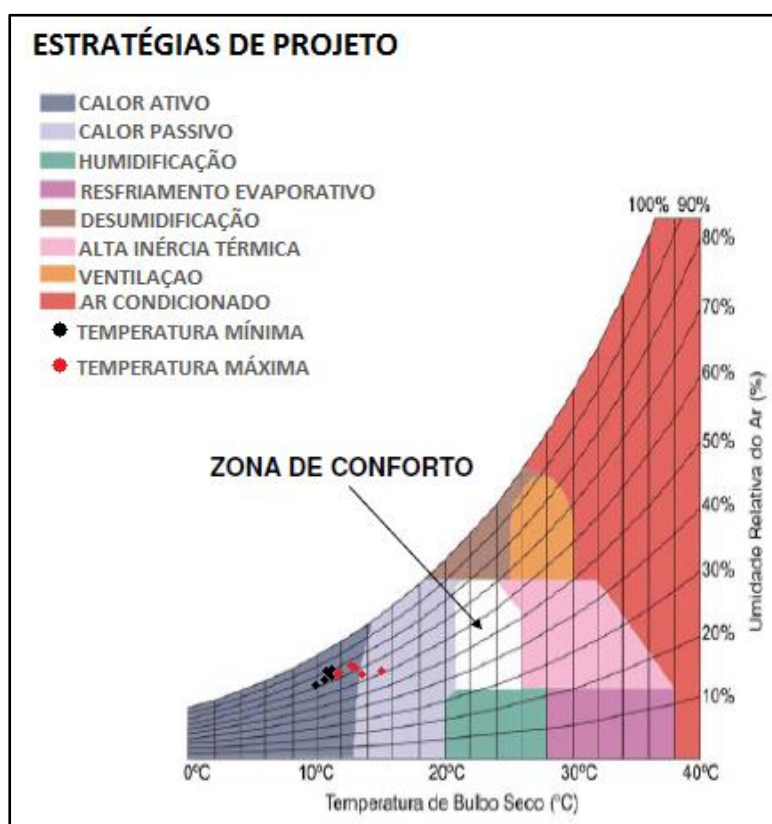


Figura 57 – Carta Bioclimática de Givoni no Local 2 para 'Arribes del Duero' Villalcampo . Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986)

Os resultados presentes na Carta de Givoni mostram que a temperatura máxima registrada não ultrapassa o limite de 10,5°C proposto por Gonzalez (1986), tratando-se, então, de um contexto extremamente frio (Figura 58). Através dos limites implementados pelo autor, percebe-se a necessidade de estratégias de aumento da temperatura através de calor ativo, ou seja, aquecimento com recurso a fontes artificiais.

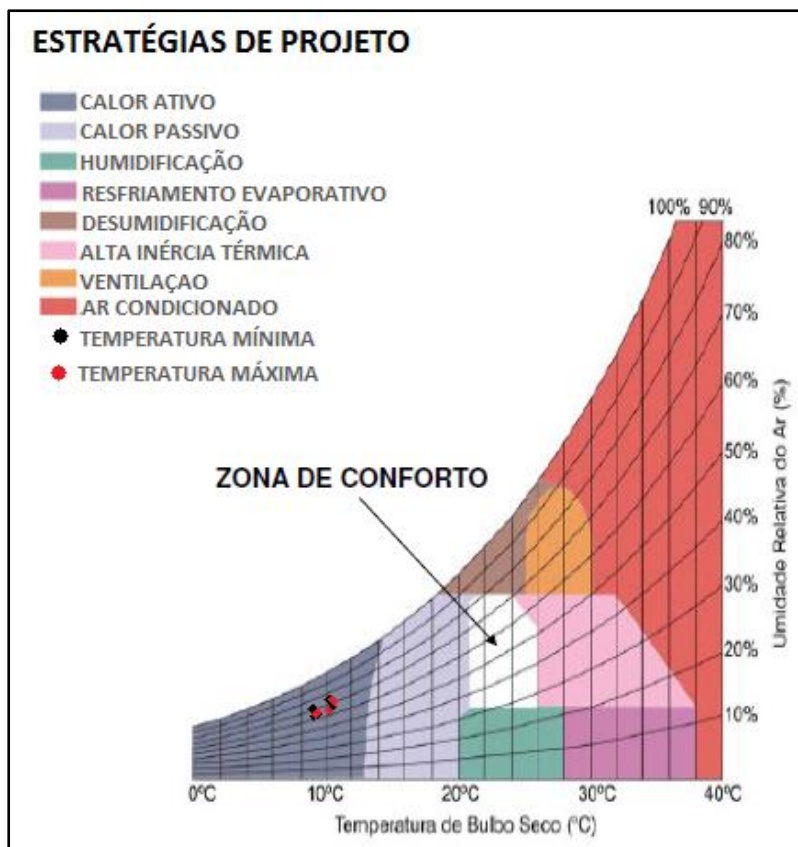


Figura 58 – Carta Bioclimática de Givoni no Local 3 para ‘Arribes del Duero’ Villalcampo. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986)

4.4 Casa del Parque de Villafáfila

Os resultados para este local foram obtidos no intervalo temporal compreendido entre as 16:40 do dia 14 de dezembro de 2018 e as 15:40 do dia 16 de dezembro de 2018, horários estes em comum de início e fim da medição para os dois equipamentos e a Estação Meteorológica. Com esta disposição dos sensores foi possível comparar as diferenças de temperatura entre os dois locais no interior do

edifício, assim como, compará-los com o ambiente externo.

Na Figura 59, pode-se observar que as temperaturas permaneceram praticamente constantes durante a maior parte do tempo de medição. Isso acontece pela influência do desempenho térmico do edifício, porém, há uma diferença significativa de temperatura entre os dois locais.

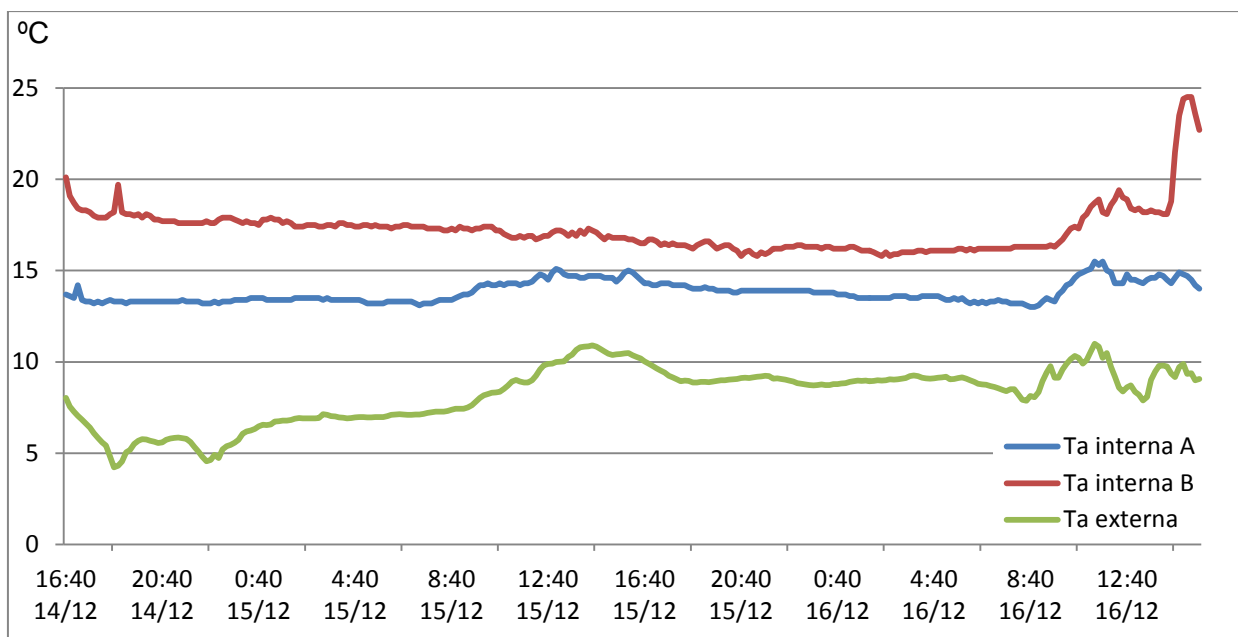


Figura 59 - Comparação de temperaturas entre o interior e o exterior para Casa del Parque de Villafáfila

O local onde foi posicionado o equipamento A, na parte inferior, registrou temperaturas mais amenas em comparação com a parte superior. Tal acontecimento deveu-se à constante abertura da porta de entrada próximo ao equipamento, favorecendo a entrada de correntes de ar mais frias advindas do exterior, causando a sensação de arrefecimento no ambiente interno inferior. As temperaturas mais elevadas registradas na parte superior (local B) foram causadas pela presença de janelas, que permaneceram fechadas, evitando entrada de correntes de ar, mas favorecendo a incidência de raios solares no ambiente, aquecendo-o.

Acresce ainda que a altura entre o chão e o teto no ponto A é maior que no ponto B (7-8 metros), assim, há maior facilidade de perda natural de calor da parte inferior para a superior por convecção, gerada pela não-homogeneidade da densidade por diferenças de temperatura (Silva, 2006).

Esta análise pode ser comprovada pelo coeficiente de correlação de Pearson, onde notou-se que a relação de temperatura do ar entre os locais A e B é fraca. Enquanto o local B possui uma relação bem fraca com o exterior, o local A registra uma relação forte com o ambiente externo (Tabela 13).

Tabela 13 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Villafáfila

Local	Local A	Local B	Exterior
Local A	1	0,215	0,725
Local B	0,215	1	0,199
Exterior	0,725	0,199	1

Comprova-se, na Figura 60, a relação de parâmetros higrotérmicos (humidade e temperatura). Essa relação inversa pôde ser notada quando o aumento de temperatura no local, causada pela insolação, provocou uma diminuição da humidade e vice-versa.

As temperaturas baixas no ambiente externo justificam as altas humidades, pois é formado vapor d'água pelo resfriamento no ambiente, até atingir o ponto de orvalho (Guiseline, 2002).

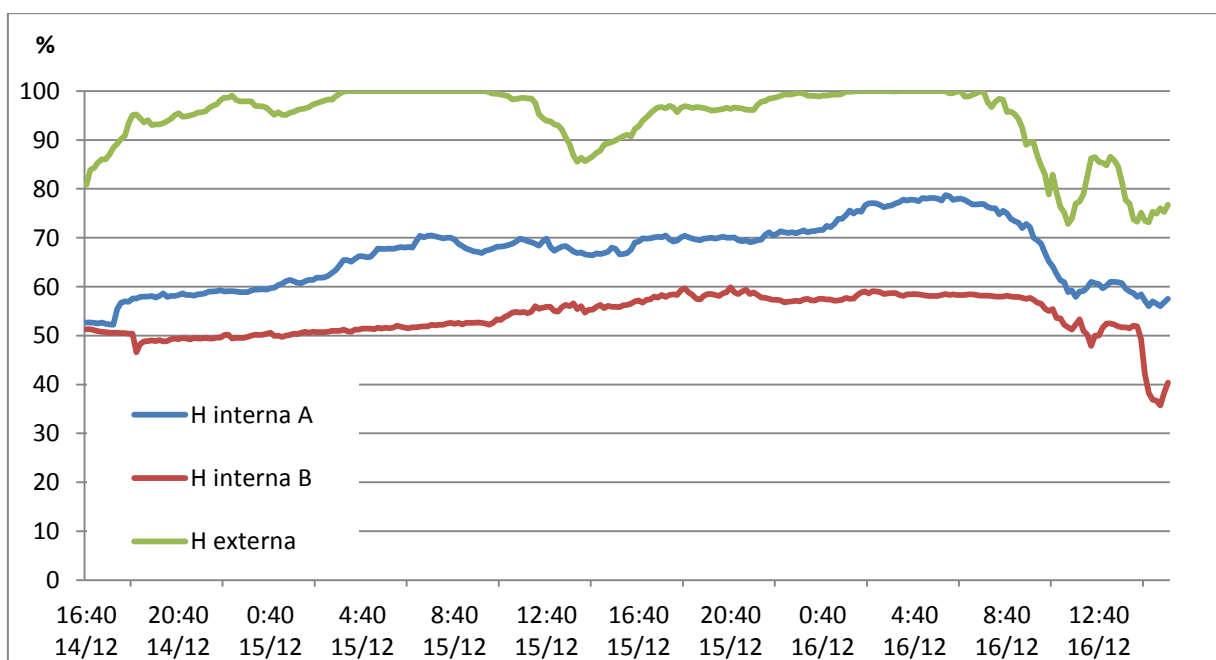


Figura 60 - Comparação de humidades entre interior e o exterior na Casa del Parque de Villafáfila

A relação de humidades de acordo com a correlação de Pearson, para os locais A e B, é forte e moderada com o exterior (Tabela 14).

Tabela 14 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Villafáfila

Local	Local A	Local B	Exterior
Local A	1	0,897	0,680
Local B	0,897	1	0,621
Exterior	0,680	0,621	1

As temperaturas mínimas na área exterior foram registadas no período onde há perdas radiativas de energia acumuladas, na forma de calor por grande comprimento de onda (Lamberts et al., 2016) – entre às 22:00 e em períodos próximos do horário de nascer do sol às 08:30 – nos dias de análise da Estação Meteorológica. Os valores máximos de temperatura apontados registaram-se, maioritariamente, no período da tarde (Tabela 15).

Tabela 15 – Valores de temperaturas mínimas e máximas por dia para ambiente externo na Casa del Parque de Villafáfila

Data	T mínima (°C)	Humidade 1 (%)	Hora 1	T máxima (°C)	Humidade 2 (%)	Hora 2
05/12/2018	3,85	99,99	22:00	10,78	87,51	16:10
06/12/2018	4,50	99,99	04:10	10,05	96,27	16:30
07/12/2018	4,49	99,99	10:30	11,31	86,10	15:40
08/12/2018	1,21	99,99	05:40	11,79	78,79	15:50
09/12/2018	-0,49	99,99	07:30	15,41	58,85	15:10
10/12/2018	-1,20	99,99	07:40	10,83	73,26	15:20
11/12/2018	-1,65	99,99	06:00	9,11	77,53	14:30
12/12/2018	-0,89	99,99	03:10	8,03	93,51	17:10
13/12/2018	-0,04	96,24	22:40	9,20	63,81	12:40
14/12/2018	-0,81	99,88	06:50	10,85	57,98	13:50
15/12/2018	6,06	96,98	00:00	10,90	86,09	14:30
16/12/2018	7,87	98,23	08:30	10,98	72,85	11:20

Pela Carta de Olgyay percebe-se a importância da radiação no ambiente

externo a fim de proporcionar o conforto, além disso, é necessário níveis mais elevados de *clo* para melhores sensações térmicas, sabendo que, pela Figura 61, há valores até mesmo abaixo da linha de congelação.

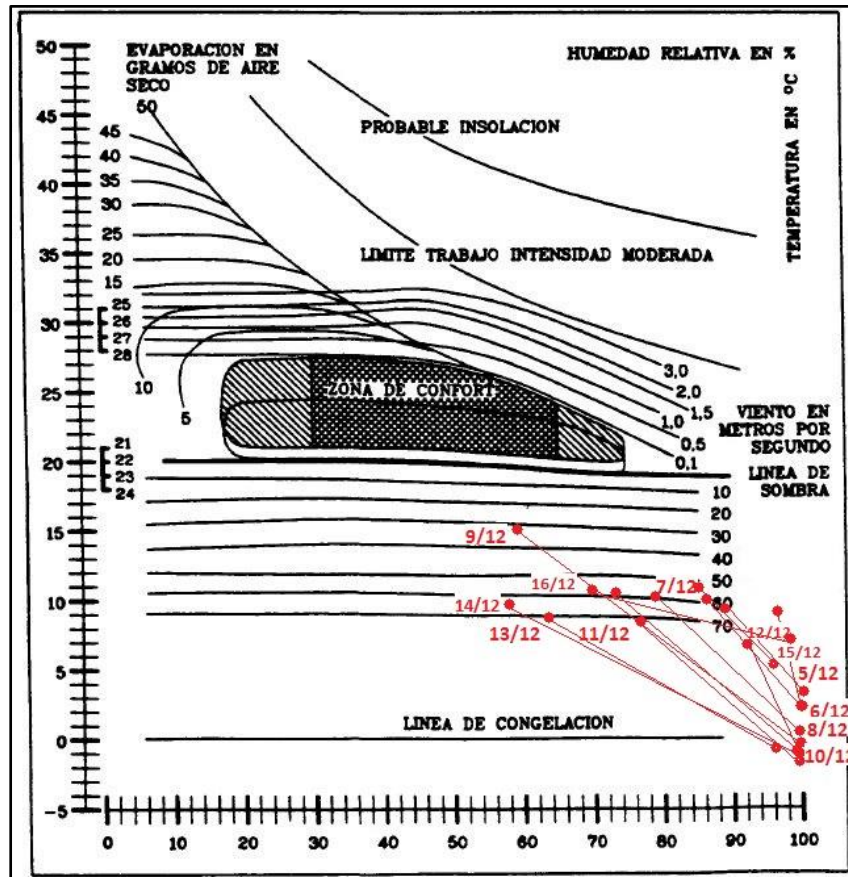


Figura 61 – Diagrama de Ogyay para Casa del Parque - Villafáfila. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)

Percebe-se, pela comparação de temperatura registrados nos dois locais de análise no edifício, que 16:00 é o horário onde houve os maiores valores de temperatura (Tabela 16). Isso deve-se à tendência normal de elevação térmica neste período do dia, mas, também, à acumulação de calor no local, sabendo que a porta de entrada não foi aberta – esta que permite as correntes de ar – durante um intervalo de duas horas (tempo de encerramento do edifício para o intervalo de almoço).

Tabela 16 – Valores de temperatura e humidade por datas e horas registradas pelos dois equipamentos para Casa del Parque de Villafáfila

Data	Hora	Temperatura A (°C)	Humidade A (%)	Temperatura B (°C)	Humidade B (%)
14/12/18	16:00	14,6	53,2	20,1	51,3
14/12/18	20:00	13,3	58,6	18,1	48,8
15/12/18	10:00	14,2	67,3	17,4	52,5
15/12/18	16:00	15	66,7	16,7	56,2
15/12/18	20:00	13,9	69,8	16,4	58,3
16/12/18	10:00	13,9	69,5	16,7	56,7
16/12/18	16:00	14	57,5	21,5	42,8

As humidades, referente às temperaturas identificadas nos horários desta análise, foram utilizadas para a identificação dos pontos na Carta de Givoni. Percebe-se que o edifício necessita de estratégias de aumento de temperatura através de calor passivo, principalmente para a parte inferior, onde se localizava o equipamento A (Figura 62).

Os resultados para o local B, na parte superior, foram mais próximos da zona de conforto térmico, principalmente no horário da tarde. Desta forma, é necessário alcançar valores de temperatura um pouco superiores aos registrados neste horário, sem grandes mudanças na humidade.

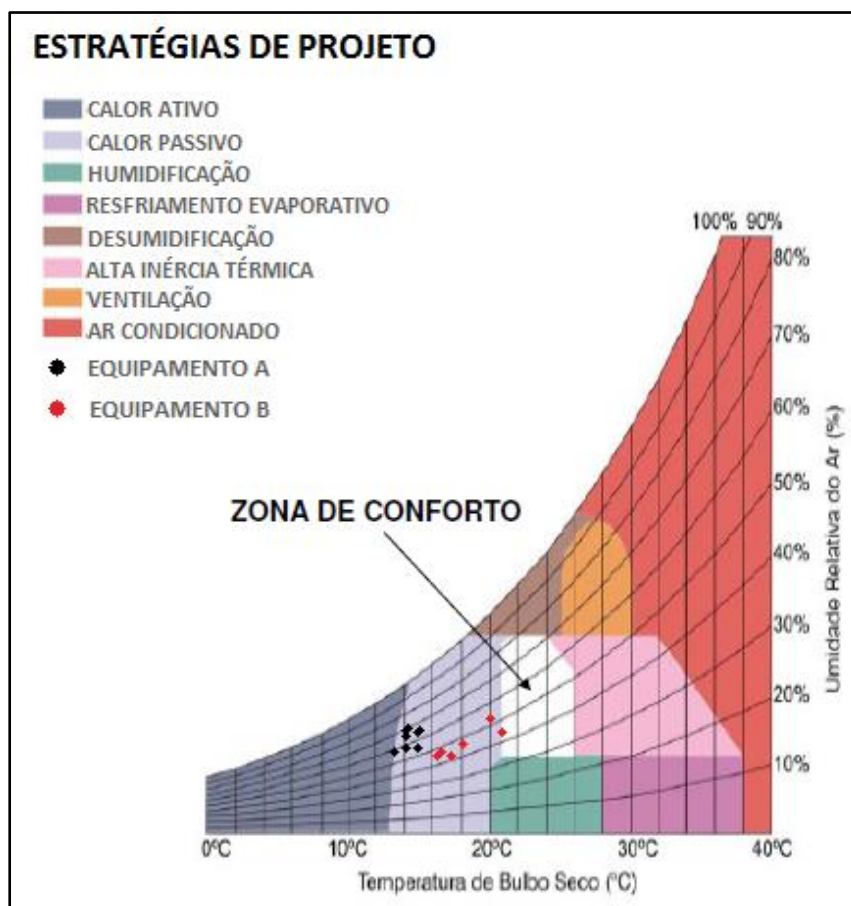


Figura 62 – Carta Bioclimática de Givoni para Casa del Parque – Villafáfila. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986)

4.5 Casa del Parque de Sanabria

Os resultados para esta casa foram obtidos no entre o intervalo de 18:30 do dia 16 de dezembro de 2018 e 18:30 do dia 23 de dezembro de 2018, aproximadamente, para os dois equipamentos HD 32.3 no interior e para a Estação Meteorológica no exterior.

Percebe-se pela Figura 63 que, se comparado com o local A, as temperaturas registradas no local B foram inferiores. O período de 11:00h às 15:00h, foi o que apresentou um maior incremento da temperatura, e as madrugadas registraram as temperaturas mais baixas, alcançando no período de monitorização temperaturas negativas.

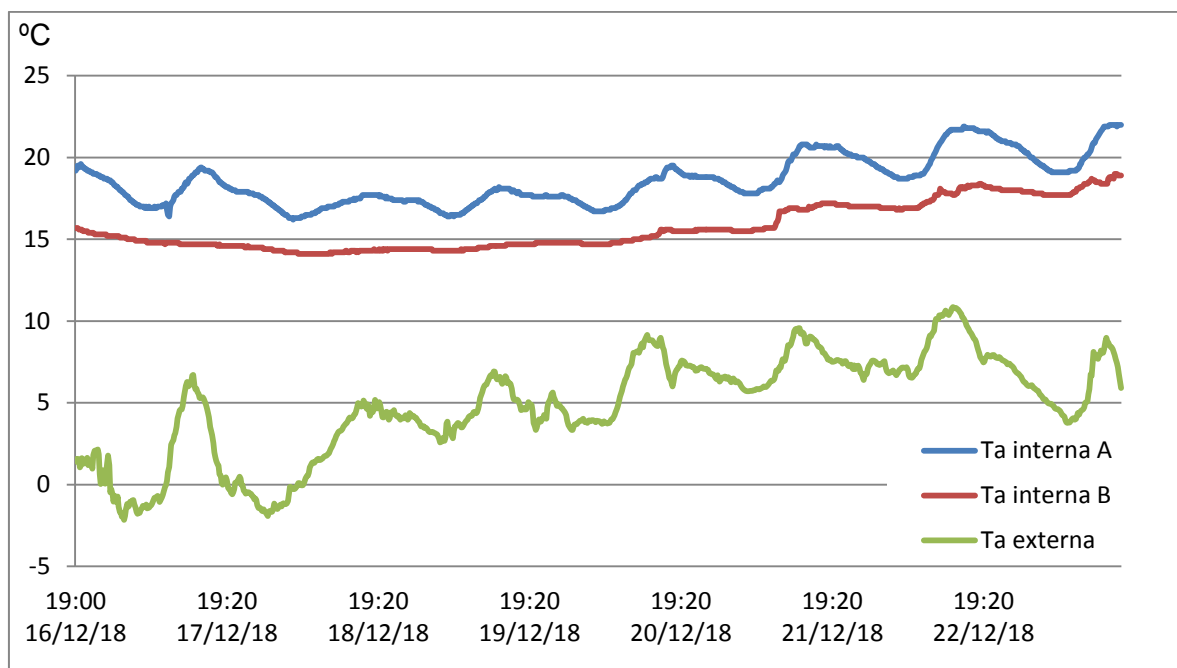


Figura 63 - Comparação de temperaturas entre o interior e o exterior para Casa del Parque de Sanabria

Estes resultados foram constatados, pois a monitorização no local B decorreu numa sala na parte mais central do edifício, sem interferência de agentes externos como o vento e a radiação solar. Acresce que esta sala possuía climatização artificial com temperaturas inferiores em relação ao local A, a fim de arrefecer o ambiente propositalmente, pois esta sala possui uma temática relativa às glaciações, assim, temperaturas mais amenas registadas no local fariam com que o visitante interagisse melhor com os assuntos didáticos tratados na sala.

No local A registaram-se temperaturas mais elevadas e maiores variações durante os dias de análise, pois o equipamento foi posicionado em frente a uma grande abertura envidraçada, permitindo a entrada de raios solares que favorecem o aquecimento.

O coeficiente de correlação de Pearson para os dados de temperatura do ar entre os locais A e B é forte, sabendo que existe um sistema de climatização no local que se encontra sempre ligado. Já entre os locais interiores (A, B) e o exterior, registou-se uma correlação moderada (Tabela 17).

Tabela 17 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Sanabria

Local	Local A	Local B	Exterior
Local A	1	0,897	0,680
Local B	0,897	1	0,621
Exterior	0,680	0,621	1

A monitorização na Casa do Parque de Sanabria decorreu durante o mês de dezembro, um dos meses mais húmidos e frios do ano. Nesta época do ano é mais difícil alcançar o conforto térmico desejado nos espaços exteriores, pois a radiação recebida na superfície é menor, existindo ainda mais humidade neste mês, como pode ser observado pelos valores de humidade externa na Figura 64. Neste contexto é necessário um maior isolamento térmico individual por vestuário (Hernández, 2013).

Também é possível perceber pela Figura 64 que a humidade relativa no ambiente interno, para os dois locais interiores estudados, abrange as percentagens satisfatórias para a sensação de conforto, de acordo com Lamberts et al. (2016), em um limite de 20% a 80%.

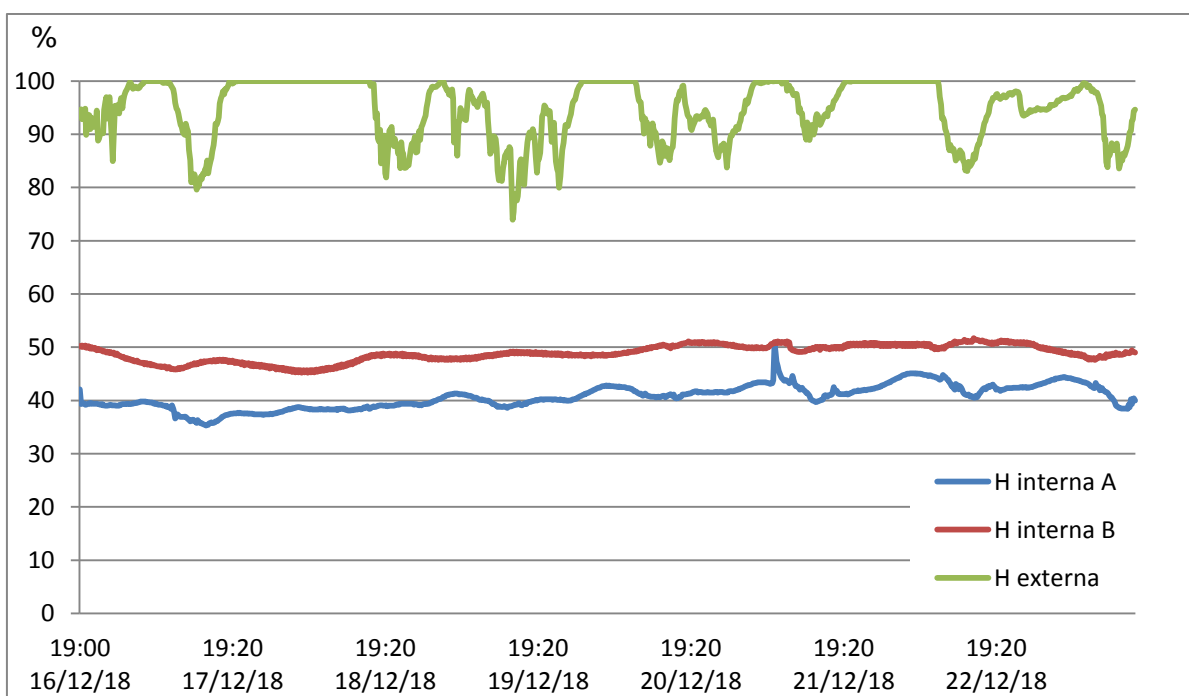


Figura 64 - Comparação de humidades entre o interior e o exterior para Casa del Parque de Sanabria

O coeficiente de correlação de Pearson para os dados humidade relativa entre os locais interiores A e B é moderada. Já estes locais e o exterior, registou-se uma correlação fraca e negativa, justificada por uma semana com muita chuva (Tabela 18).

Tabela 18 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Sanabria

Local	Local A	Local B	Exterior
Local A	1	0,692	0,248
Local B	0,692	1	-0,197
Exterior	0,248	-0,197	1

Devido às baixas temperaturas registradas no ambiente externo nas primeiras horas do dia, é normal que as humidades relativas neste mesmo ambiente apresentem valores elevados (Tabela 19), principalmente, quando estas temperaturas mínimas representam valores negativos, assim, o vapor de água presente no ar condensa. Tal acontecimento é referente ao ponto de orvalho, constatado neste ambiente externo (Horstmeyer, 2006).

Nota-se, também, uma elevada humidade relativa mesmo para valores de temperatura máxima, normal para esta época do ano em países temperados, e associadas a períodos de pluviosidade, dificultando alcançar o conforto (Hernández, 2013).

Tabela 19 – Valores de temperaturas mínimas e máximas por dia para ambiente externo para Casa del Parque de Sanabria.

Data	T mínima (°C)	Humidade 1 (%)	Hora 1	T máxima (°C)	Humidade 2 (%)	Hora 2
16/12/2018	0,044	96,11	23:20	2,48	91,55	19:00
17/12/2018	-2,16	99,28	03:00	6,72	80,18	14:00
18/12/2018	-1,91	99,99	01:50	5,18	86,28	18:50
19/12/2018	2,59	98,38	05:10	6,93	81,20	13:40
20/12/2018	3,34	99,73	02:10	9,14	88,67	14:00
21/12/2018	5,71	99,66	06:10	9,57	88,90	14:00
22/12/2018	6,39	99,99	00:20	10,85	83,19	14:30
23/12/2018	3,77	98,96	08:40	8,98	84,3	14:50

A linha de congelação apresentada na borda inferior do Diagrama de Olgay representa a temperatura mínima suportável antes que apareçam problemas de congelação (Garcia, 1994). Apesar de não apresentarem todos os valores abaixo da linha de congelação (Figura 65), o exterior analisado carece de maiores cuidados em relação ao vestuário de inverno, onde o valor ideal para o conforto nestes espaços é de no mínimo 1,85 clo (Hernández, 2013).

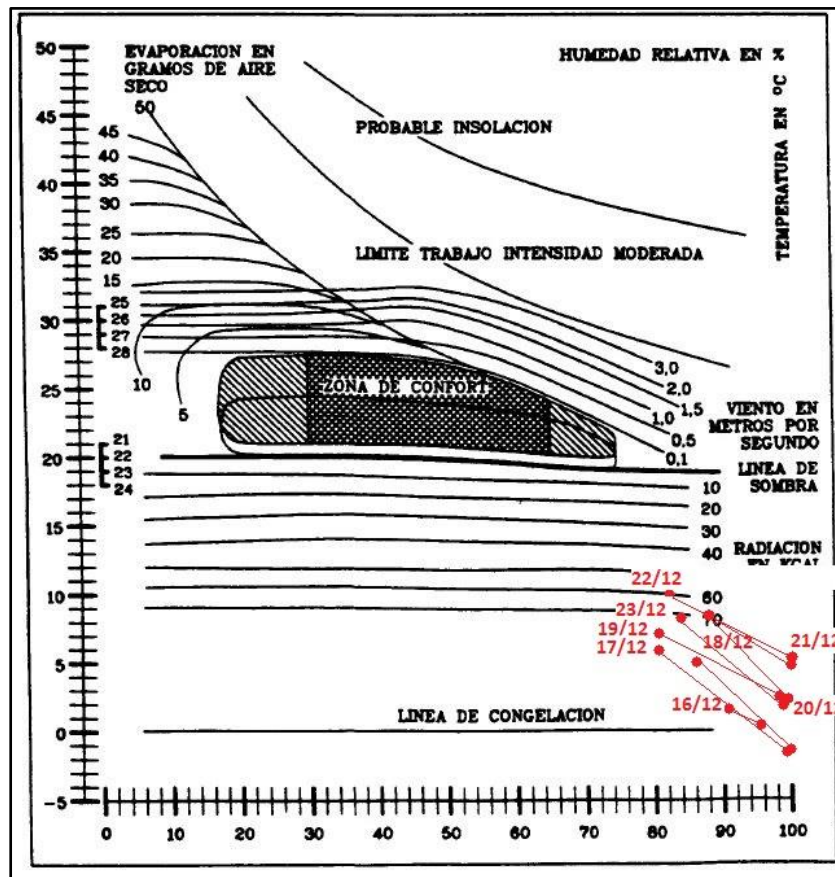


Figura 65 – Diagrama de Olgay para Casa del Parque - Sanabria. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)

Estas baixas temperaturas durante a noite-madrugada, influem na temperatura do interior do edifício no início da manhã, afetando a temperatura no momento de abertura da Casa del Parque às 10h, quando as portas são abertas e há trocas de correntes de ar entre o interior e o exterior, como pode-se notar na Tabela 20, onde os menores valores de temperatura foram registrados a esta hora do dia, quando comparados aos outros horários de interesse.

Tabela 20 – Valores de temperatura e humidade por datas e horas registradas pelos equipamentos A e B na Casa del Parque – Sanabria

Data	Hora	Temperatura A (°C)	Humidade A (%)	Temperatura B (°C)	Humidade B (%)
21/12/18	10:00	18,3	43,7	15,7	51
21/12/18	16:00	20,6	40,1	16,9	50,1
21/12/18	20:00	20,7	41,1	17,1	50,6
22/12/18	10:00	19,1	44,3	17,2	49,7
22/12/18	16:00	21,7	40,5	18,1	51,4
22/12/18	20:00	21,6	41,8	18,2	51
23/12/18	10:00	19,2	43	17,9	47,7
23/12/18	16:00	22	38,4	18,7	49

Níveis de conforto foram alcançados, considerando a temperatura e humidade, pelo equipamento A (Figura 66), nos horários de 16:00h e 20:00h, horário de retorno do almoço e encerramento do edifício, respetivamente. O equipamento B não alcançou estes valores e necessita de estratégias que envolvem o aquecimento solar passivo, ainda que, neste caso, o menor conforto térmico fosse intencional, pelos motivos apresentados anteriormente.

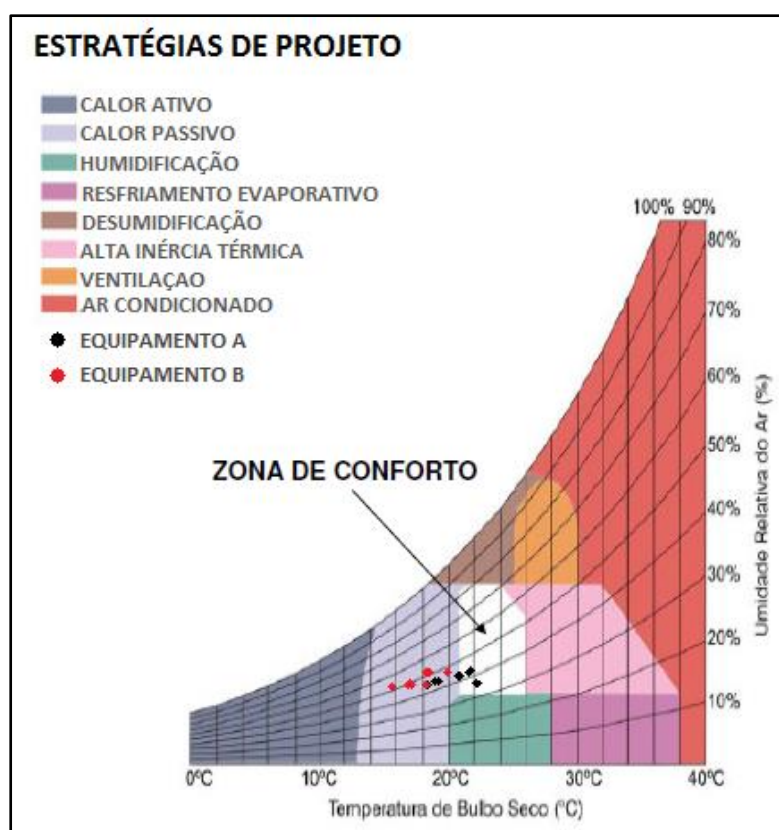


Figura 66 – Carta Bioclimática de Givoni para Casa del Parque – Sanabria. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986)

4.6 Parque Natural ‘Arribes del Duero’ Convento de San Francisco

O objetivo principal do local escolhido para a escolha do local de medição A – próximo à porta automática de entrada do edifício – foi sentir a interferência que esta estrutura teria na variação de temperatura, aquando da abertura do conjunto de duas portas que permitem o acesso a partir do exterior. Porém, pelos dados de temperatura obtidos, não se pode notar grande diferença nesta variável ao longo do dia, pois não se obtiveram mudanças sensíveis na temperatura (arrefecimento do ambiente interno) quando a velocidade do ar aumentou (pressupondo a abertura da porta).

Mediante o exposto, tal acontecimento pode ser explicado por duas razões: o período de abertura das portas é curto e tal fator pode ser irrelevante na mudança de temperatura. E, nesse contexto, o intervalo de medição do equipamento (10 minutos) terá sido demasiado longo para captar as variações registadas no pequeno intervalo de tempo em que a corrente de ar entra no edifício, visto que essas alterações são “diluídas” na média realizada pelo equipamento a cada dez minutos.

Percebem-se na Figura 67, quedas e elevações de temperatura ao longo dos três dias que o local se encontrava aberto. Estas mudanças devem ao funcionamento do sistema de aquecimento artificial presente no interior do edifício.

O começo do acréscimo de temperatura foi registrado às 10h (horário que o sistema era ligado pela monitora do Parque Natural). Às 14h nota-se decaimento de temperatura, pois este sistema era desligado para o intervalo do almoço. Às 16h o edifício abria novamente, registando-se, então, o aumento gradual de temperatura, pois o sistema de aquecimento era novamente ligado. Outra queda pode ser notada a partir das 18h, horário onde este sistema era de novo desligado para o encerramento das atividades no local.

Este acontecimento pode ser comprovado, visto que, a partir da semana do dia 28 de janeiro de 2018, as temperaturas mantiveram-se mais constantes, justamente pelo fato do sistema de aquecimento não ter sido ligado, sabendo-se que o edifício funciona somente durante os fins de semana.

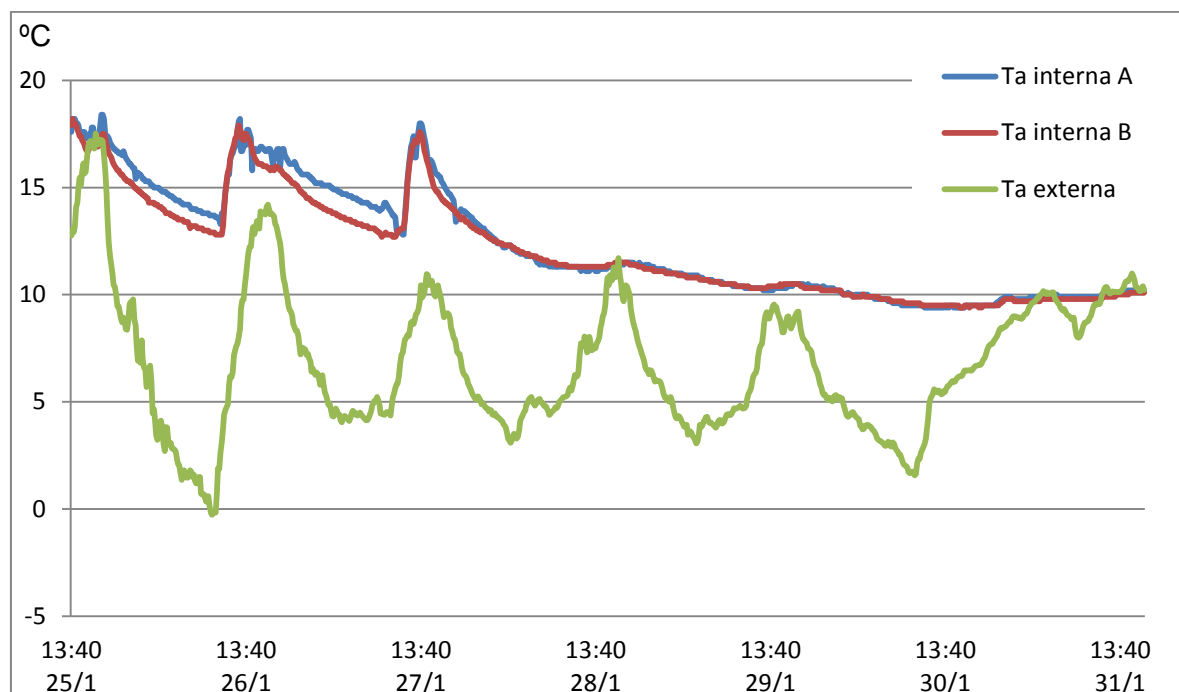


Figura 67 - Comparação de temperaturas entre o interior e o exterior para a Casa del Parque de Formoselle

Os resultados obtidos pela aplicação do coeficiente de correlação de Pearson, (Tabela 21) para os dados de temperatura do ar entre os locais de medição interna, demonstram que existe uma relação muito forte entre os dados. Já no caso da correlação entre os locais interiores e o exterior, este coeficiente, sendo significativo, apresenta uma correlação fraca (0,225 a 0,263). Estes resultados indicam que existe uma evolução próxima dos dados para o contexto interior, já a evolução face aos dados exteriores, traduz uma influência de menor relevância. Estes resultados poderão ser explicados pela influência dos factores internos (presença de calefação) e pelo isolamento térmico do edifício.

Tabela 21 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de temperatura registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Formoselle

Local	Local A	Local B	Exterior
Local A	1	0,989	0,225
Local B	0,989	1	0,239
Exterior	0,225	0,239	1

O comportamento da humidade registrado na Figura 66 foi o esperado para o

ambiente externo, assim como também constatado nos outros locais de análise, com grandes variações ao longo dos dias, sendo as menores humidades registradas, maioritariamente, pela manhã. Em comparação com a Figura 68, comprova-se a relação temperatura x humidade existente, quando os valores de temperatura aumentam com a calefação, a humidade é reduzida, permitindo certo nível de conforto tratando-se desta variável.

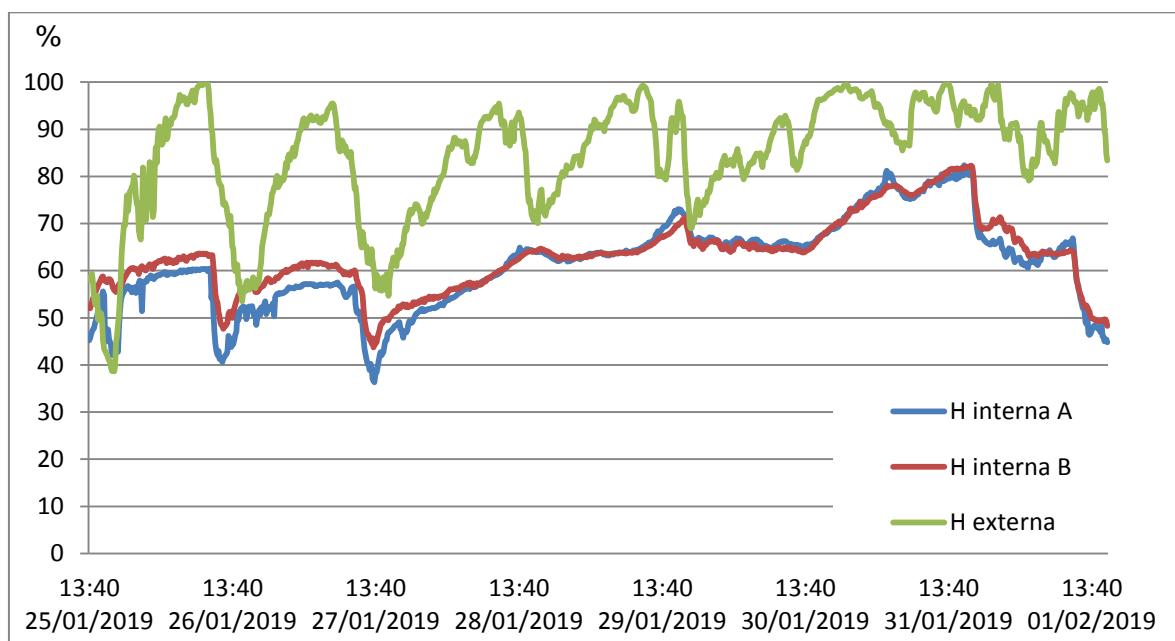


Figura 68 - Comparação de humidades entre o interior e o exterior para a Casa del Parque de Formoselle

No caso da humidade relativa (Tabela 22), o coeficiente de correlação de Pearson para os dados de temperatura do ar é muito forte entre os locais A e B. Já entre os locais interiores (A, B) e o exterior, registou-se uma correlação moderada entre os dados medidos nos diferentes locais.

Tabela 22 – Índice de Correlação de Pearson entre os dados de humidade relativa registados nos locais de monitorização da Casa del Parque de Formoselle

Local	Local A	Local B	Exterior
Local A	1	0,965	0,611
Local B	0,965	1	0,555
Exterior	0,611	0,555	1

Como esperado, as temperaturas mínimas registraram valores elevados de humidade, sendo a temperatura negativa constatada no dia 26 de janeiro de 2019, com maior valor de humidade e com o ar praticamente saturado de água (Tabela 23).

Estes elevados níveis de humidade relativa podem refletir a condensação nas superfícies interiores e exteriores do edifício, causando o aparecimento de fungos, de acordo com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2009).

Tabela 23 – Valores de temperaturas mínimas e máximas por dia para ambiente externo na Casa del Parque de Formoselle

Data	T mínima (°C)	Humidade 1 (%)	T máxima (°C)	Humidade 2 (%)
25/01/2019	4,470966	86,208	17,51728	40,951
26/01/2019	-0,2676334	99,886	14,19962	56,275
27/01/2019	4,054699	92,936	10,96591	56,638
28/01/2019	3,089166	86,172	11,7032	70,072
29/01/2019	3,059833	90,852	9,543134	79,808
30/01/2019	1,56215	92,441	9,113053	98,164
31/01/2019	6,793064	91,16	10,9924	90,828
01/02/2019	1,766117	97,289	6,85245	84,296

Pela análise do Diagrama de Olgay para a envolvente da casa do Parque Natural de Arribes del Duero entende-se a necessidade do aumento de radiação incidente, assim como a importância do vestuário para se atingir a zona de conforto estabelecida para o inverno (Figura 69).

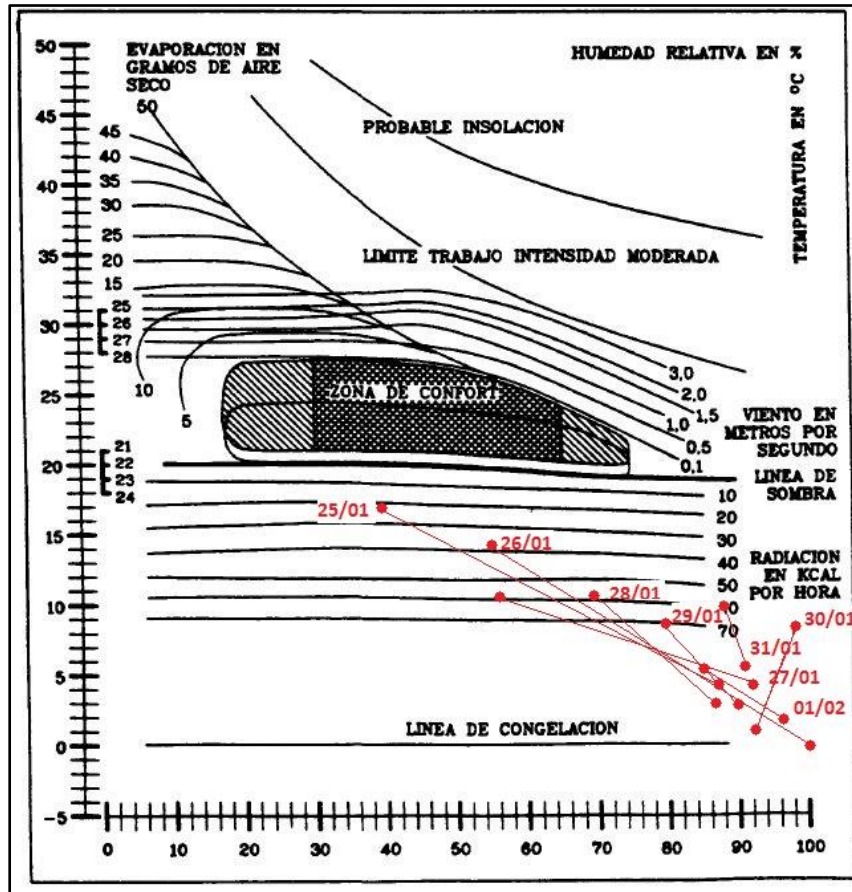


Figura 69 – Diagrama de Ogyay para Casa del Parque - Formoselle. Fonte: Adaptado pelo autor de Fariña (1990)

As temperaturas registradas nos horários de abertura (10h) e reabertura à tarde (16h) não sofreram influência do sistema de aquecimento, pois este ainda não havia sido ligado, diferentemente dos valores às 20h, onde o sistema se encontrava em funcionamento. Porém, devido aos maiores valores de temperatura do ar no ambiente externo no período da tarde, os níveis superiores de temperatura registrados deram-se na reabertura da Casa após o almoço, para os dois equipamentos (Tabela 24). Os níveis de humidade aferidos para estes horários encontraram-se dentro dos valores estabelecidos por Olgay (1963).

Tabela 24 – Valores de temperatura e humidade por datas e horas registradas nos locais A e B. para a Casa del Parque de Formoselle

Data	Hora	Temperatura A (°C)	Humidade A (%)	Temperatura B (°C)	Humidade B (%)
25/01/2019	16:00	17,3	55,6	16,7	58,8
	20:00	16,7	56,4	15,8	59,4
26/01/2019	10:00	13,5	60,5	12,8	63,3
	16:00	16,8	49,7	16	55,9
	20:00	16,1	51,9	15,2	58,1
27/01/2019	10:00	13,7	56,5	12,7	59,4
	16:00	15,6	47	14,8	50,2
	20:00	13,8	49,5	13,4	53,3

Percebe-se na Figura 70, para o ambiente interno, que há a necessidade de estratégias que envolvem o calor passivo para aumento de carga térmica no local, visto que, mesmo com sistema de calefação, ainda há temperaturas baixas que não proporcionam sensação de conforto, principalmente para o local onde se posicionou o equipamento B, pois não havia janelas abertas para permitir a entrada de radiação.

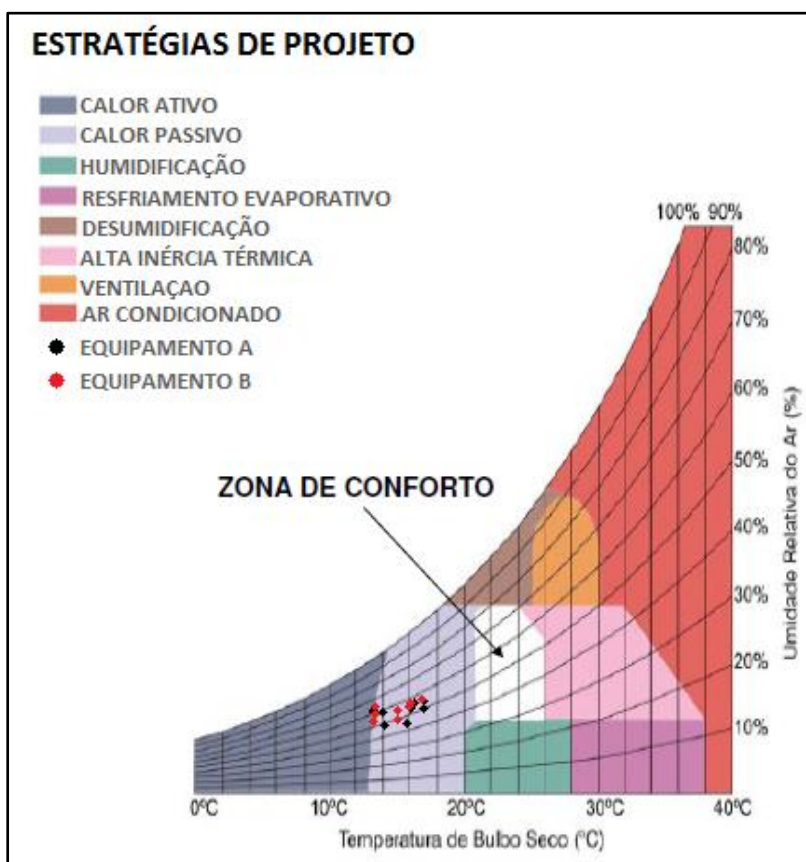


Figura 70 – Carta Bioclimática de Givoni para Casa del Parque – Formoselle. Fonte: Adaptado pelo autor de Gonzalez (1986)

4.7 Síntese de propostas para estratégias nos locais de análise

A fim de sintetizar as estratégias de projeto que podem ser adotadas pelos edifícios deste estudo visando o aquecimento do local, foi estruturado o Quadro 5, após a verificação dos resultados obtidos pela Carta de Givoni para o ambiente interior.

Quadro 5 – Resumo de estratégias para aquecimento no ambiente interno

Locais	Designações	Estratégia de projeto	Descrição
Posto Aquícola de Castrelos	Local 1	Calor ativo e passivo	Adoção de janelas e paredes transparentes, como os solários; Varandas com alpendres envidraçados; Paredes de acumulação; Aquecimento artificial; Vidros duplos; Isolamento das paredes e coberturas.
Parque Natural ' Arribes del Duero' Aula del Asno	Local 1	Calor ativo	Aquecimento artificial; Vidros duplos; Isolamento das paredes e coberturas.
	Local 2	Calor ativo e passivo	Adoção de janelas e paredes transparentes, como os solários; Varandas com alpendres envidraçados; Paredes de acumulação; Aquecimento artificial; Vidros duplos; Isolamento das paredes e coberturas.
	Local 3	Calor ativo	Aquecimento artificial; Vidros duplos; Isolamento das paredes e coberturas.
Casa del Parque de Villafáfila	Equipamento A	Calor passivo	Adoção de janelas e paredes transparentes, como os solários; Varandas com alpendres envidraçados; Paredes de acumulação.
	Equipamento B	Calor passivo	
Casa del Parque de Sanabria	Equipamento A	Calor passivo	
	Equipamento B	Calor passivo	
Parque Natural ' Arribes del Duero' Convento de San Francisco	Equipamento A	Calor passivo	
	Equipamento B	Calor passivo	

Fonte: O autor (2019)

Em alguns casos é inevitável a utilização de estratégias que envolvem o calor ativo, porém, em outros casos, provavelmente, somente o calor proveniente de sistemas passivos já é capaz de satisfazer as necessidades do edifício para alcançar o conforto térmico desejado, como é o caso das Casas del Parque de Villafáfila, Sanabria e Formoselle.

4.8 Estudos de percepção de conforto

Os gráficos apresentados foram construídos a partir das perguntas colocadas ao total de 142 utilizadores dos Centros de Interpretação estudados. Neste inquérito utilizou-se a escala de sete pontos proposta por Fanger (1972) – entre muito quente (+3) e muito frio (-3) – para as análises de sensação de conforto térmico em resposta à pergunta “Como se sente em relação ao conforto, neste momento?” avaliando a sua relação com as variáveis medidas, em simultâneo com o inquérito: temperatura do ar, humidade relativa, velocidade do ar e temperatura média radiante.

4.8.1 Temperatura do ar

Para compreender se as variáveis monitorizadas influem sobre o conforto térmico, aplicou-se, uma vez confirmada a normalidade dos dados, o teste one-way Anova. Com este teste foi possível determinar quais as variáveis que podem ser associadas a diferenças significativas na percepção de conforto. Os resultados do teste Anova determinaram a temperatura do ar (T_a) ($p < 0.05$) como uma dessas variáveis. Com este resultado é possível concluir que existem diferenças significativas na temperatura quando considerado o contexto das respostas sobre a percepção de conforto térmico.

Pela análise da Figura 71, podemos constatar que existe uma variação incremental na distribuição dos valores de temperatura, em particular no que diz respeito à mediana. No entanto, essa diferenciação não é absolutamente clara no que diz respeito à distribuição dos segundo e terceiro quartis para as sensações térmicas de ligeiramente frio (-1), nem frio nem calor (0) e ligeiramente quente (+1). Apenas uma resposta foi dada correspondendo às sensações térmicas de frio (-2) e

muito quente (+3), o que obviamente limita a análise no contexto dessas respostas.

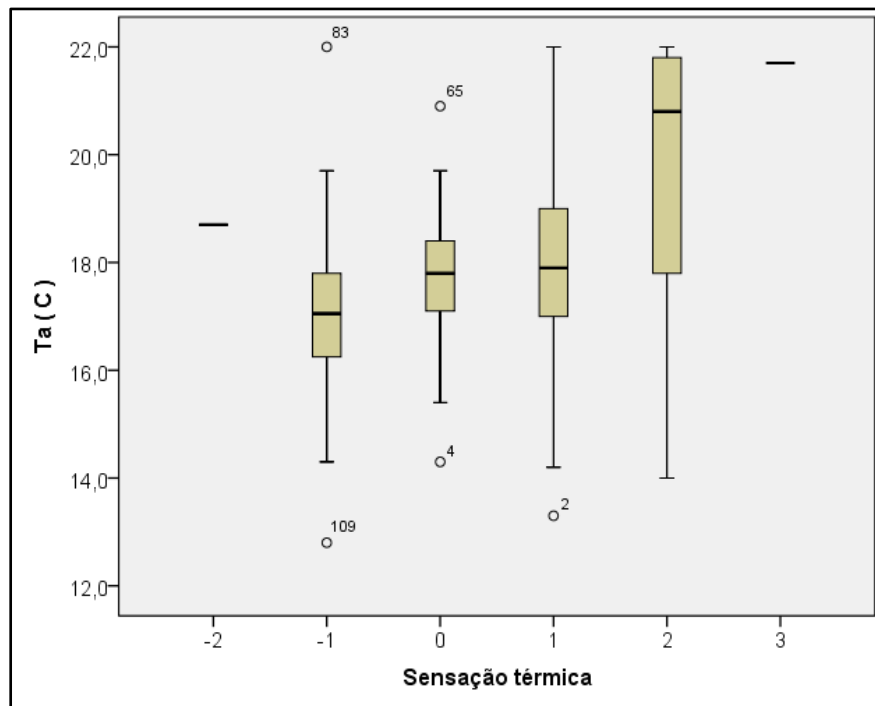


Figura 71 – Boxplot de relação entre a temperatura do ar e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)

4.8.2 Humidade

A análise da variância simples (Anova) determinou que não existem diferenças significativas entre os dados de humidade relativa, quando relacionados com as respostas de percepção de conforto térmico, pois o valor obtido (0,332) é superior ao valor de referência ($p\text{-value} < 0,05$). A Figura 72 é somente demonstrada para comprovar o teste.

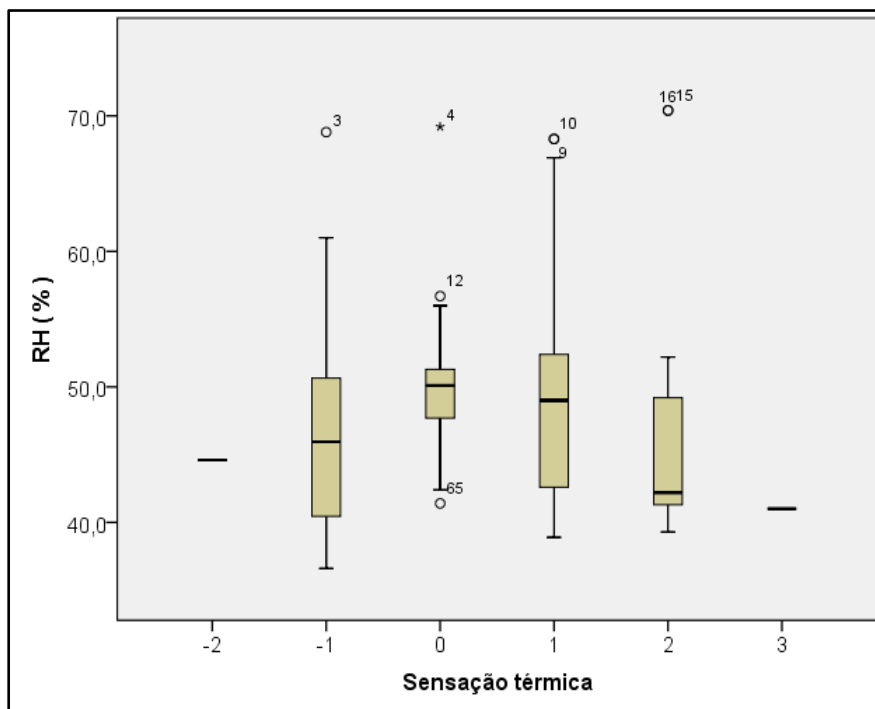


Figura 72 – Boxplot de relação entre a humidade relativa do ar e a escala de sensação térmica.
 Fonte: O autor (2019)

4.8.3 Velocidade do ar

A análise da variância simples (Anova) determinou que não existem diferenças significativas entre os dados de velocidade do ar, quando relacionados com as respostas de percepção de conforto térmico, pois o valor obtido (0,156) é maior que o valor de significância estabelecido (0,05), como de resto é sugerido pela análise da distribuição dos dados o que pode ser comprovado pela Figura 73.

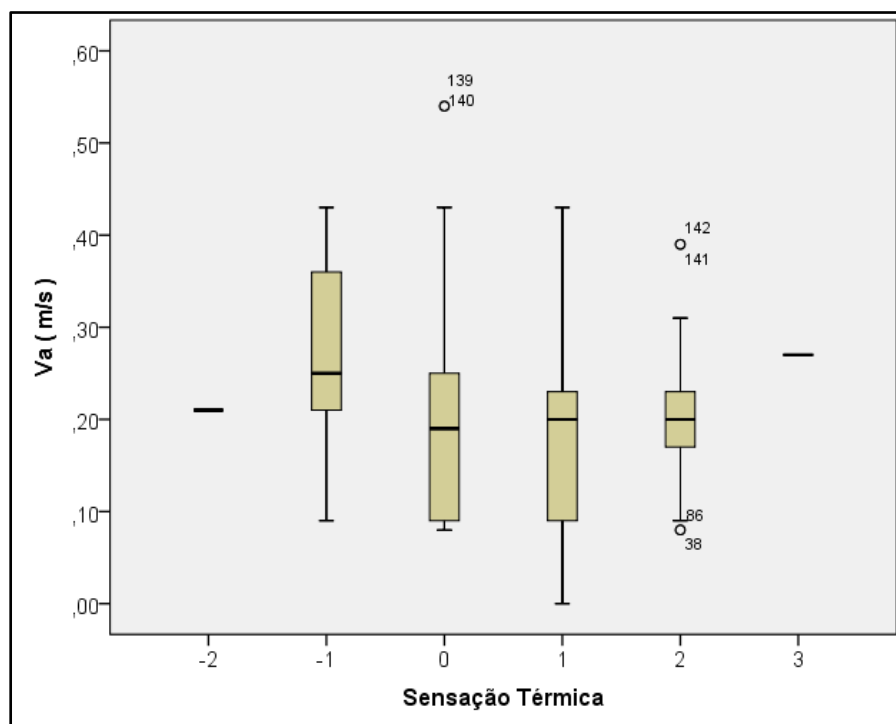


Figura 73 – Boxplot de relação entre a velocidade do ar e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)

4.8.4 Temperatura média radiante

Pela Figura 74, pode-se observar que, excluindo as respostas únicas relativas às condições de frio (-2) e muito calor (+3), existe um gradiente na escala das medianas, com o incremento da sensação de conforto quando se incrementa a temperatura média radiante. Relativo a este gradiente, registou-se uma elevada dispersão de resultados, com valores claramente divergentes do padrão de respostas. Os resultados do teste Anova também identificaram a temperatura radiante (T_r) ($p < 0.05$), como uma variável que apresenta diferenças significativas nos diferentes níveis de conforto térmico.

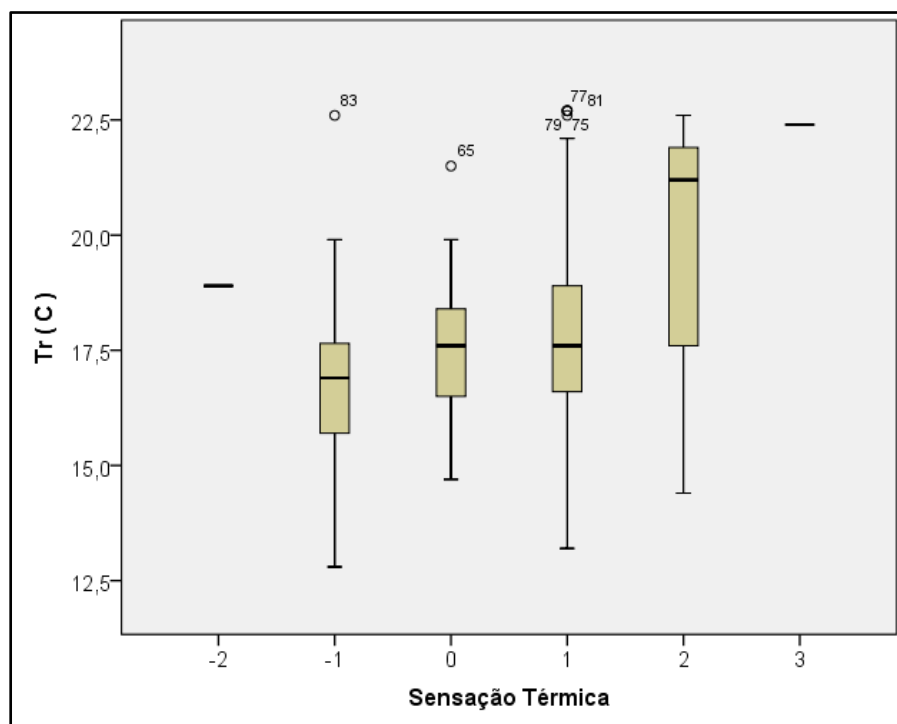


Figura 74 – Boxplot de relação entre a temperatura média radiante e a escala de sensação térmica.
 Fonte: O autor (2019)

4.8.5 Vestuário (*Clo*)

Assim como a umidade relativa e a velocidade do ar, os resultados do teste Anova também identificaram o *clo* como uma variável que não apresenta diferenças significativas nos diferentes níveis de conforto térmico. O valor obtido pelo teste foi de 0,928, superior ao valor de significância $p < 0,05$ (Figura 75).

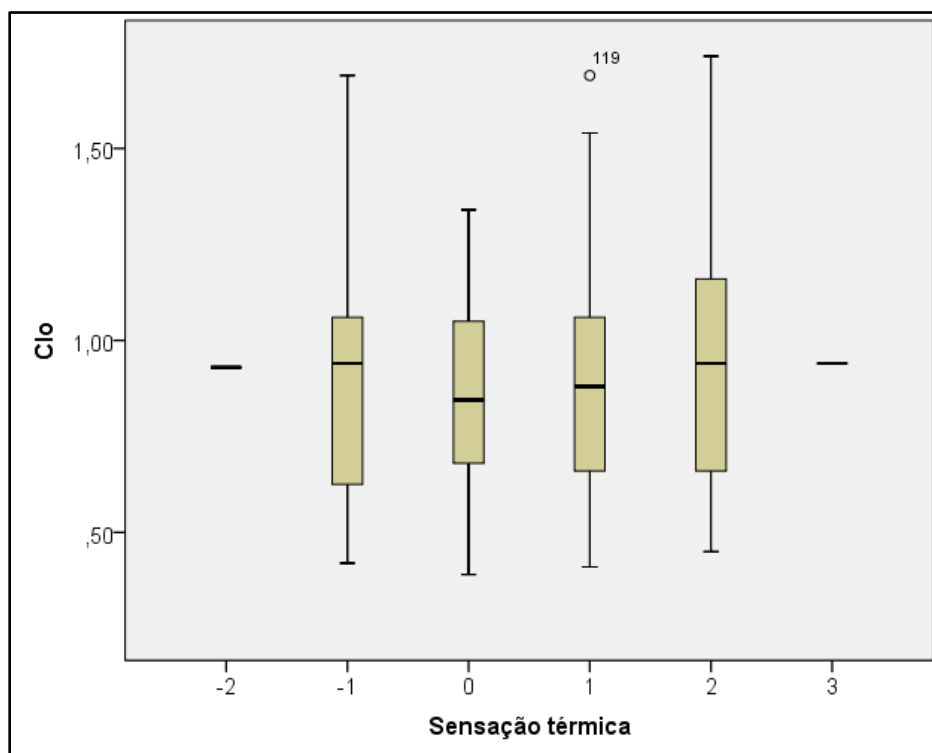


Figura 75 - Boxplot de relação entre o vestuário (clo) e a sensação térmica. Fonte: O autor (2019)

4.8.6 Comparação de resultados entre os diferentes locais dos inquiridos

Após ser testada a normalidade, realizou-se a análise Anova para avaliar a relação entre locais de monitorização e os resultados dos inquiridos colocados aos utilizadores. Nesta análise conclui-se sobre a existência de diferenças significativas nos resultados entre os locais ($p < 0.01$). Estas diferenças ficam ainda em evidência pela análise da distribuição dos resultados: com uma maior mediana e uma distribuição mais elevada de temperatura do ar (Figura 76) e temperatura média radiante (Figura 77) na casa de Sanabria, quando comparada com as restantes casas em análise; no caso da velocidade do ar (Figura 78), regista-se uma mediana superior na casa de Fermoselle (com uma grande dispersão de resultados), quando comparados com os resultados registados nas casas de Villafafila e Sanabria.

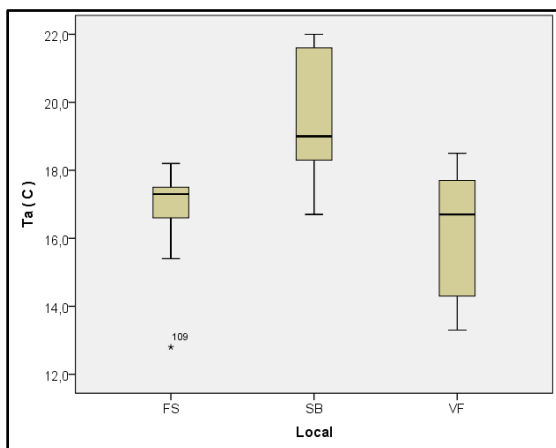


Figura 76 – Boxplot de relação entre a temperatura do ar e os locais de estudo. Fonte: O autor (2019)

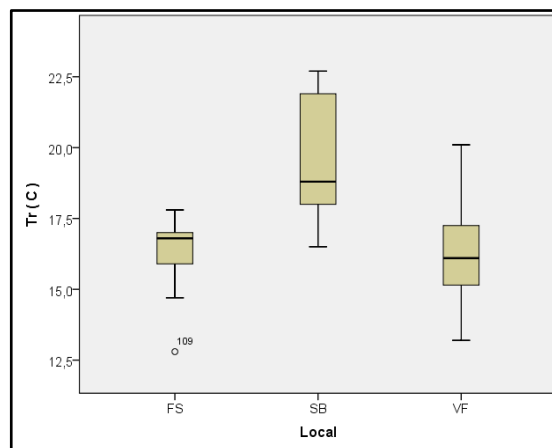


Figura 77 – Boxplot de relação entre a temperatura radiante e os locais de estudo. Fonte: O autor (2019)

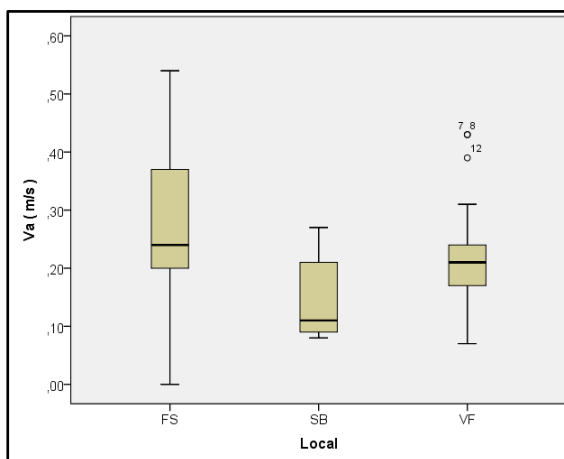


Figura 78 – Boxplot de relação entre a velocidade do ar e os locais de estudo. Fonte: O autor (2019)

Quando analisados os resultados da distribuição da percepção de conforto para os três locais de análise (Figura 79), a maior frequência de respostas deu-se genericamente na avaliação de *ligeiramente quente* (+1). Considerando as frequências relativas à percepção de desconforto pelo calor, estas foram maiores na Casa del Parque de Sanabria, local onde se registou um número relevante de percepções de *calor* (+2). No outro extremo, a maior frequência de percepção de desconforto pelo frio deu-se para os resultados da Casa de Formoselle. Globalmente, estes resultados demonstram que não existe uma elevada divergência face ao valor ideal de neutralidade térmica, com a maioria dos resultados a situar-se entre a condição de *ligeiramente frio* (-1) a *ligeiramente quente* (+1).

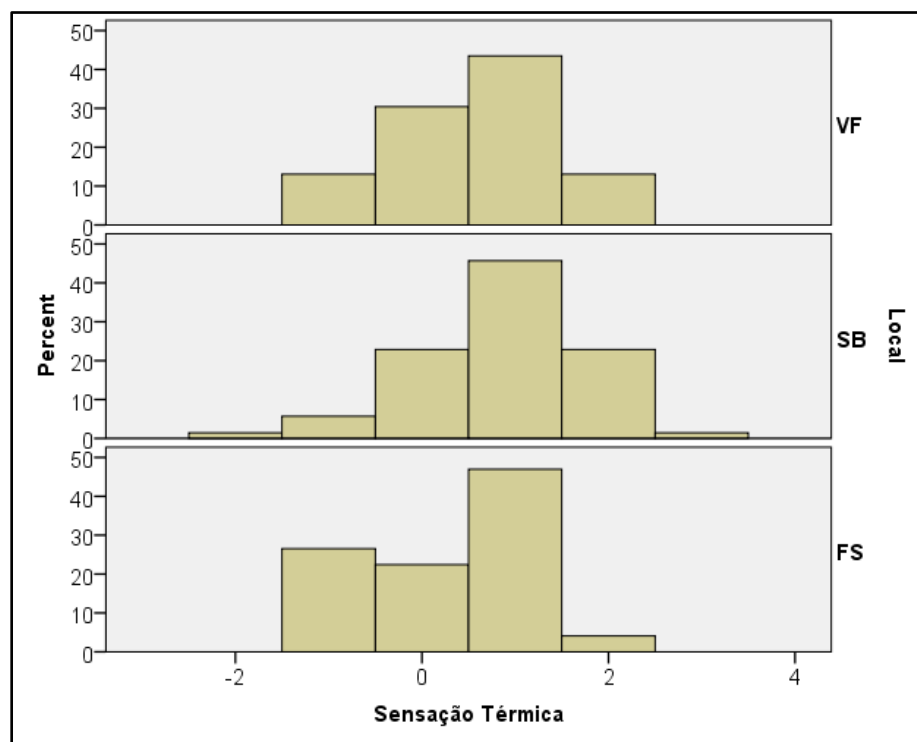


Figura 79 – Histograma de relação entre os locais de estudo e a escala de sensação térmica. Fonte: O autor (2019)

Ainda que não tenha sido possível estabelecer uma relação estatística entre as variáveis de conforto térmico (do contexto e do visitante) e a percepção de conforto, constata-se que os resultados obtidos para os diferentes locais estão relacionados com as condições presentes no momento da aplicação dos inquéritos. Esta relação está patente no facto de ser a casa de Sanabria, local onde se registaram temperaturas mais altas, o local onde a percepção de conforto é consistentemente mais elevada. Estas circunstâncias podem ser confirmadas pela aplicação do teste de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$) (Tabela 25), pelo qual se demonstra a prevalência de uma percepção de conforto mais elevada nesta casa, por comparação com as casas de Villafáfila e Formoselle.

Tabela 25 – Teste estatístico de Kruskal-Wallis, para a ordenação da percepção de conforto térmico

Local	Nº inquéritos	Mean Rank
Villafafila	23	68,57
Sanabria	70	81,67
Fermoselle	49	58,35
Total	142	

Ainda que os resultados não sejam completamente conclusivos, pode-se avançar uma explicação para as diferenças na percepção de conforto entre os diferentes locais. Pois, sendo os dois parâmetros de temperatura considerados, temperatura do ar e temperatura média radiante, relevantes para o conforto térmico, constatou-se que o incremento destes parâmetros se traduziu no incremento da percepção de conforto térmico. Porém, não foi possível estabelecer qualquer relação com o parâmetro de velocidade do ar.

5 CONCLUSÃO

Segundo Nicol (1993), o alcance do conforto térmico ideal envolve três fatores que exprimem sua importância, tais como a satisfação, a economia de energia e o estabelecimento de padrões. Fanger (1972) acreditava ser fundamental a realização de estudos de conforto térmico pelo "desejo do homem de sentir-se termicamente confortável", assim, vê-se a necessidade de buscar a satisfação das necessidades dos ocupantes dos edifícios, sabendo que, segundo Baker e Standeven (1996), esta satisfação envolve a adaptação e o desejo das pessoas de permanecerem no ambiente, seja ele interno ou externo.

Também é importante ressaltar a importância de se alcançar edifícios com melhor desempenho energético, através de projetos para incremento térmico com o uso da radiação no inverno e de se utilizarem estratégias que permitam a ventilação natural no verão. Os estudos do conforto térmico também devem permitir estabelecer padrões para edifícios com finalidades e regiões diferentes, assim como avaliar diferenças motivadas pelo tipo de vestuário dos visitantes/ocupantes.

Este estudo procurou avaliar as diferenças térmicas entre o ambiente interno e externo, contrastando em alguns locais com a percepção de conforto dos visitantes em Casas de Interpretação Ambiental na fronteira entre Portugal e Espanha, situadas num contexto climático semelhante.

Os resultados obtidos refletiram uma grande heterogeneidade, como consequência da diversidade de métodos e locais estudados. Para o ambiente externo, relataram-se interpretações semelhantes em todos os locais estudados, pela época do ano (outono-inverno). Em particular, os resultados mostram que, genericamente, não se alcançassem condições de conforto térmico exterior, sendo ainda notória a grande amplitude térmica, em que apenas pontualmente se registaram condições de conforto com níveis médios de vestuário.

No que diz respeito ao conforto térmico interior, os únicos locais que apresentaram algum nível de conforto térmico foram a Casa del Parque de Sanabria (ponto A), e a Casa del Parque de Villafáfila, na parte superior e no período da tarde. Percebe-se, notoriamente, a relação entre estes dois locais e o conforto térmico atingido, pois os equipamentos foram posicionados próximos às janelas onde era permitida a entrada de raios solares. Estes resultados são coerentes com o registo

de valores na faixa de conforto para os parâmetros de referência. Nos restantes locais e na maior parte das circunstâncias, os resultados demonstram a dificuldade existente de se atingirem condições de conforto nesta época do ano no ambiente interno, mais evidente nos locais sem sistemas de climatização.

A comparação entre os dados de temperatura e humidade para o interior e exterior dos edifícios, permitiu, como expectável, identificar padrões de comportamento semelhantes na maior parte dos locais interiores de monitorização. No que respeito à relação entre os dados do interior e exterior dos edifícios, verificou-se uma influência variável das condições exteriores. Neste particular, edifícios climatizados no período semanal, como é o caso da Casa del Parque de Sanabria, registram um perfil de temperatura e humidade com uma fraca relação com o contexto exterior, como resultado da ação combinada do desempenho térmico dos edifícios e dos sistemas de climatização. No extremo oposto, as casas que se encontram desocupadas e não possuem sistemas de climatização, apresentaram genericamente um perfil térmico com uma maior influência das condições exteriores.

Neste estudo foram ainda aplicados estudos de conforto térmico, procurando validar de modo subjetivo os resultados obtidos pela interpretação das variáveis físicas de conforto. Apesar de alguma coerência associada à interpretação das variáveis de temperatura do ar e média radiante, registaram-se algumas divergências face aos padrões de conforto expectáveis, que dificultam a interpretação dos dados. Aspectos complementares como a variação do nível de vestuário ou alguma subjetividade na interpretação do conforto, poderão explicar essas diferenças que, no entanto, não puderam ser plenamente explicadas neste estudo.

Procurando melhorar as condições existentes, medidas como a introdução de árvores com folhas caducas e estruturas de sombreamento móvel são soluções que, sendo aplicadas no exterior, podem ser relevantes para o conforto térmico do edifício, tanto no verão quanto no inverno. Complementarmente, a adaptação dos edifícios incorporando estratégias de aquecimento ativo e passivo devem ser implementadas para ampliar as estratégias de obtenção de conforto térmico. Porém, também é de extrema relevância considerar a importância da aceitabilidade térmica dos utilizadores, como forma de obviar consumos excessivos de energia.

Os estudos desenvolvidos no âmbito dessa dissertação terão continuidade,

com objetivos equivalentes, no período de verão. Nesses estudos serão avaliadas as condições de conforto térmico no outro extremo do contexto climático regional, como forma de melhor compreender a diversidade de condições de conforto térmico nos edifícios intervencionados no âmbito do Projeto BIOURB NATUR, para dessa forma melhor informar os processos gestão ou de intervenção nos mesmos.

Os resultados deste trabalho deverão ser completados com desenvolvimento de estudos de especialidade, relativos ao desenho bioclimático para envolvente dos edifícios, assim como devem ser desenvolvidos estudos mais detalhados sobre a adequação dos edifícios para dessa forma melhorar o desempenho térmico e energético, estes últimos são particularmente relevantes no âmbito dos edifícios que serão alvos de intervenção no âmbito do Projeto BIOURB NATUR.

REFERÊNCIAS

AEMET, I. M. Atlas Climático Ibérico. Temperatura do ar e Precipitação (1971-2000). **Agência Estatal de Meteorologia, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino e Instituto de Meteorologia de Portugal** (eds). ISBN, p. 978-84, 2011.

ALMEIDA, S., et al. (2009). **Representações e práticas de conforto térmico em ambientes interiores.** Disponível em: <

http://repositorio.lnec.pt:8080/bitstream/123456789/16254/1/Rel%20130_09.pdf>

Acesso em 26 mai 2018.

ALMEIDA, S. S. N. B. (2015). **Contributo do Arrefecimento Passivo por Ventilação de Habitações pela Aplicação do Método PCLR.** Disponível em:

<http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/23028/1/ulfc117297_tm_Sandra_Almeida.pdf

> Acesso em: 25 mai 2018.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. Classificação climática e regionalização do semi-árido do Estado do Piauí sob cenários pluviométricos distintos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n.2, p.143- 151, 2005.

APA – AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. (2009) **Qualidade do Ar em ambientes interiores: Um guia técnico.** Disponível em:

<https://www.apambiente.pt/_zdata/Divulgacao/Publicacoes/Guias%20e%20Manuais/manual%20QARInt_standard.pdf> Acesso em: 19 fev 2019.

ASHRAE (2017). **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.

ASHRAE (2004). **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.

ASHRAE. (1992). **Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.** American Society of Heating Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.

BAKER, N., STANDEVEN, M. (1996). **Thermal comfort for free-running buildings.** Rev. Energy and Buildings. Lausanne: v.23, p. 175-182.

BOGO, A et al. (1994). **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico.** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

CARVALHO, Homero J. M. (2006). **Metodologia para a análise das interações entre a forma urbana e o clima: Aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude.** 221 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro.

CBE Thermal Comfort Tool. 2018. **Center for the Built Environment**, University of

California Berkeley. Disponível em: < <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>> Acesso em: 20 out 2018.

CIDAUT - Fundação para investigação e desenvolvimento dos transportes a da energia. (2015). **Catálogo de soluções bioclimáticas de construção para minimizar o consumo de energia em edifícios**. 2015. Disponível em: < http://biourbhost.net/descargas/Catalogo%20soluciones%20constructivas/Catalogo_portugues_v7.pdf> Acesso em: 28 fev 2019.

DA SILVA, L. P; AMORIM, M. C. C. T.. [?]. **O estudo do conforto térmico nas Salas de aula da FCT/Unesp de Presidente Prudente–SP**. Disponível em: < http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo8/037.pdf> Acesso em: 4 mar 2019.

DELTA OHM SRL. (2009). **HD32.1 Thermal Microclimate Manual**. Caselle di Selvazzano, Italy.

DUARTE, D. H. S.(2000). **Padrões de Ocupação do Solo e Microclimas Urbanos na Região de Clima Tropical Continental**. Tese de Doutorado em Arquitetura apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP,. 278 p.

FARIÑA TOJO, J. 1990. **Clima, territorio y urbanismo**. Madrid, E.T.S. de Arquitectura, 378 pp.

FANGER, P.O. (1972). **Thermal Comfort: Analysis and applications in environmental engineering**. McGraw-Hill, New York, USA..

FERNANDES, J. T. (2009). **Código de Obras e Edificações do DF: inserção de conceitos bioclimáticos, conforto térmico e eficiência energética**.

FROTA, A. B., SCHIFFER, S.R. (2001). **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel.

FURTADO, A. E. (1994). **Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação**. Rio de Janeiro: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFRJ,. 144p. (Dissertação, Mestrado em Ciências de Arquitetura).

GARCÍA, F. F.. (1994). **Clima y confortabilidad humana: aspectos metodológicos**..

GASPAR, H. E. G. et al. (2017). **Melhoria da eficiência energética de edifícios existentes: análise técnico-económica**. Tese de Doutorado.

GIODA, A.; NETO, F. R. A. Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 359-365, 2003(b).

GIVONI, B. Comfort climate analysis and building design guidelines. **Energy and buildings**, v.18, nº 1, p. 11-23. 1992.

GIVONI, B.(1976). **Man Climate and Architecture**. 2ed. Londres, Applied Science, 483 p.

GIVONI, B. (1969). **Man, climate and architecture**. New York: John Wiley & Sons.

GOULDING, J.; LEWIS, O.; S., T. (1992). **Energy in Architecture: The European Passive Solar Handboock**. Dublin: Commission of the European Communities, 1992.

GONÇALVES, H., & GRAÇA, J. M. (2014). **Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal**. Lisboa, Portugal: DGGE / IP-3E.

GONZALEZ, E.; HINZ, E.; OTEIZA, P. de; QUIROS, C. **Proyeto Clima y Arqitetura**. Mexico Ediciones G. Gili, S.A. de C.V., V.1, 1986.

HERNÁNDEZ, A. (coord.). **Manual de diseño bioclimático urbano**. Bragança [Portugal]: Instituto Politécnico de Bragança, 2013. ISBN: 978-972-745-157-9.

HOJO, S. Use of QEESI questionnaire for a screening study in Japan. **Toxicology and Industrial Health**, Princeton, v. 21, n. 3-4, p. 113-124, 2005.

HORSTMAYER, S. **Relative Humidity...Relative to What? The Dew Point Temperature...a better approach**. 2006. Steve Horstmeyer, Meteorologist, WKRC TV, Cincinnati, Ohio, USA. Disponível em: <<http://www.shorstmeyer.com/wxfaqs/humidity/humidity.html>> Acesso em: 20 fev 2019.

INE & DGGE – INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA I.P. E DIRECÇÃO-GERAL DE ENERGIA E GEOLOGIA. 2011. **Inquérito ao Consumo de Energia no sector doméstico**. Lisboa.

INE – INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICA. (2016). **Estimativas do Parque Habitacional**. Lisboa: INE.

INNOVA Air Tech Instrument. (2002). **Thermal comfort**. Ballerup, Denmark.

ISO 7730 (2005) - “**Moderate Thermal Environments - Determination of the PMV and PPD Indices and the Specifications of the Conditions for Thermal Comfort**” - International Standard Organization, Genebra, Suíça.

KWOK, A.G. Thermal comfort in tropical classrooms. **ASHRAE Transactions**, v. 104, 1998, pt 1.

LAMBERTS, R. et al. **Eficiência energética na arquitetura**. 2014. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf> Acesso em: 11 fev 2019.

LAMBERTS, R. et al. **Desempenho térmico de edificações**. 2016. Disponível em: <
http://www.labeeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ApostilaECV5161_v2016.pdf>.
Acesso em: 10 mai 2018.

MASCARÓ, L. R. de. (1996). **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra – D.C. Luzzatto.

MIGUEL, A. S. (2014). **Manual de Higiene e Segurança do Trabalho**. 13th ed.. Porto: Porto Editora.

MOÇO, S. M. O. (2014) **O (des) conforto térmico no Verão em Portugal Continental e a percepção populacional para as alterações climáticas: comportamentos adotados aquando de vagas de calor**. Lisboa: Universidade Aberta de Lisboa,.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. (2005). **Índices de conforto térmico em espaços abertos Parte 1: revisão histórica**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2005, Maceió. Anais... Maceió: UFAL.

NICOL, F. (1993). **A Handbook for Field Studies Toward an Adaptive Model**. Londres: University of East London.

OLGYAY, V. (1963). **Design with Climate**.. Princeton University Press, Nova Jersey.

PEEL, M. C., B.I., FINLAYSON, T.A. McMahon. 2007. **Update world map of the Koppen-Geiger climate classification**. Hydrology and Earth System Sciences, 11,1633-1644,2007.

PEREIRA, J. C. R. (2008). **Análise de dados qualitativos: estratégias metodológicas para as ciências da saúde humanas e sociais**. Editora Sílabo, Lisboa.

PINTO, A. R. D., B. Aquecimento solar passivo - ganhos diretos, indiretos e isolados. **Revista Arquitectura Lusíada**, N. 7 (1.º semestre 2015): p. 77-92. ISSN,1647-9009.

PINTO, Alberto Reaes e DIAS, Bruno. 2015. **Aquecimento solar passivo - ganhos diretos, indiretos e isolados**. Revista Arquitectura Lusíada, N. 7 (1.º semestre 2015): p. 77-92. ISSN 1647-9009.

PONTES, R. H.; LIMA, F. A. A. (2017). **Influência da infraestrutura verde no conforto ambiental do bairro do Humaitá**. In: VIII Semana de Integração Acadêmica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

RCCTE - REGULAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS DE COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS EDIFÍCIOS. **Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril**.(2006). Diário da República n.º 67, I SÉRIE-A, p. 2468 - 2513.

ROHLES, F. H.; NEVINS, R. G.; SPRINGER, W.; FEYERHERM, A. M. (1996). **Temperature - Humidity chart for thermal comfort of seated persons**. ASHRAE Transactions, v. 72, part. I, pp. 283.

RUAS, Á. (2001). **Avaliação de conforto térmico contribuição à aplicação prática das normas internacionais**. Tese de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas..

RUAS, A. C.; LABAKI, L. C. (1998). **Cuidados na aplicação prática da ISO 7730**. Mercofrio 98 - feira e congresso de ar condicionado, refrigeração, aquecimento e ventilação do Mercosul, Porto Alegre-RS.

SANTAMOURIS, M., SFAKIANAKI, A., & PAVLOU, K. (2010). On the efficiency of night ventilation techniques applied to residential buildings. **Energy and Buildings**, 42, 1309-1313.

SAVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.J.O. (1994). **Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico**. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.51, n.1, p.1-7.

SILVA, A. et al. (2015). **Conceito de conforto térmico humano**. Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

SILVA, E., RIBEIRO, H. (2006). **Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102006000500016>. Acesso em: 12 mai 2018.

SILVA, P. C. P. (2006) **Análise do comportamento térmico de construções não convencionais através de simulação em VisualDOE**.. Tese de Doutorado.

TANAKA,M., GENTA,H. (1982). **Control del medioambiente bajo invernadero y tunel plastico**. Salto, Uruguay: Estacion Experimental de Citricultura, 61p.

THORNTWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate, **Geographical Review**, New York, n. 1, p. 55-94, 1948.

THORNTWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. Publication in Climatology, **Laboratory of Climatology**, Centerton, v. 8, n.1. 1955.

YANG, L., YAN, H. & LAM, J. C. .Thermal comfort and building energy consumption implications – **A review**. **Applied Energy**, 115, pp.164-173. 2014.

ANEXO 1

Equipo de Medición: _____ Número: _____ Hora Inicio: _____ Hora Fin: _____ Niv. Act: _____
 Edad: _____ Género: _____ Ocupación: _____ Donde vive: _____
 Tiempo en la Región: _____ Altura: _____ Peso: _____ Motivo de Desplazamiento: _____
 Tempo en el local (aprox.): _____ Hora última comida: _____ Tipo de comida: _____

<p>1. ¿Cómo se siente en este momento cuanto el confort?</p> <p><input type="checkbox"/> 3 – Mucho Calor</p> <p><input type="checkbox"/> 2 - Calor</p> <p><input type="checkbox"/> 1 - Templado</p> <p><input type="checkbox"/> 0 - Neutro</p> <p><input type="checkbox"/> -1 - Fresco</p> <p><input type="checkbox"/> -2 - Frio</p> <p><input type="checkbox"/> -3 - Mucho Frio</p>	<p>2. ¿Qué piensa de la circulación del aire, en este momento?</p> <p><input type="checkbox"/> 2 - Mucho Viento</p> <p><input type="checkbox"/> 1 - Viento moderado</p> <p><input type="checkbox"/> 0 - Bien</p> <p><input type="checkbox"/> -1 - Calmado</p> <p><input type="checkbox"/> -2 - Muy calmado</p>
---	---

<p>3. ¿Qué piensa sobre la humedad, en este momento?</p> <p><input type="checkbox"/> 2 - Muy húmedo;</p> <p><input type="checkbox"/> 1 - Húmedo;</p> <p><input type="checkbox"/> 0 - Razonablemente húmedo;</p> <p><input type="checkbox"/> -1 - Seco;</p> <p><input type="checkbox"/> -2 - Muy seco.</p>	<p>4. ¿Cómo le gustaría sentirse en este momento?</p> <p><input type="checkbox"/> 3 - Mucho más calor</p> <p><input type="checkbox"/> 2 - Más calor;</p> <p><input type="checkbox"/> 1 - Un poco más calor</p> <p><input type="checkbox"/> 0 - Como está, ni más calor ni más frio;</p> <p><input type="checkbox"/> -1 - Más frio;</p> <p><input type="checkbox"/> -2 - Bastante más frio.</p> <p><input type="checkbox"/> -3 - Mucho más frio;</p>
--	--

5. ¿Qué temperatura ambiente cree que está en este momento? _____ ° C

6. ¿Cómo describiría la causa de incomodidad térmica?

<input type="checkbox"/> Mucha humedad (húmedo)	<input type="checkbox"/> Abertura de ventanas
<input type="checkbox"/> Poca humedad (seco)	<input type="checkbox"/> El punto donde está más caliente/frio que otros puntos
<input type="checkbox"/> Mucha circulación de aire	<input type="checkbox"/> Climatización inexistente
<input type="checkbox"/> Baja circulación de aire	<input type="checkbox"/> Sistema de calefacción insuficiente
<input type="checkbox"/> Incidencia del sol	<input type="checkbox"/> Calor proveniente de la calefacción

7. ¿Como está vestido?

PARTE SUPERIOR	
<input type="checkbox"/> Camiseta manga larga	<input type="checkbox"/> Falda larga
<input type="checkbox"/> Camiseta manga corta	<input type="checkbox"/> Falda corta
<input type="checkbox"/> Camisa manga larga	<input type="checkbox"/> Vestido largo
<input type="checkbox"/> Camisa manga corta	<input type="checkbox"/> Vestido corto
<input type="checkbox"/> Chándal	
<input type="checkbox"/> Suéter	
<input type="checkbox"/> Chaqueta	
<input type="checkbox"/> Abrigo	
<input type="checkbox"/> Chaleco	
PARTE INFERIOR	
<input type="checkbox"/> Pantalones cortos	
<input type="checkbox"/> Pantalones vaqueros/Jeans	
<input type="checkbox"/> Pantalón fino	
<input type="checkbox"/> Pantalón de lana	
	CALZADOS U OTROS
	<input type="checkbox"/> Zapato con suela fina
	<input type="checkbox"/> Zapato con suela gruesa
	<input type="checkbox"/> Botas
	<input type="checkbox"/> Sandalia abierta
	<input type="checkbox"/> Sandalia cerrada
	<input type="checkbox"/> Calcetines
	<input type="checkbox"/> Bufanda
	Otro _____

Comentarios: _____

