

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

ROGERIO SHIBATA

**AVALIAÇÃO PELO USUÁRIO DA CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE
BAIXO CUSTO: FOCO EM ASPECTOS DE CONFORTO AMBIENTAL**

DISSERTAÇÃO

**CURITIBA
2020**

ROGERIO SHIBATA

**AVALIAÇÃO PELO USUÁRIO DA CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE
BAIXO CUSTO: FOCO EM ASPECTOS DE CONFORTO AMBIENTAL**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger

CURITIBA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Shibata, Rogério

Avaliação pelo usuário da câmara bioclimática de baixo custo: foco em aspectos de conforto ambiental [recurso eletrônico] / Rogério Shibata. -- 2020.

1 arquivo texto (125 f.): PDF; 7,28 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Título extraído da tela de título (visualizado em 05 ago. 2020).

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Curitiba, 2020.

Bibliografia: f. 97-106.

1. Engenharia civil - Dissertações. 2. Bioclimatologia - Avaliação. 3. Conforto humano. 4. Desempenho - Avaliação - Construção. I. Krüger, Eduardo, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, inst. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 624

Biblioteca Ecoville da UTFPR, Câmpus Curitiba
Bibliotecária: Lucia Ferreira Littiere - CRB 9/1271
Aluna de Biblioteconomia: Josiane Mangueira

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 198

A Dissertação de Mestrado intitulada: **AVALIAÇÃO PELO USUÁRIO DA CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE BAIXO CUSTO: FOCO EM ASPECTOS DE CONFORTO AMBIENTAL**, defendida em sessão pública pelo Candidato **Rogério Shibata**, no dia 28 de maio de 2020, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Meio Ambiente, linha de pesquisa: Sustentabilidade, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

BANCA EXAMINADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Karina Querne Carvalho - Presidente - UTFPR

Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto - UTFPR

Prof. Dr. Eduardo M. Gonzáles Cruz - UFSC

Prof^ª. Dr^ª. Solange Maria Leder - UFPB

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, **28 de maio de 2020**.

À Paula.

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela oportunidade de realizar este trabalho e pela colaboração de todos aqueles que nele acreditaram.

Em especial ao Prof. Dr. Eduardo Leite Krüger, meu orientador, e demais membros da banca cujo compartilhamento de informações engrandeceram a pesquisa; Prof^a Dra Solange Maria Leder, Prof. Dr. Alfredo Iarozinski Neto, Prof Dr. Eduardo Manuel Gonzáles Cruz e Prof^a Dra. Karina Querne Carvalho.

Estendo meus agradecimentos aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela oportunidade de crescimento e aprendizado.

Aos colegas e amigos do grupo de trabalho formado para desenvolvimento das pesquisas na Câmara Bioclimática de Baixo Custo pelo esforço conjunto na realização dos processos e análises.

Aos meus sócios e amigos da CASACINCO, pelo apoio quando de minha ausência no dia a dia do escritório e a todos que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Aos meus pais pelo amor e suporte dedicado à minha formação.

Em especial a minha esposa Paula e filhos, Francisco e Benjamim pelo amor incondicional.

Conforto ambiental é uma parceria entre ambiente físico (características do local, arquitetura da edificação e uso dos ambientes) e usuários do espaço, cujo comportamento também deve ser estudado. (KOWALTOWSKI, 2011, p. 112)

RESUMO

SHIBATA, Rogerio. **Avaliação pelo usuário da Câmara Bioclimática de Baixo Custo**: Foco em aspectos de conforto ambiental. 2020. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Aproveitando-se dos estudos acerca da Câmara Bioclimática de Baixo Custo (CBBC), a presente pesquisa busca elaborar um diagnóstico de aspectos positivos e negativos, com foco no conforto ambiental, avaliando a relação entre aspectos térmicos e lumínicos e a percepção do usuário em dois períodos de características climáticas distintas. Em funcionamento desde fevereiro de 2018, a CBBC instalada em Curitiba/PR é a primeira câmara climática brasileira dedicada a estudos de conforto ambiental. De característica semi-controlada, constitui-se de dois módulos, configurados de forma similar ao espaço de um escritório, projetados sobre apoios giratórios os quais permitiram testar o efeito de diferentes situações climáticas sobre 263 participantes voluntários. Estes, foram submetidos a dois questionários. O primeiro, um teste psicológico que qual buscou avaliar diferenças na capacidade de resposta relacionadas às condições ambientais. O segundo buscou levantar aspectos subjetivos percebidos pelos voluntários em relação aos diferentes aspectos aos quais estes foram submetidos. A partir dos dados levantados, verificou-se como as variáveis objetivas de conforto levantadas influenciaram na percepção do ambiente construído. Como principais resultados encontrados, demonstra-se que a obtenção direta do PMV, conforme descrito em norma, superestima os dados de percepção térmica relatados pelo grupo em questão. Quanto a percepção lumínica, nota-se maior heterogeneidade de respostas quando as análises foram realizadas sob condições intermediárias de nebulosidade (FEW, SCT e BKN), em qualquer das configurações dos módulos. A aplicação do teste psicológico G-38 demonstrou melhores resultados na campanha verão. Por fim, o confronto estatístico dos dados por meio da Análise de Variância validou diferenças significativas de percepção do usuário nos diferentes cenários propostos, ressaltando a complexidade e a interdisciplinaridade da matéria. As avaliações e processos aplicados ajudam a municiar o Grupo de Trabalho (GT-CBBC) com informações que tragam o aprimoramento da CBBC.

Palavras-chave: Ambiente Construído. Avaliação Pós-Ocupação. Câmara Climática. Conforto Ambiental. Desempenho da Edificação. Percepção do Usuário.

ABSTRACT

SHIBATA, Rogerio. **User evaluation of the Low Cost Bioclimatic Chamber**: focus on environmental comfort aspects. 2020. 128 p. Dissertation (Master Degree in Civil Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Curitiba, 2020.

Expanding the knowledge of existing studies in relation to the Cost-effective Bioclimatic Chamber (CBBC), this research seeks to elaborate a comprehensive diagnosis of positive and negative aspects in the use of the CBBC. The research focus is on environmental comfort and the evaluation of the relationship between thermal and luminous aspects, inclusive of human behavior, in two distinctly characterized climatic periods. In operation since February 2018, the CBBC installed in Curitiba - PR is the first Brazilian climate chamber dedicated to environmental comfort studies. With semi-controlled features, the chamber consists of two modules configured similarly to the space of a small office, constructed over rotating support structures. This allows for the testing of the space under the effect of different climatic settings on 263 participants who completed two questionnaires. The first, a psychological test, sought to assess differences in responsiveness related to environmental conditions. The second, a practical evaluation, sought to raise subjective aspects perceived by the volunteers in relation to the different chamber settings to which they were presented. From this analysis, it was possible to observe how the presented comfort variables as well as the result of the applied psychological test influenced the participant's perception of the chamber environment. The outcomes achieved demonstrate that the directly obtained PMV results overestimate the thermal perception data reported by the studied group. Regarding the light perception, there is a greater heterogeneity of responses when the analysis was performed under intermediate conditions of cloudiness (FEW, SCT and BKN), in any of the module configurations. The application of the psychological test G-38 demonstrated better results in the summer campaign. Finally, the statistical comparison of the data through the Analysis of Variance validated significant differences in the user's perception in the different proposed scenarios, highlighting the complexity and interdisciplinarity of the subject. The study also seeks to provide the Working Group (GT-CBBC) with results that could positively influence the operation of the CBBC.

Keywords: Built Environment. Post-Occupancy Evaluation. Climate Chamber. IndoorComfort. Building Performance. User Perception.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Escala de sensação térmica.....	23
Figura 2 – Modelo de Percepção Cognitiva do ambiente.....	28
Figura 3 – Visão Convencional e Linear do Processo de Projeto, Construção, Ocupação, Uso, Operação e Manutenção do Ambiente Construído.....	34
Figura 4 – Visão Contemporânea do Processo de Projeto, Construção, Ocupação, Uso, Operação e Manutenção para a Melhoria Continuada do Ambiente Construído.....	34
Figura 5 - CBBC: (A) vista aérea; (B) vista frontal.....	40
Figura 6 – Orientação dos módulos, configuração das janelas e periodicidade das campanhas realizadas na CBBC.....	41
Figura 7 – CBBC: (A) corte; (B) detalhe da envoltória.....	42
Figura 8 – CBBC campanha INV: (A) vista externa; (B) abrigo climático.....	44
Figura 9 – Testes de raciocínio: (A) Matrizes Progressivas de Raven; (B) capa da Coleção Teste G-38.....	49
Figura 10 – Resultado G-38.....	50
Figura 11 – Campanha VER: (A) vista externa; (B) estação meteorológica sobre MC.....	55
Figura 12 – Interior dos módulos na campanha INV: (A) Sensor TagTemp Stick; (B) Termômetro de Globo; (C) Sensor Temp U10-001.....	57
Figura 13 - Posicionamento do actímetro: (A) Orientações gerais para os participantes; (B).....	59

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Evolução da população total no Brasil – 1950-2000.	29
Gráfico 2 – Levantamento de artigos sobre APO publicados em ENCACs e ENTACs.	36
Gráfico 3- Classificação de artigos sobre APO publicados em ENCACs e ENTACs.	36
Gráfico 4 - Como está a temperatura na CBBC? INV + VER (n=263) - Questão 9.....	63
Gráfico 5 - Qual é a sua sensação térmica neste exato momento? INV + VER (n=263) - Questão 8.....	64
Gráfico 6 - Como você gostaria que estivesse a temperatura da CBBC? (n=263) - Questão 10.	65
Gráfico 7 - Comportamento térmico dos Módulos em INV.....	66
Gráfico 8 – Comportamento térmico dos Módulos em VER.	67
Gráfico 9 - Correlação do agrupamento do PMV com Sensação Térmica (A) e Preferência Térmica (B) relatadas em INV e VER (n=263).	69
Gráfico 10 - Correlação do agrupamento do PMV com Sensação Térmica (A) e Preferência Térmica (B) relatadas em INV (n=129).	70
Gráfico 11 - Correlação do agrupamento do PMV com Sensação Térmica (A) e Preferência Térmica (B) relatadas em VER (n=120).	71
Gráfico 12 - Condição de nebulosidade do céu no momento das avaliações, campanhas INV e VER (n=263).	75
Gráfico 13 - Relação entre a satisfação lumínica relatada e a condição do céu percebida, campanhas INV e VER (n=263) - Questão 14.	76
Gráfico 14 - Relação entre a satisfação lumínica relatada e nível de iluminância horizontal (Eh) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 14.....	78
Gráfico 15 - Relação entre a percepção lumínica relatada e nível de iluminância horizontal (Eh) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 15.....	79
Gráfico 16 - Relação entre a preferência lumínica relatada e nível de iluminância horizontal (Eh) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 16.....	80
Gráfico 17 - Relação entre a percepção lumínica sobre a mesa relatada e nível de iluminância horizontal (Eh) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 17.....	81
Gráfico 18 - Relação entre a preferência lumínica sobre a mesa relatada e nível de iluminância horizontal (Eh) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 18.....	82
Gráfico 19 - Relação entre a percepção de ofuscamento sobre a mesa relatada e nível de iluminância horizontal (Eh) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 19.....	83

Gráfico 20 - Correlação do agrupamento do total de acertos* nas campanhas INV (n=126) e VER (n=112) com o PMV (A) e Eh (B) registrados..... 87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - CBBC: transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e atraso térmico (ϕ).....	43
Tabela 2 - Configuração de T_{COR} , de hora em hora.....	46
Tabela 3- Caracterização dos participantes das campanhas de avaliação.	48
Tabela 4 - Distribuição dos participantes nos módulos da CBBC em INV / VER.....	61
Tabela 5 – Resumo dos dados objetivos da condição climática interna dos módulos.....	62
Tabela 6 – Resumo dos dados objetivos da condição climática externa aos módulos.....	63
Tabela 7 – Tabela de agrupamento e correlação do PMV com dados de Sensação Térmica e Preferência Térmica relatadas pelos usuários da CBBC (n=263).....	68
Tabela 8 - Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PPD) – INV + VER (n=250).....	72
Tabela 9 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo à percepção térmica.....	72
Tabela 10 - Condição de nebulosidade do céu no momento das avaliações, campanha INV (n=136).....	74
Tabela 11 - Condição de nebulosidade do céu no momento das avaliações, campanha VER (n=127).....	74
Tabela 12 – Resumo da E_h registrada no interior dos módulos.....	77
Tabela 13 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo à percepção lumínica.	83
Tabela 14 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo à percepção lumínica observadas as condições de nebulosidade do céu.	84
Tabela 15 - Quadro resumo relativo aos testes G-38 realizados nas campanhas INV e VER.	85
Tabela 16 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo ao teste G-38.....	88
Tabela 17 - Quadro resumo de alteração na abertura da cortina pelos participantes.....	93

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 OBJETIVOS	17
1.1.1 Objetivo Primário	17
1.1.2 Objetivos Específicos	17
1.2 JUSTIFICATIVA	17
1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	18
1.4 DISTRIBUIÇÃO DOS CAPÍTULOS	19
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 CONFORTO AMBIENTAL NO AMBIENTE CONTRUÍDO	21
2.1.1 Conforto Térmico	22
2.1.2 Conforto Lumínico	25
2.2 ASPECTOS DE PERCEPÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	26
2.3 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	28
2.3.1 Avaliação Pós Ocupação (APO)	30
2.3.2 Estudos correlatos no Brasil	33
3 METODOLOGIA	38
3.1 OBJETO DE ESTUDO: CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE BAIXO CUSTO	38
3.2 CONFIGURAÇÕES E PROTOCOLO DE OPERAÇÃO DA CBBC DURANTE AS CAMPANHAS INV E VER	44
3.3 MATERIAIS E MÉTODOS DAS CAMPANHAS DE AVALIAÇÃO	47
3.3.1 População Amostral Considerada	47
3.3.2 Teste G-38	49
3.3.3 Questionário de Dados Subjetivos Aplicado nas Campanhas INV e VER	51
3.3.4 Protocolo de Realização das Campanhas	52
3.4 MONITORAMENTO DOS DADOS OBJETIVOS	53
3.4.1 Variáveis Térmicas	54
3.4.1.1 Variáveis térmicas externas	54
3.4.1.2 Variáveis Térmicas internas	56
3.4.2 Variáveis Lumínicas	58
4 RESULTADOS E ANÁLISES	61
4.1 DAS VARIÁVEIS TÉRMICAS	62
4.2 DAS VARIÁVEIS LUMÍNICAS	73
4.2.1 Dados METAR	73
4.2.2 Dados de Iluminância Horizontal (E_h)	77
4.3 DO TESTE G-38	85
4.4 DISCUSSÃO	88
5 CONCLUSÃO	94

REFERÊNCIAS	97
ANEXO A - Projeto executivo CBBC	107
ANEXO B - Questionário APO CBBC	122
ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	125

1 INTRODUÇÃO

A bibliografia demonstra que a indústria da construção civil é responsável pela utilização de grande parte dos recursos não renováveis extraídos, ao passo que cerca de 50% da energia elétrica produzida é utilizada na operação das edificações (ROAF, THOMAS e FUENTES, 2006; EDWARDS, 2008; LUCON *et al.*, 2014; LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014; FARIA e SCHMID, 2015). Nesse contexto, aumenta, na sociedade, a adoção de medidas visando maior eficiência na utilização dos recursos naturais, na tentativa de reduzir o impacto ambiental decorrente de suas ações. Acompanhando este movimento, cresce também a pressão sob o mercado da construção pela redução das demandas necessárias para sua operação, sem entretanto, comprometer a qualidade do espaço para o usuário final. O desafio recai na manutenção dos índices de qualidade relativos ao desempenho no meio construído, ligados diretamente aos parâmetros de conforto ambiental, e à eficiência energética da edificação.

Desta forma, o cuidado com o projeto assim como sua avaliação são estratégicos na busca pelo aprimoramento da qualidade das edificações (KOWALTOWSKI, 2010). O conhecimento da perspectiva do usuário é fundamental para diagnosticar as condições de conforto e bem-estar propiciadas pelo ambiente uma vez que este passa a ter significado somente quando ocupado. O bom desempenho da edificação, quando fundamentado somente nos dados técnicos, utilizados como base para o desenvolvimento do projeto, não garante, necessariamente a satisfação do usuário, estando esta sujeita a questões subjetivas de cada indivíduo. Neste sentido, diversos autores recomendam avaliar o espaço edificado de maneira sistemática e rigorosa. Uma das formas de avaliação, considerando características individuais, tomadas a partir do ponto de vista do usuário, seria a partir da aplicação de uma Avaliação Pós-Ocupação (APO).

A avaliação do ambiente construído, nos moldes utilizados atualmente, ganha corpo em meados da década de 1960 em países do Reino Unido e nos Estados Unidos. Estas avaliações buscam o diagnóstico de um espaço já concluído e com sua utilização definida desde sua concepção, a partir da perspectiva do usuário, sob a análise de especialistas, aplicando uma série de técnicas ao longo do uso do ambiente. Pode abranger aspectos funcionais, sistemas de construção e manutenção, conforto ambiental, assim como a análise da relação entre o comportamento humano

e sua interação com o meio construído (ORNSTEIN, 2005; PREISER, WHITE e RABINOWITZ, 2015), foco deste estudo.

A inclusão da avaliação técnica do empreendimento possibilita estabelecer um vínculo entre a percepção do usuário e a qualidade do projeto e da construção. Uma vez diagnosticadas, fornecem *insights* para correções nos ambientes ou aplicações em projetos futuros. Especialistas na área defendem que as deficiências de um projeto precisam ser mais bem divulgadas em um formato apropriado, de modo que possam servir à aplicação no processo projetual (KOWALTOWSKI *et al.*, 2006; VILLA e ORNSTEIN, 2010). Neste cenário, Villa e Ornstein (2010) propõem a criação de um banco de dados relativo as análises por tipologia de edificação para utilização pelos profissionais, configurando um instrumento simples de melhora e qualificação do produto ofertado no cenário nacional.

A APO é usualmente aplicada em edifícios e/ou ambientes com população fixa, considerando o uso específico para o qual estes foram destinados. Nem todo ambiente construído é, entretanto, concebido considerando sua utilização constante ou até mesmo para usuários permanentes. Desta forma, dependendo da destinação para qual o espaço foi proposto, este pode vir a ser ocupado por uma população flutuante, a qual não devemos descartar por ser fundamental para a correta avaliação desta tipologia de ambiente (ORNSTEIN *et al.*, 2018).

Assim, o presente trabalho aprofunda a análise dos resultados obtidos na construção e validação do ambiente-teste da Câmara Bioclimática de Baixo Custo (CBBC)¹, espaço concebido com características próprias a um pequeno espaço de trabalho. Foram aproveitados os dados coletados em diferentes avaliações com propostas de ocupação distintas entre si, a fim de diagnosticar e avaliar a relação entre os dados percebidos pelos usuários da CBBC, o resultado do teste psicológico ao qual os participantes foram submetidos e os dados objetivos dos ambientes interno e externo aos módulos, coletados durante os experimentos.

Destaca-se que o projeto de pesquisa “Avaliação Pós-Ocupação em Câmara Bioclimática de Baixo Custo” (KRÜGER, 2018), em desenvolvimento pelo Grupo de Trabalho (GT-CBBC), dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) foi aprovado pelo

¹ A proposta de construção e estudos realizados na CBBC foi submetida e aprovada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), conforme Edital Universal MCTI/CNPq nº 01/2016 (TREVISAN, 2019).

Comitê de Ética em Pesquisa da instituição, inscrito sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 92497018.5.0000.5547.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Primário

Tem-se como objetivo deste trabalho entender a percepção subjetiva do usuário frente às condições de temperatura e/ou de iluminação em um ambiente de escritório individual montado em câmaras climáticas giratórias.

1.1.2 Objetivos Específicos

A partir do estudo do objetivo principal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantar dados diversos de variáveis objetivas de conforto confrontando os mesmos com dados subjetivos, percebidos pelos usuários e coletados a partir dos questionários aplicados;
- Entender como a percepção subjetiva do usuário se comporta frente à alteração de orientação da janela;
- Entender como a percepção subjetiva do usuário se comporta face inclusão de um segundo perfil de esquadria;
- Verificar se há relação entre as respostas do teste psicológico aplicado e as diferentes condições de conforto aos quais os voluntários foram submetidos;
- Por fim, buscar o aprimoramento da CBBC a partir do ponto de vista do usuário.

1.2 JUSTIFICATIVA

A preocupação pelo desempenho na construção civil – buscando redução da pegada de carbono quando da produção de edifícios/ambientes confortáveis, melhoria da saúde e bem-estar dos usuários - demanda um maior conhecimento a respeito do

funcionamento e operação dos espaços utilizados. Essa ciência ganha ainda mais relevância quando incorporada à consciência de que a percepção e qualidade do ambiente construído influi diretamente sobre a utilização do mesmo.

Os usuários de edifícios são em geral expostos a uma série de estímulos ambientais distintos (O'BRIEN *et al.*, 2020), reagindo aos mesmos de forma particular. Torresin *et al.* (2018) levantaram em estudo recente apenas 45 publicações (desde 1990 até a data de publicação) abordando mais de um fator de exposição do usuário. Neste mesmo período, registraram mais de 1.000 artigos com o tema de conforto térmico presente no título. A publicação evidencia o baixo índice de estudos abordando dois ou mais temas que influenciam a relação do usuário com o ambiente ocupado, resultando na formulação de diretrizes de projeto incompletas, ao isolar os diversos critérios de qualidade dos ambientes.

Diversas avaliações físicas de aspectos construtivos, funcionais e de conforto ambiental na CBBC foram ou estão sendo estudadas e analisadas em trabalhos diversos (TAMURA, KRÜGER e GUIMARÃES, 2018; TREVISAN *et al.*, 2018; TREVISAN, 2019; TRENTO *et al.*, 2019), demonstrando a qualidade e possíveis melhorias do ambiente de escritório proposto.

A fim de contribuir com o entendimento e estudo sobre os espaços construídos, a presente análise, busca observar especificamente a qualidade do ambiente de escritório simulado da CBBC-UTFPR a partir da percepção subjetiva deste espaço sob aspectos de conforto térmico e lumínico. Pretende-se, a partir da análise, levantar potenciais de melhorias a serem implantadas em ambientes de trabalho diversos propiciando condições apropriadas de conforto aos usuários.

1.3 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A análise junto aos voluntários buscou abranger períodos com características climáticas distintas, dentro do possível bem definidas, na Zona Bioclimática 1 – Brasil (ABNT, 2005), onde a CBBC está instalada. Planejou-se que as rodadas de coletas de informações ocorressem pelo menos uma vez no período de inverno e outra no de verão.

Os dados subjetivos utilizados na pesquisa, relatando as características de conforto percebido pelos usuários da CBBC, foram registrados a partir da aplicação

de um questionário online desenvolvido para as pesquisas do GT-CBBC. O questionário foi aplicado durante cada sessão de avaliação dos voluntários, restritos a um grupo de alunos do Campus Curitiba da UTFPR. Foram também levantados dados relativos às condições de temperatura e iluminação dos ambientes durante as sessões.

Até o momento, foram realizadas 3 rodadas de avaliações totalizando 313 questionários respondidos, número este que pode crescer ampliando cada vez mais o banco de dados disponível para validação e análise da CBBC. Para o presente trabalho, foram aproveitados apenas os dados obtidos nas campanhas de agosto de 2018 e março de 2019 as quais atingiram o número mínimo de 120 participações, cada qual, necessárias para validação do experimento (TREVISAN, 2019).

1.4 DISTRIBUIÇÃO DOS CAPÍTULOS

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos:

a) Introdução: aborda de forma geral sobre o tema desenvolvido. Inclui-se neste capítulo o objetivo geral e os objetivos específicos da pesquisa, a justificativa e delimitação da pesquisa além de descrever a distribuição dos capítulos ao longo do trabalho.

b) Referencial teórico: inclui a revisão bibliográfica sobre assuntos que fundamentaram esta pesquisa. Subdivide-se em:

- Conforto e desempenho do meio construído: apresentação dos principais conceitos para avaliação do conforto ambiental (sob aspectos térmico e lumínico);

- Aspectos de percepção do ambiente construído: trazendo duas abordagens de estudos da área. Uma mais restrita com a percepção dos sentidos básicos e a outra relacionada às experiências individuais dos usuários.

- Avaliação do ambiente construído: apresenta pesquisas com a aplicação da Avaliação Pós-Ocupação, técnica adotada na análise das condições ambientais da CBBC assim como outros estudos correlatos ao tema.

c) Metodologia: apresentação do objeto da pesquisa e descrição das etapas de desenvolvimento do trabalho, onde se inclui:

- A caracterização da Câmara Bioclimática de Baixo Custo utilizada como laboratório para o desenvolvimento do trabalho;

- A descrição dos protocolos utilizados durante as campanhas de avaliações realizadas;

- Materiais e métodos adotados para o levantamento dos dados nas avaliações;

- Instrumentos e processos utilizados nas medições dos dados objetivos de temperatura e iluminação do ambiente da CBBC.

d) Resultados e Análises: apresentação dos dados coletados durante as campanhas realizadas no inverno e verão local, buscando a correlação entre os mesmos.

e) Conclusão: apresentação das principais conclusões da pesquisa e recomendações para pesquisas futuras.

Ao final, consta a relação do material bibliográfico utilizado como referência e a transcrição de três anexos:

- Anexo A: Projeto Executivo da CBBC (TREVISAN, 2019);

- Anexo B: Questionário APO CBBC (TREVISAN, 2019);

- Anexo C: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, adotado na APO CBBC (TREVISAN, 2019).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo serve à fundamentação da análise dos dados coletados, levantados a partir dos experimentos realizados na Câmara Bioclimática de Baixo Custo (CBBC), e sua relação com aspectos de conforto ambiental e desempenho da edificação.

Busca-se apresentar um breve levantamento das relações entre aspectos físicos e o meio construído abordando os principais temas que impactam no conforto térmico e lumínico do ambiente.

Na sequência, são comentadas algumas possibilidades de avaliação do espaço, a evolução de estudos com foco nesta percepção e em como estes aspectos podem interagir com os usuários, influenciando de forma subjetiva a relação destes com o ambiente construído.

Detalha-se a Avaliação Pós-Ocupação (APO), método de análise escolhido pelo GT-CBBC para sistematização do conhecimento com foco nas relações entre o usuário e o ambiente. Por fim, apresenta-se breve um histórico deste tipo de experimento no Brasil e como o tema tem sido trabalhado mais recentemente nos principais encontros e congressos em território nacional.

2.1 CONFORTO AMBIENTAL NO AMBIENTE CONTRUÍDO

O desempenho eficiente do meio construído está diretamente relacionado ao usuário, especialmente no que tange ao bom uso da edificação. Busca-se apresentar nesta seção definições pertinentes ao desempenho destas quando relacionadas a aspectos de conforto ambiental, restrito aos fatores térmico e lumínico.

Avaliações de desempenho da edificação começaram a se difundir na Europa após a Segunda Guerra Mundial, ganhando projeção a partir de meados do séc. XIX com a difusão de critérios e padronização de testes, motivadas principalmente pelo cenário de crise na Europa, necessidade de reconstrução de moradias e possibilidade de mudança de parâmetros gerais de qualidade na construção (BOUBEKRI, 2008; CBIC, 2013). Estas aparecem relacionadas ao termo de eficiência energética, quando associadas à melhoria do desempenho de um sistema projetado para atender às

necessidades de conforto, segurança e bem-estar de ambientes de moradia e trabalho.

Um campo de estudo geralmente associado a estes conceitos é o da Arquitetura Bioclimática², o qual defende que os projetistas de edificações e de planejamento urbano considerem as condições naturais do local (clima, luz, vento, vegetação e topografia) no desenvolvimento do projeto (OLGYAY, 2015). Esta busca assegura o conforto ambiental pela associação de um conjunto de condições ambientais que proporcionam a sensação de bem-estar térmico, visual, acústico e antropométrico (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

O arquiteto húngaro Victor Olgay é tido como um dos pioneiros no estudo da Arquitetura Bioclimática. Ao propor uma abordagem analítica, ainda nos anos 1960, do clima como partido arquitetônico, dividiu a superfície terrestre em quatro regiões climáticas (quente e úmido; quente e árido; temperado; frio), estabelecendo diretrizes específicas para edificações em relação a sua localização, orientação, forma, sombreamento, movimentação do ar e materiais utilizados (OLGYAY, 2015).

Os sistemas de condicionamento passivo podem ser considerados um exemplo de aplicação da arquitetura bioclimática uma vez que, buscando otimizar o conforto térmico, contribuem com a diminuição da demanda por climatização artificial melhorando o desempenho térmico e até lumínico de edificações.

2.1.1 Conforto Térmico

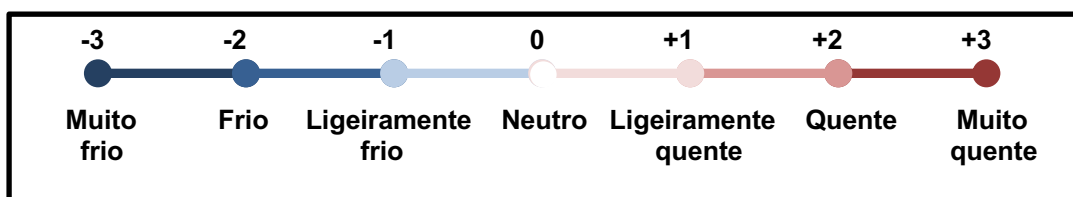
Segundo Fanger (1970), a percepção térmica do espaço é influenciada por seis variáveis fundamentais; sendo quatro ambientais e duas individuais. Para ele, a temperatura do ar, temperatura radiante, umidade relativa e velocidade do ar (variáveis ambientais), combinadas à temperatura metabólica do indivíduo aliada ao vestuário (variáveis individuais), fornecem parâmetros que podem influenciar a resposta subjetiva em relação ao ambiente, atuando diretamente sobre o bem-estar e a saúde do usuário.

² Termo cunhado por Victor Olgay para definir a arquitetura que interage com o ambiente climático para proporcionar conforto aos usuários. Em sua interpretação a arquitetura é, ou ao menos deveria ser, originada a partir da busca pelo equilíbrio térmico da construção sendo o homem a medida central e, devendo este ser também, o parâmetro para a interpretação do clima.

Conforme definição da norma americana ANSI/ASHRAE Standard 55 (2017), conforto térmico refere-se à condição na qual o usuário expressa satisfação com o ambiente em que está inserido. Isso ocorre quando a temperatura da pele e a transpiração estão dentro de parâmetros aceitáveis e o balanço das trocas de calor do corpo é nulo (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014).

A ISO 7730 (2005) relaciona a sensação térmica humana sobretudo ao equilíbrio térmico corporal. Considera a taxa metabólica, isolamento das vestimentas do indivíduo e condições ambientais. Desta forma, é possível prever a sensação térmica corporal por índices de conforto como o *Predicted Mean Vote* – PMV ou voto médio estimado. O PMV calcula o valor médio dos votos quanto à sensação térmica de um grupo de pessoas expostas ao mesmo ambiente. A avaliação pelo método PMV é calculada pelo total de votos individuais de percepção ambiental. Adota-se a escala de sensação térmica da ANSI/ASHRAE Standard 55 (2017), na qual -3 equivale a muito frio, 0 é o estado neutro e +3 equivale a muito quente, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Escala de sensação térmica.



Fonte: Trevisan (2019).

Em geral, interessa também prever o número de pessoas que provavelmente se sentirão desconfortáveis nos ambientes, assim, a ISO 7730 apresenta também a forma de estimar o percentual de pessoas com tendência a apresentar desconforto, pelo *Predicted Percentage Dissatisfied* (PPD) ou percentual estimado de insatisfeitos. O PPD é um índice que apresenta percentualmente o número de pessoas em desconforto quanto às condições térmicas do ambiente, seja este decorrente do calor ou do frio. Pessoas termicamente insatisfeitas são aquelas que votarão muito quente, quente, frio ou muito frio na escala de sensibilidade térmica de sete pontos sugerida pela norma. Adicionalmente, apesar de não ter sido utilizada nas análises do presente trabalho, a ISO 10551 (1995) avalia aspectos subjetivos de conforto e stress térmico a partir da normatização de outras escalas de percepção e preferência térmica.

Os efeitos do conforto térmico, sua relação com o bem-estar do usuário e efeitos no pleno desenvolvimento das atividades têm sido objeto de estudos por diversos investigadores (COSTA, BAPTISTA e DIOGO, 2011; SCHIAVON *et al.*, 2016; LIU *et al.*, 2016). Condições ambientais extremas de temperatura, ventilação e umidade podem levar ao desconforto e causar aumento da exsudação, sonolência e/ou alterações cardíacas (KOWALTOWSKI, LABAKI e PINA, 2001). Também, a sensação de conforto térmico é geralmente associada as características pessoais, como aspectos culturais, comportamentais, fisiológicos como idade, sexo biológico, espaço, assim como com a possibilidade de controle do indivíduo sobre o ambiente (RUPP, VÁSQUEZ e LAMBERTS, 2015).

A sensação de desconforto com o ambiente térmico faz com que o sistema termorregulador do organismo busque ajustar a temperatura interna do corpo, mantendo-a constante frente às variações externas (FERREIRA, 2001; OSHIRO, 2014). Desta forma, a aclimação térmica é entendida como fator importante na sensação térmica percebida. Brager e De Dear (1998) levam em consideração tal fenômeno quando definem o conceito de conforto adaptativo, o qual relaciona temperatura de neutralidade térmica à média externa da temperatura mensal de determinada região. Conceito parecido ao descrito pela ASHRAE 55 (ANSI/ASHRAE, 2017) a qual o descreve como um “modelo que relaciona temperaturas internas de projeto ou faixas de temperatura aceitáveis face a parâmetros meteorológicos ou climatológicos ao ar livre”. Em seu estudo em salas de aula na China, Wang *et al.* (2014) demonstram a importância das condições climáticas externas ao concluir que a temperatura de conforto para primavera é superior àquela percebida pelos estudantes para o inverno.

Algumas causas de desconforto térmico estão associadas à assimetria da temperatura radiante de superfícies, correntes de ar provocando resfriamento localizado de partes do corpo assim como gradientes verticais de temperatura advindos de resfriamento ou aquecimento de pisos/tetos (ISO, 2005) associados também a níveis de alta ou baixa umidade relativa do ar (COSTA e BAPTISTA, 2013).

O estudo do conforto em edificações está diretamente relacionado ao seu desempenho frente ao ambiente ao qual uma edificação está exposta. Tal interação depende de variáveis climáticas (temperatura, umidade, ventos, radiação solar), condições de implantação (latitude, longitude, topografia, orientação), interferências

do ambiente adjacente à construção, além dos materiais e elementos constituintes da envoltória da edificação (AKATSU e LOPES, 1988).

A avaliação do desempenho térmico de edificações parte de um conjunto de pré-requisitos baseados na exigência do usuário, a qual é influenciada por variáveis ambientais como temperatura do ar (T_{ar}), temperatura radiante média (TRM), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do ar (V_{ar}). Nesse contexto, medições *in loco* configuram uma forma de avaliação global do ambiente em questão.

As pesquisas a respeito do conforto térmico em edificações são divididas em duas categorias segundo Taleghani *et al.* (2013): categorias: estudos de campo e testes em câmara climática, esta última utilizada como base do presente estudo.

2.1.2 Conforto Lumínico

Tamura (2017) comenta que trabalhos desenvolvidos relativos a recomendações de iluminação de ambientes relacionadas ao conforto lumínico ficam restritos, em geral, à análise dos efeitos da luz na visão, com recomendações relacionadas à manutenção da iluminância horizontal na superfície de trabalho e adjacências bem como limitação e/ou prevenção de ofuscamentos, de acordo com as métricas de cálculos de iluminância prescritos nas diversas normas correntes, por exemplo a NBR 15.215 (ABNT, 2005) em território nacional.

A autora coloca que a preocupação com o estudo da qualidade da iluminação pode ser considerada relativamente recente, tendo sido tratada de forma tecnicamente consistente apenas em 1999 pela IESNA (*Illuminating Engineering Society of North America*), quando definiu três grandes aspectos que devem se inter-relacionar em condições favoráveis para definir a qualidade de iluminação. São estes: necessidades humanas, aspectos econômicos e aspectos ambientais.

Mesmo que projetos luminotécnicos busquem simular a variação da cor, assim como a iluminância ao longo do dia, ainda não é possível substituir integralmente o estímulo óptico proporcionado pela luz natural a partir da iluminação artificial (HECHT, 2012).

A descoberta da existência do ipRGCs (*intrinsically photosensitive Retinal Ganglion Cells*) em 2001 por Berson, Dunn e Takao (2002), decorreu no aumento de estudos buscando comprovar que a função dos olhos não deve ser entendida como

algo restrito ao sentido da visão, estando também relacionada a uma variedade de funções estimuladas pela luz.

Diversos estudos tem demonstrado que a baixa incidência de luz natural na retina pode levar a desordens psicológicas e fisiológicas, de alterações no humor e sono (HUBALEK, ZOSCHG e SCHIERZ, 2006; DUMONT e BEAULIEU, 2007) afetando o metabolismo, a regulação de sistemas hormonais e endócrinos (BOUBEKRI, 2008; GÓMEZ-ABELLÁN 2012), depressão, letargia, e na saúde física e mental em geral (GALASIU e VEITCH, 2006; EAGLES, 2009; KARATSOREOS, 2012) até a sensação de calor ou frio (KULVE *et al.*, 2016).

Relativo às normas e recomendações adotadas, a NBR ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013b) dispõe sobre requisitos de iluminação em ambientes de trabalho, ao passo que a Norma de Higiene Ocupacional (NHO) 11 trata da avaliação dos níveis de iluminamento em ambientes (FUNDACENTRO, 2018). Em ambas, a iluminância (E) mínima recomendada para trabalho em escritórios é de 500 lux (ABNT, 2013b), admitida tolerância de até 10% (FUNDACENTRO, 2018).

Em qualquer caso, buscando prevenir o ofuscamento, entendido como o desconforto decorrente de luminância excessiva ou contraste no campo de visão, recomenda-se proteger a visão direta de lâmpadas ou escurecer janelas por anteparos como brises e/ou persianas (ABNT, 2013b).

2.2 ASPECTOS DE PERCEPÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

O conceito de percepção do ambiente construído, de acordo com Reis e Lay (2006), pode ser compreendido a partir de duas abordagens distintas. Uma mais restrita com a percepção dos sentidos básicos como a visão, olfato, audição, tato e paladar resultado da interação direta entre o usuário, receptor, e o espaço enquanto a outra agrega a esta relação outros fatores, como a memória, personalidade, cultura entre outros relacionados as experiências individuais dos usuários.

Freitas Filho, Guizzo e Matins (2018) descrevem que, em geral, no mundo contemporâneo, percebe-se a prevalência de aspectos cada vez mais formatados, com tendência em se coletar e analisar os fatos de forma estanque, isolada, remetendo a um segundo plano as correlações entre eles. Em geral, as informações acabam sendo organizadas em forma de gráficos, informações compiladas de caráter

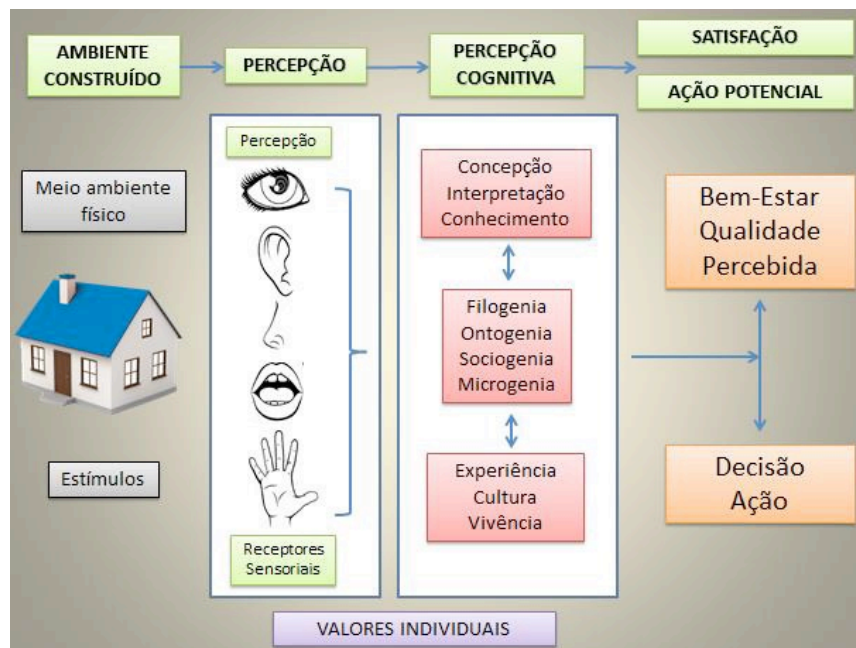
estritamente técnico e normativo das diversas áreas de conhecimento. Não se atribui o devido peso à sensação de bem-estar, acolhimento e de conforto, a qual abre um parêntese nas medições técnicas (e, com elas, deve colaborar efetivamente).

Kowaltowski *et al.* (2006) afirmam que em geral as pesquisas pós-ocupação nas últimas décadas têm sido utilizadas como pesquisas de satisfação do usuário, restritas à avaliação de desempenho técnico, concentrando-se nas falhas do ambiente físico relativo aos parâmetros normatizados. Para Faganello (2019), em geral estas pesquisas colocam a avaliação de aspectos de cunho psicológico a um segundo plano, quando analisados. Para a autora a percepção do ambiente em geral pode ser compreendida, de forma restrita, como uma experiência sensorial do indivíduo (FAGANELLO, 2019). Ao se atribuir ao espaço informações e valores prévios de cada indivíduo, a avaliação do ambiente dá um salto de complexidade devendo ser interpretada como uma experiência cognitiva (Figura 2).

Neste contexto, uma APO pode se inserir na psicologia ambiental, disciplina que estuda as relações entre comportamento humano e ambiente construído (HEIMSTRA e MCFARLING, 1978) por meio de avaliações, as quais devem ser adotadas para melhor compreender a satisfação e o comportamento do usuário de uma edificação. A aplicação de testes psicológicos em conjunto com as avaliações do espaço ocupado ajuda trazer a luz aspectos de desempenho cognitivo do usuário e suas relações com as condições ambientais.

Essa técnica é difundida na psicologia ambiental assim como na avaliação do ambiente construído. São exemplos os estudos: da relação entre conforto térmico e desempenho em termos de produtividade (LAN, WARGOCKI e LIAN, 2011) associados também às respostas fisiológicas (LAN *et al.*, 2011; COSTA, BAPTISTA e DIOGO, 2011); do efeito da temperatura de cor da luz no estado de alerta (CHELLAPPA *et al.*, 2011); importância da configuração do ambiente de trabalho e seu impacto na produtividade organizacional (VISCHER, 2008; KAMARUZZAMAN *et al.*, 2015); e insuficiência de iluminação natural e sua relação à fatores de desordem emocional sazonal e depressão (BOUBEKRI, 2008).

Figura 2 – Modelo de Percepção Cognitiva do ambiente.



Fonte: Faganello (2019).

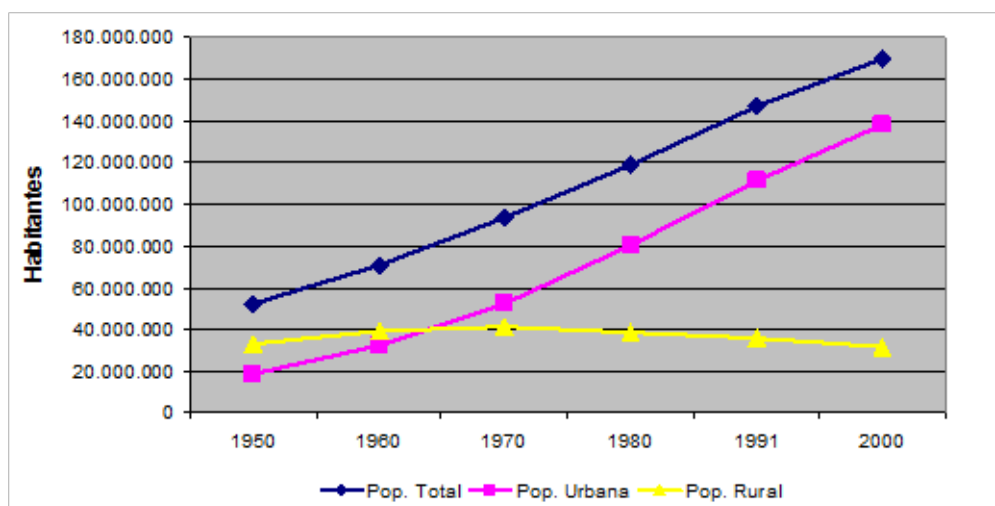
Os exemplos ilustram a crescente busca pelo entendimento das possíveis implicações do meio em relação às respostas do organismo humano. Ratificam a ideia que estudos como o proposto, tendem a contribuir para o aumento da compreensão das necessidades e adequação dos espaços considerando o homem e seus aspectos individuais.

2.3 AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Considerando o aumento da população mundial urbana e consequente predominância da utilização de ambientes internos, Brasche e Bischof (2005) apresentam dados em seu estudo como o tempo médio de permanência em residências da Alemanha, de 15,7h/dia, valor similar ao encontrado no Canadá (15,8h/dia) e nos Estados Unidos (15,6h/dia). Se extrapolarmos o ambiente residencial, considerando também sua permanência no interior de qualquer ambiente construído, estima-se que a população americana passe cerca de 87% da vida dentro de edificações (KLEPEIS *et al.*, 2001).

Não foram localizados estudos análogos no âmbito nacional mas, pela proximidade cultural dos povos ocidentais aliados aos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000) a respeito do crescimento da população nacional (Gráfico 1), organizados por Girardi (2008), pode-se considerar uma tendência geral de aumento da permanência em ambientes internos também no Brasil. Os valores apresentados tendem ainda a aumentar quando não contabilizarmos o período gasto com o deslocamento do ambiente residencial para o de trabalho, considerando os dados já citados da crescente adoção do trabalho em casa por diversas empresas e trabalhadores em todo o mundo. Assim, o uso continuado de espaços internos corrobora para a importância do monitoramento dos padrões de conforto e habitabilidade no ambiente construído.

Gráfico 1 – Evolução da população total no Brasil – 1950-2000.



Fonte: Girardi (2008).

No campo de estudos relacionados ao tema, pesquisas de conforto térmico realizadas em laboratórios permitem prover condições ambientais estáveis ao usuário, de modo a minimizar interferências e facilitar o estudo individualizado de cada parâmetro. Tais pesquisas são realizadas há décadas em países desenvolvidos como a Dinamarca (FANGER, 1970). No Brasil, destacam-se; a câmara climática do Departamento de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli- USP), utilizada em análises de conforto térmico e qualidade do ar (LEITE, 2003) e; o calorímetro de cerca de 5,6m², instalado na Universidade Federal de Santa

Catarina (UFSC), desenvolvido para determinar o Fator solar de vidros e janelas (MARINOSKI, 2010).

No âmbito internacional, Schiavon *et al.* (2016), ao pesquisarem a correlação entre conforto térmico e desempenho cognitivo, fizeram uso da metodologia da APO aplicada em um ambiente-teste simulando um escritório. A análise constatou um melhor desempenho na realização das tarefas dos usuários quando submetidos ao uso de ventiladores, com temperatura variando entre 26°C e 29°C, em lugar de aparelhos de ar-condicionado, usualmente programados para operação em 23°C na cidade de Singapura. Em outro viés, Liu *et al.* (2016) estudaram, em experimento realizado em uma câmara climática, o impacto do resfriamento à altura dos tornozelos (0,10m) e a baixa influência deste fator para a obtenção de conforto térmico de todo o corpo, após atingida a neutralidade térmica. Ambas experiências demonstram a importância do monitoramento do desempenho da edificação com vistas à satisfação do usuário, na busca por boas práticas e eficiência na utilização do ambiente.

Embora grande parte das pesquisas baseadas em normas e padrões de saúde e conforto do usuário estejam sendo realizadas em ambientes de laboratório, a forma mais efetiva para estudar como o espaço afeta aos usuários recai sobre o questionamento direto a este. Este tipo de pesquisa pode assumir a forma de projetos experimentais em ambientes controlados de laboratório, bem como em ambientes quase experimentais. O mais comum entretanto é a aplicação em situações de campo não controladas, seja com o intuito de obter índices de satisfação como em uma avaliação pós-ocupação ou uso de um questionário padronizado de pesquisa para comparar os mesmos dados de sujeitos submetidos a diferentes situações (VISCHER, 2008).

2.3.1 Avaliação Pós Ocupação (APO)

Ao se fazer a avaliação de um espaço construído, é necessário considerar não apenas aspectos relacionados ao bom desempenho construtivo como também aqueles ligados diretamente ao conforto percebido pelo usuário. O primeiro aspecto aparece geralmente relacionado à concepção do projeto e às escolhas de sistemas construtivos, em geral pautado por normas e instrumentos legais cuja aferição é possível a partir de análises dos projetos em *softwares* e/ou análises simples a partir das características dos materiais empregados. Por outro lado, a satisfação do usuário

com o espaço projetado é um critério subjetivo, cuja avaliação é pessoal e variável. Neste quesito, a Avaliação Pós-Ocupação (APO) aparece como uma metodologia de análise da efetividade de ambientes por indivíduos, usuários dos espaços avaliados (ZIMRING e REIZENSTEIN, 1980). Ornstein e Roméro (1992) afirmam ter sido bastante utilizada nos EUA e Europa pós guerra face necessidade de atendimento das expectativas de usuários, em especial de novos conjuntos habitacionais criados para atender a demanda habitacional, com vistas à melhoria de fatores habitabilidade, conforto e bem-estar nos espaços. Afirmam desta forma que pela primeira vez a opinião dos usuários das edificações foi observada em pesquisas exploratórias realizadas por equipes multidisciplinares contando por exemplo com geógrafos e psicólogos além da equipe usual de projetistas.

De acordo com Preiser (2005), embora ainda não chamados de APOs, estudos similares buscando avaliar o espaço de dormitórios a partir do ponto de vista dos estudantes foram realizados na Universidade da Califórnia, em Berkeley assim como na Universidade de Utah ainda no final da década de 1960. Ainda segundo o autor, em 1973 o Departamento de Habitação e Desenvolvimento Urbano (*Department of Housing and Urban Development (HUD)*) dos EUA tentou organizar uma coletânea agrupando mais de 700 estudos sobre o tema, tendo como início o ano de 1913. Esta acabou sendo descartada após o levantamento ter encontrado apenas um estudo válido, de nomenclatura similar, realizado em instalações postais do exército norte-americano. O artigo afirma que o termo APO aparece pela primeira vez em uma publicação somente na metade da década de 70, na edição de janeiro de 1975 do jornal do Instituto Americano de Arquitetos (AIA). Esta trata de um estudo conduzido pelo arquiteto Herb McLaughlin e equipe da *KMD Architecture* realizado em hospitais de Utah e San Francisco. Atualmente a APO é uma técnica difundida e amplamente utilizada em diversos países desenvolvidos (FANTINEL, MARCELINO e BARBEDO, 2010) buscando o melhor entendimento e aperfeiçoamento das construções.

O termo APO comumente aparece relacionado a uma série de técnicas aplicadas ao longo do uso do ambiente, buscando avaliar seu desempenho sob a perspectiva de especialistas e usuários. A partir dos dados obtidos na APO, é elaborado um diagnóstico dos aspectos funcionais do ambiente, bem como dos sistemas de construção e manutenção, conforto ambiental e da relação do comportamento humano com o meio construído (ORNSTEIN, 2005). Vale destacar,

além da importância da aplicação de APOs para o diagnóstico de aspectos de funcionalidade de edifícios e para a realimentação dos processos de projeto visando a sua durabilidade, a importância destas análises para eventuais revisões de normas técnicas (FRANÇA, ORNSTEIN e ONO, 2011).

Ao contrário de avaliações de desempenho físico realizadas em ambientes teste ou simulados, a APO toma por base o nível de satisfação e/ou o atendimento das necessidades expressas pelos usuários de ambientes já consolidados. Outro item que a diferencia, refere-se à metodologia de pesquisa da APO, que faz uso de análises *in loco*, em condições reais de tempo e escala (ROMÉRO e ORNSTEIN, 2003). A APO considera a manutenção, uso e a operação do ambiente pelo usuário, segundo Kowaltowski (2011) com foco:

a) na qualidade do espaço a partir da análise da satisfação do usuário em relação ao projeto/obra comparando com indicadores de qualidade do programa de necessidades;

b) no *retrofit* face possibilidade de reversão mediante inadequações e análise de adaptabilidade a novas funções propostas;

c) na melhoria e desenvolvimento constante a partir do levantamento de dados para aplicação em novos projetos e produção do conhecimento.

Neste contexto, a APO é uma forma do usuário dar um *feedback* à equipe envolvida no projeto, execução e administração da edificação, oportunizando o aprendizado compartilhado, a melhoria de novos projetos e, por conseguinte, o aperfeiçoamento do uso do ambiente construído (ORNSTEIN, 2005; PENHA, 2007).

A abordagem da APO pode visar à qualidade da edificação com foco nos aspectos de desempenho e/ou conforto ambiental, sendo assim também uma importante ferramenta para melhorar a edificação e retroalimentar projetos nesta área.

Os procedimentos adotados para elaboração das APOs podem variar conforme objetivos e abrangência dos experimentos (PREISER, WHITE e RABINOWITZ, 2015). A coleta de dados pode lançar mão de entrevistas com pessoas-chave, aplicação de *surveys* entre os usuários, análise de projeto, verificação no local entre outros. A análise dos pontos de vista das pessoas-chave em conjunto com aqueles descritos pelos usuários pode revelar um panorama mais realista do status da edificação (ORNSTEIN, ONO e OLIVEIRA, 2017). Dentre os procedimentos citados, o questionário é aquele que proporciona uma aferição mais próxima ao

usuário, levantando de forma quantitativa da percepção destes em relação a operação e manutenção da edificação (ONO *et al.*, 2018).

Apesar dos procedimentos descritos de APO serem aplicados geralmente à edificações com população fixa, Ornstein *et al.* (2018) defendem que a mesma pode ser aplicada também em ambientes de população flutuante como por exemplo, no estudo a respeito da acessibilidade em estações de metrô de São Paulo realizado por Barbosa (2015).

2.3.2 Estudos correlatos no Brasil

Em território nacional estudos de APO, enquanto pesquisa aplicada e voltada para aproximação do entendimento especializado versus preferência dos usuários, tiveram início nos anos 1980 e desde então, têm sido objetos de um processo de consolidação e amadurecimento em termos de ensino e pesquisa, em especial nas universidades públicas (ORNSTEIN, 2017). Configuram com produção considerável entre os pesquisadores brasileiros, especialmente estudos nas áreas da habitação de interesse social, escolar e hospitalar (ABATE, KOWALTOWSKI e BERNARDI, 2014).

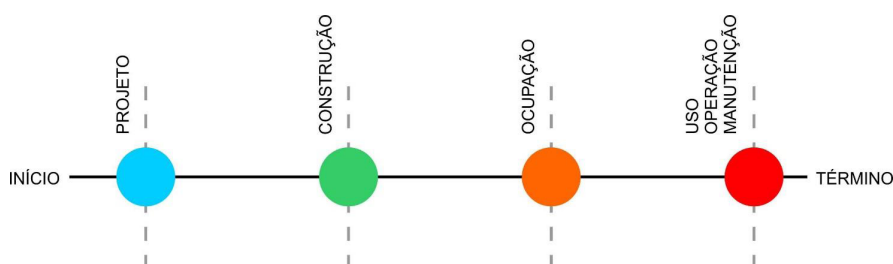
Ornstein (2017) considera ser possível afirmar que a APO, em especial nos últimos anos, tenha contribuído para a quebra do paradigma acadêmico sobre o processo de produção, uso, operação e manutenção de ambientes construídos, até então considerados sob uma ótica convencional e linear de etapas sequenciais (Figura 3).

A autora entende que a substituição desse paradigma se dá por um novo processo, o qual se realimenta em círculos ou em espirais, buscando a melhoria continuada dos ambientes construídos (Figura 4). De acordo com ela, apesar de sua disseminação e consolidação nas universidades, ainda permanecem diversos vazios a serem preenchidos para que a APO seja efetivamente absorvida na prática profissional e pelos gestores de empreendimentos, sejam estes públicos ou privados.

Neste contexto, com a evolução dos métodos e técnicas de APO no Brasil, o foco inicial de apresentação dos resultados sobre o comportamento dos usuários e locais nos quais sua ocorrência foi identificada passa a incorporar também aspectos relacionados ao desempenho do ambiente construído (FRANÇA, ORNSTEIN e ONO, 2011). As autoras afirmam que o aprimoramento dos instrumentos para apresentação dos diagnósticos é observado em diversas pesquisas recentes, de autores diversos

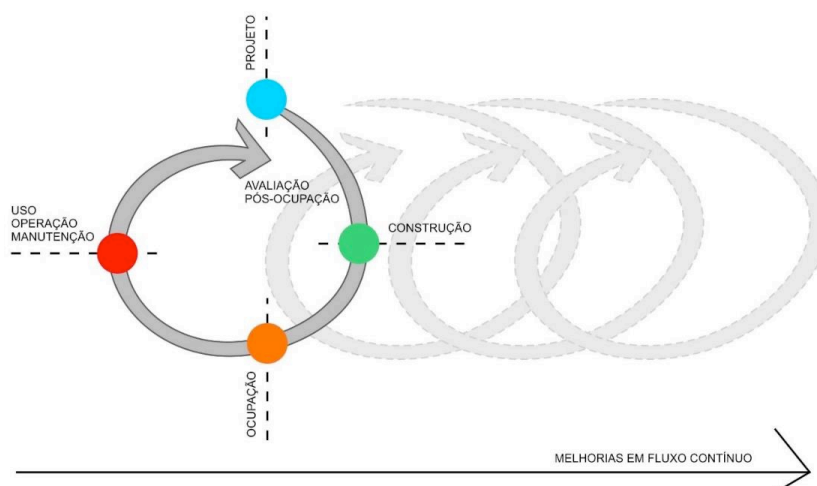
sobre: hospitais, centros de diagnóstico e escolas, todas com foco em facilitar a orientação de ações corretivas dos espaços construídos.

Figura 3 – Visão Convencional e Linear do Processo de Projeto, Construção, Ocupação, Uso, Operação e Manutenção do Ambiente Construído.



Fonte: Ornstein (2017).

Figura 4 – Visão Contemporânea do Processo de Projeto, Construção, Ocupação, Uso, Operação e Manutenção para a Melhoria Contínua do Ambiente Construído.



Fonte: Ornstein (2017).

Ornstein (2017) sustenta ainda que nos últimos 20 anos a APO no Brasil sofreu diversos aprofundamentos em suas abordagens metodológicas. Cita em seu artigo pesquisas e autores diversos com trabalhos importantes na:

- Listagem e testagem vigorosa de diversos métodos e técnicas (instrumentos) oriundos das ciências sociais;
- Concepção e desenvolvimento de quadros sinópticos e mapas de diagnósticos e recomendações;

- Utilização de processos automatizados para a coleta e processamento dos dados de campo da APO;
- Inserção das atividades de APO no processo de projeto, construção, uso, operação e manutenção de ambientes construídos;
- Inserção de análise de custos versus benefícios para as recomendações oriundas da APO;
- Aplicação da APO a estudos de casos de alta complexidade envolvendo categorias diversas de usuários;
- Desenvolvimento de instrumentos específicos baseados na NBR 15575 (ABNT, 2013a);
- A valorização e incorporação das exigências éticas aos estudos de APO com a autorização por Comitês de Ética em Pesquisa (Plataforma Brasil) e:
- Sua incorporação, de forma definitiva, como parte da gestão da qualidade no processo de projeto, na medida em que ela se inseriu no Grupo de Trabalho (GT) Qualidade do Projeto da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC)³.

A fim de explicitar a evolução e o potencial de estudos de Avaliação Pós-Ocupação no âmbito nacional realizou uma análise bibliométrica de artigos correlatos publicados no Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) realizados no intervalo de 1995-2019 assim como do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC), relativo aos anos de 2000-2018 conforme demonstrado no Gráfico 2.

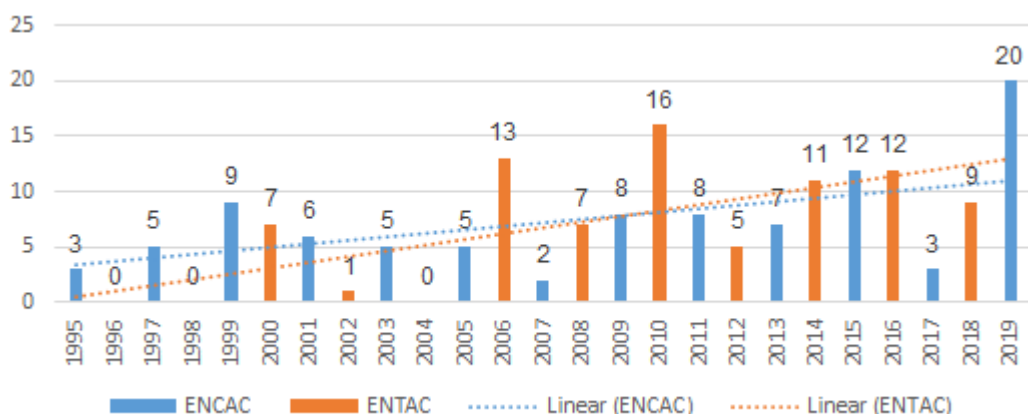
Apresenta-se ainda o levantamento dos temas trabalhados nos artigos que abrangem: estudos de caso e, metodologias e discussões aplicadas a APO. Dos 174 artigos publicados sobre ao tema, 89,7% tratam de estudos de caso, enquanto 10,3% abordam metodologias ou discussões.

Ainda, para um melhor entendimento e visão geral sobre os programas abordados, os 156 artigos desenvolvidos sobre estudos de caso foram classificados em diferentes categorias de uso: educação, habitação, serviço, espaços abertos,

³ A ANTAC é a associação técnico-científica mais ativa no desenvolvimento de tecnologias construtivas, em âmbito nacional. Essa entidade organiza o ENTAC e o ENCAC, eventos bienais que se intercalam a cada ano. O alto nível dos artigos publicados consagrou esses encontros como os principais fóruns brasileiros de discussão científica nas áreas do conforto térmico, iluminação natural e artificial, acústica arquitetônica e urbana, eficiência energética, ergonomia e Avaliação Pós-Ocupação (KRÜGER, 2018, p. 8).

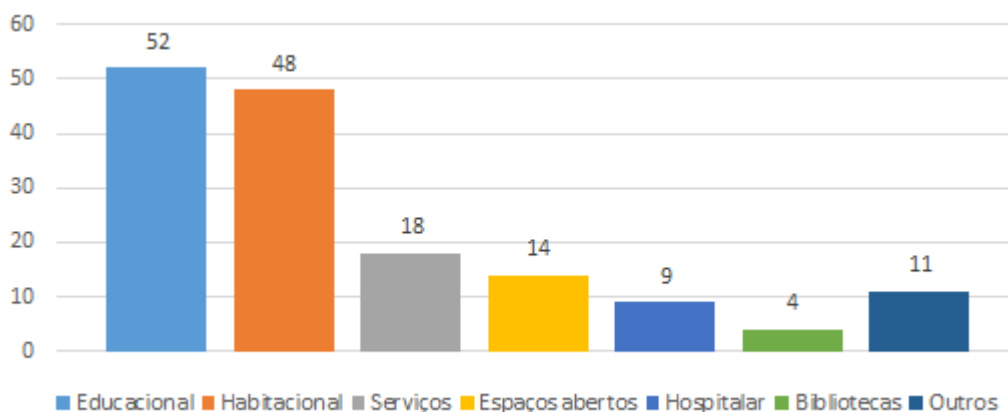
hospital, biblioteca e outros temas de menor ocorrência conforme apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 2 – Levantamento de artigos sobre APO publicados em ENCACs e ENTACs.



Fonte: Autoria própria (2020).

Gráfico 3- Classificação de artigos sobre APO publicados em ENCACs e ENTACs.



Fonte: Autoria própria (2020).

Este demonstra que a maior parte das publicações realizadas têm seus estudos direcionados para edificações de uso educacional e/ou habitacional as quais juntas correspondem a quase 60% do total de artigos frente aqueles referentes a outras tipologias e usos. Edificações de comércio e serviços, tipologia à qual a CBBC se enquadra (ambiente de escritório), aparecem em terceiro lugar, todavia, representam apenas pouco mais de 10% dos artigos levantados demonstrando que o tema demanda ainda maior aprofundamento.

Apesar dos avanços descritos, em sua tese, Faganello (2019) afirma que, da mesma forma como ocorre nos EUA, citando Preiser e Nasar (2008 apud

FAGANELLO, 2019), no Brasil algumas empresas têm publicado parcialmente os resultados de suas APO na Web, sem, entretanto, revelar toda a informação coletada, a fim de não disponibilizar seus segredos comerciais. Afirma que em geral tais empresas buscam apenas demonstrar sua consciência em relação à construção do conhecimento e que trabalham em estreita colaboração com seus clientes.

Foram realizadas também buscas na base de dados *SCOPUS*⁴ por outros trabalhos similares restritos ao território nacional. A escolha desta plataforma se deu pela mesma ser um dos maiores bancos de dados no campo das pesquisas científicas, contendo resumos, artigos de jornais e revistas técnicas acadêmicas. O levantamento no *SCOPUS* utilizando as *strings* Avaliação do Ambiente Construído ou Avaliação Pós-Ocupação (e suas variáveis em inglês), retornou 94 e 129 documentos respectivamente sendo destes 39 e 60 artigos, diversos deles repetidos nas duas pesquisas. Em decorrência do baixo número de registros encontrados na base, optou-se pela não utilização do software *VOSviewer* o qual serviria para a construção e visualização de redes indicando o relacionamento entre as informações.

⁴ O Scopus é um banco de dados de citação e resumo sob curadoria de especialistas independentes < <http://www.scopus.com> > (acesso em jul.20).

3 METODOLOGIA

O estudo foi proposto buscando-se enquadrar como uma pesquisa quali-quantitativa. Neste, o monitoramento do ambiente fornecendo os dados objetivos para análise das condições de conforto do espaço configura uma pesquisa quantitativa enquanto o levantamento dos dados subjetivos, relatando a sensação de conforto dos participantes é classificado como uma pesquisa qualitativa.

Quanto à delimitação da pesquisa, iniciou-se a análise a partir de materiais como livros e artigos científicos. A busca a partir de documentos com familiaridade com o tema e consequente aprimoramento de ideias é característica de pesquisa exploratória (GIL, 2008).

A pesquisa procura estabelecer a relação entre: os dados percebidos pelos usuários da CBBC registrados no questionário online preenchido, o resultado do teste psicológico ao qual os participantes foram submetidos e os dados objetivos dos ambientes interno e externo aos módulos, coletados durante os experimentos realizados em duas estações do ano – inverno e verão. Esta particularidade a caracteriza também como uma pesquisa descritiva, identificando as associações entre variáveis por meio de observação e coleta de dados (GIL, 2008).

É apresentado neste item o objeto de pesquisa, CBBC, os protocolos definidos para sua operação, utilizados para as tomadas de dados, de monitoramento das variáveis internas e externas aos módulos assim como a metodologia adotada para levantamento da avaliação pelo usuário.

3.1 OBJETO DE ESTUDO: CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE BAIXO CUSTO

Quanto à investigação da percepção humana do clima, câmaras climáticas (CC) permitem controlar variáveis ambientais e pessoais, além de simular a exposição humana a situações de conforto ou stress térmico (CARVALHAIS, 2011). Uma câmara climática é configurada por um volume fechado com controle de temperatura e umidade interna, dentro de uma faixa pré-definida (CGCRE/INMETRO, 2013). São utilizadas em estudos de desempenho térmico de sistemas e componentes construtivos, dentre outros.

A primeira câmara climática utilizada para experimentos com seres humanos foi construída na Dinamarca, ainda no final da década de 1960, na Technical University of Denmark, em Øster Voldgade (LANGKILDE, 2010). Esta foi concebida com 16m² de área interna, e equipada com sistemas independentes de condicionamento de ar e água, com controle de temperatura, temperatura radiante média, umidade relativa e velocidade do ar. O estudo dos resultados obtidos nessa CC pioneira serviu de base para os fundamentos do conforto térmico utilizados até a atualidade (FANGER, 1970).

As equações desenvolvidas por Fanger em seus experimentos nas CC serviram também de base para a primeira versão da ISO 7730/1995: Ambientes térmicos moderados – determinação de índices PMV/PPD e especificação de condições para conforto térmico segundo Taleghani *et al.* (2013).

Em geral as CC podem ser construídas no interior de edificações ou expostas ao ambiente externo. Neste caso, é possível realizar estudos de orientação solar, ventilação e precipitação, entre outros agentes naturais.

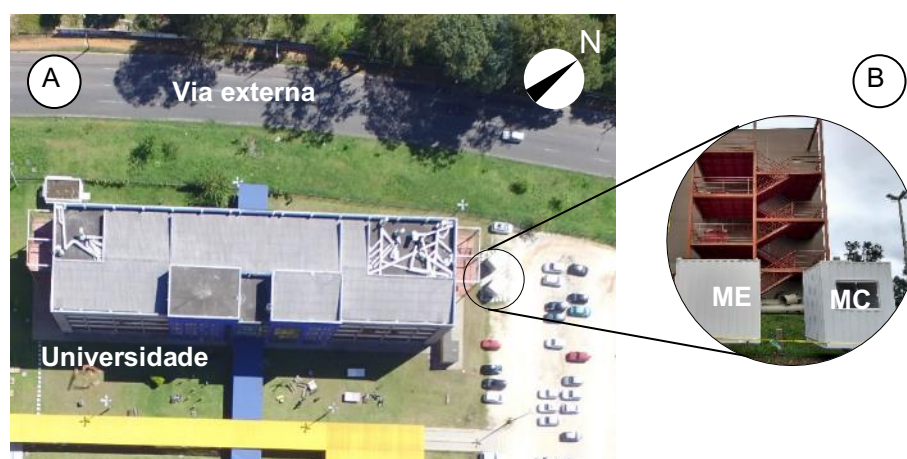
Partindo de exemplos nacionais e internacionais, buscando uma adequação do conceito com foco na possibilidade de repetibilidade do experimento, foi concebida uma Câmara Bioclimática de Baixo Custo, ambiente semi-controlado destinado a estudos comparativos de conforto ambiental e desempenho do meio construído (TREVISAN, 2019).

A CBBC é um laboratório instalado em Curitiba, cidade classificada como Zona Bioclimática 1 (ABNT, 2005), no Campus Ecoville da UTFPR. Dada a carência de laboratórios similares no país e, para fomentar estudos auxiliados por câmaras climáticas, o projeto foi concebido a partir da simplificação conceitual de câmaras existentes, buscando sua replicabilidade em diferentes regiões a um baixo custo de instalação. O laboratório é voltado a estudos de conforto ambiental e desempenho do meio construído, com exposição ao meio externo. O projeto da CBBC (ANEXO A) foi norteado por estratégias construtivas que constam na NBR 15.220: Desempenho térmico de edificações (ABNT, 2005) e na NBR 15575: Edificações habitacionais – desempenho (ABNT, 2013a). Na Figura 5 (A) é apresentada uma vista aérea da CBBC, instalada em fevereiro de 2018.

A Figura 5 (B) apresenta os dois módulos que constituem a CBBC. O primeiro, próximo à via externa, chamado de Módulo de Controle (MC) com abertura voltada para norte e um segundo, Módulo Experimental (ME), imediatamente ao lado de MC,

mais afastado da via. A opção pela construção de dois módulos reside na possibilidade de pesquisas experimentais comparativas com relação ao desempenho dos materiais entre levantamentos distintos. Ambos módulos foram construídos de forma autônoma, o que possibilita sua rotação de forma independente. Esta característica foi utilizada para verificar eventuais alterações na percepção do ambiente nas campanhas de avaliações realizadas até o momento buscando estudos comparativos e seus efeitos quanto à insolação, ventilação natural, acústica, iluminação, percepção ambiental entre outros. Como partido de pesquisas, será mantida a configuração original da envoltória de MC, avaliando assim os efeitos resultantes de eventuais modificações executadas em ME.

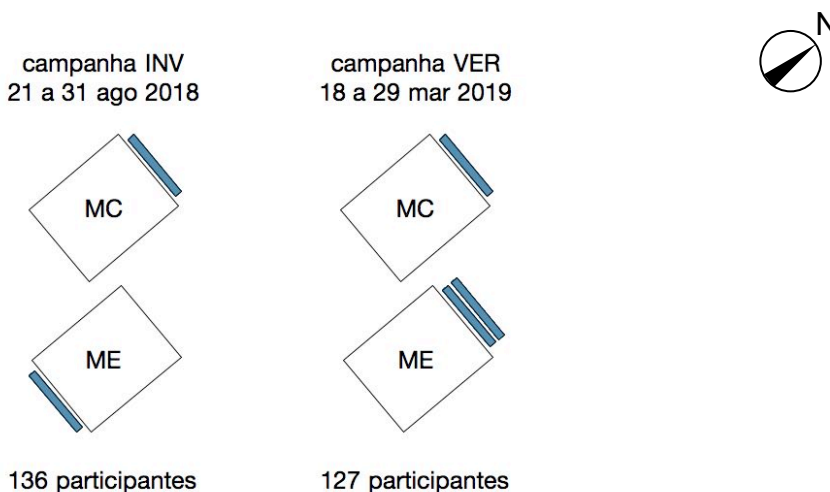
Figura 5 - CBBC: (A) vista aérea; (B) vista frontal.



Fonte: Trevisan *et al.* (2019).

Para a campanha de inverno (INV) foram definidas as orientações opostas de fachada a serem testadas buscando a máxima diferenciação em termos de disponibilidade de luz natural no interior dos dois módulos. MC, localizado próximo à via, teve sua abertura orientada para o norte (INV MC) enquanto o outro módulo teve sua janela alinhada ao sul (INV ME). A fim de testar o potencial de isolamento de um segundo perfil de esquadria, na campanha realizada no verão (VER), o módulo experimental (VER ME) recebeu tal modificação enquanto o módulo controle (VER MC) manteve características idênticas àsquelas utilizadas na campanha do ano anterior conforme esquema representado na Figura 6.

Figura 6 – Orientação dos módulos, configuração das janelas e periodicidade das campanhas realizadas na CBBC.



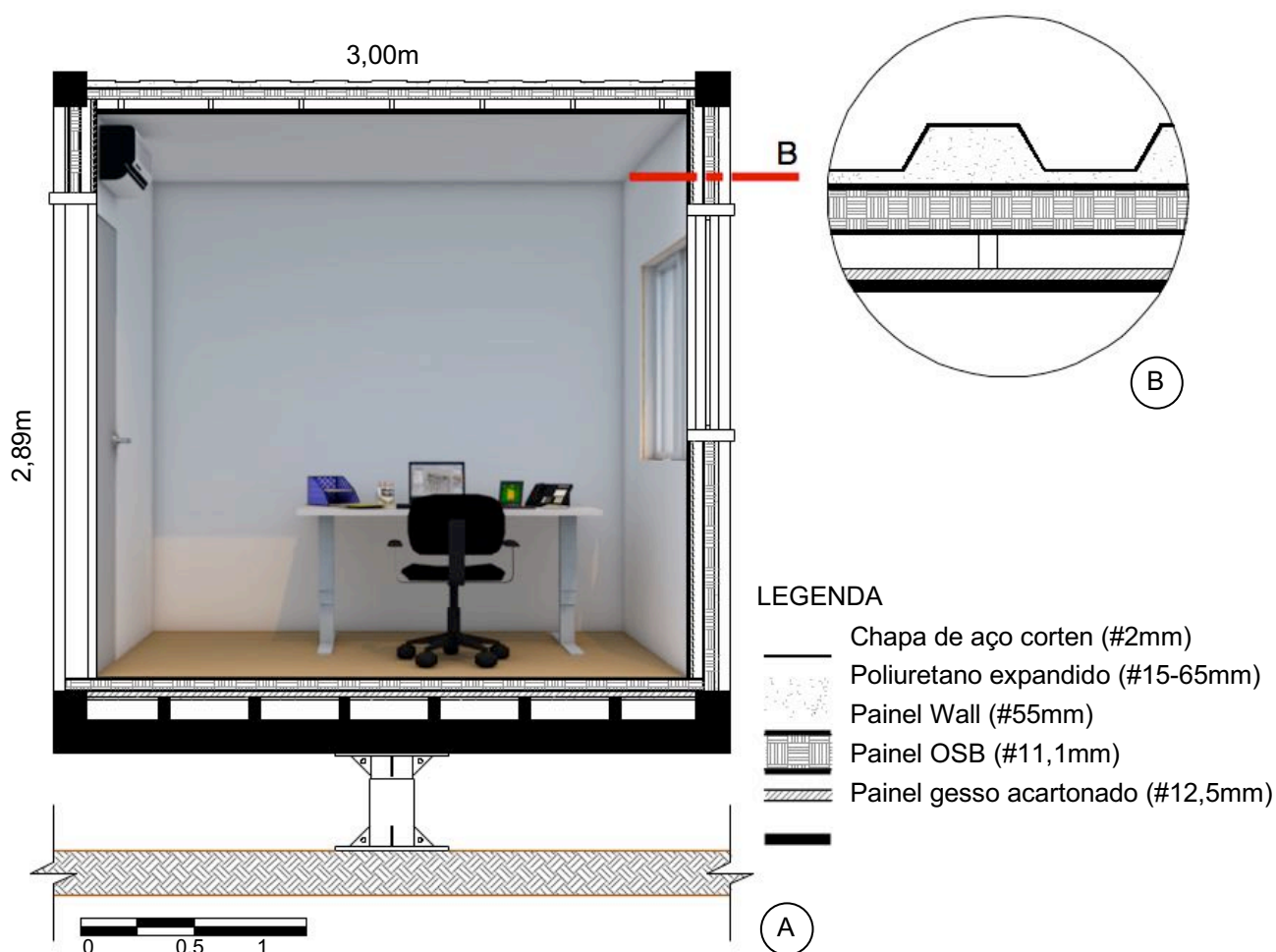
Fonte: Autoria própria (2020).

Os módulos, construídos pela divisão de um container *dry high cube*, possuem dimensões de 2,44m × 3,00m x 2,89m (LxCxA) e área interna de 5,4m² (Figura 7-A). A relação das áreas de piso (5,4 m²), fechamentos (21,95 m²) e vão de abertura (1,4 m²) foi projetada na razão de 26% entre janela e piso (Window to Floor Ratio – WFR) e de 6% entre janela e paredes da fachada (Window to Wall Ratio – WWR). Entre os módulos não há diferenciação nestas características, uma vez que a estrutura base dos mesmos é idêntica.

A envoltória da CBBC foi projetada buscando atingir os parâmetros de desempenho térmico estabelecidos pelas NBR 15220 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2013a). Como explicitado por Trevisan (2019) o desafio na construção consistiu em prover massa térmica aproveitando-se do mesmo padrão construtivo de construções a seco, conciliando este aos materiais doados pelas empresas parceiras, resultando uma envoltória (paredes e teto) composta por cinco materiais, conforme explicitado na Figura 7-B.

Na parte interna, revestidos em gesso acartonado, paredes e teto receberam acabamento em pintura lisa, na cor branco gelo fosco enquanto o piso foi revestido com material vinílico de acabamento amadeirado em tom claro.

Figura 7 – CBBC: (A) corte; (B) detalhe da envoltória.



Fonte: Trevisan *et al.* (2019).

- a) Fechamento externo em container *dry*, com chapas de aço corten;
- b) Camada de poliuretano expandido aspergido;
- c) Painel composto por duas placas cimentícias e miolo em madeira sarrafeada;
- d) *Oriented Strand Board* (OSB);
- e) Painel de gesso acartonado.

Trevisan (2019) demonstra na Tabela 1 os dados utilizado para o cálculo da transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e atraso térmico (ϕ). De acordo com o exposto, o valor de U resultante é mais eficiente que o mínimo exigido pela norma brasileira (ABNT, 2013a), o que de certa forma aproxima a CBBC de parâmetros mais exigentes colocados por outros países neste quesito (REUS NETTO,

2017). Por outro lado, apesar de próxima, a CT obtida na construção não chega a atingir o valor mínimo prescrito (ABNT, 2013a) enquanto ϕ é satisfatório para cobertura leve isolada, mas insatisfatório para paredes leves – vedações externas recomendadas para ZB1 (ABNT, 2005).

Tabela 1 - CBBC: transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT) e atraso térmico (ϕ).

Item	Composição	# [mm]	U [W/(m ² .K)]		CT [kJ/(m ² .K)]		ϕ [h]	
			Máx.	Obtido	Mín.	Obtido	Mín.	Obtido
Parede	Aço corten	2						
	PU expandido	15						
	Painel Wall	55	2,50	0,87	130	122,54	4,3	3,99
	OSB	11,1						
	Camada de ar	-						
	Gesso acartonado	12,5						
Teto	Aço corten	2						
	PU expandido	15						
	Painel Wall*	55	2,30	0,87	-	122,54	3,3	3,99
	Painel OSB	11,1						
	Camada de ar	-						
	Gesso acartonado	12,5						
Piso	Piso vinílico	3						
	Painel Wall*	55	2,30	1,00	-	121,95	-	-
	Madeira naval	28						
	PU expandido	15						

Fonte: Trevisan (2019).

Apesar do cuidado tomado na concepção e construção da CBBC, conforme indica a autora (TREVISAN, 2019), a busca pelas características de baixo custo e replicabilidade do laboratório não permite o classificar ainda como uma Câmara Climática, apenas como uma edificação teste. Tal impossibilidade decorre da utilização de aparelhos de ar condicionado convencionais, doados por uma empresa parceira do estudo, do tipo *Split* (modelo PH9000TQFM5 da marca Philco (2017)) com regulagem de ciclos quente e frio (entre 16°C e 31°C) em três funções distintas (*Timer*, *Swing* e *Heat*) e cinco módulos de operação (*Heat*, *Cool*, *Dry*, *Fan* e *Feel*). Apesar das diversas possibilidades de operação, os aparelhos não garantem precisão no controle das variáveis e da manutenção do regime permanente de condicionamento da temperatura e umidade relativa do ar, assim como a renovação do ar interna do ambiente, falhas que se pretende sanar.

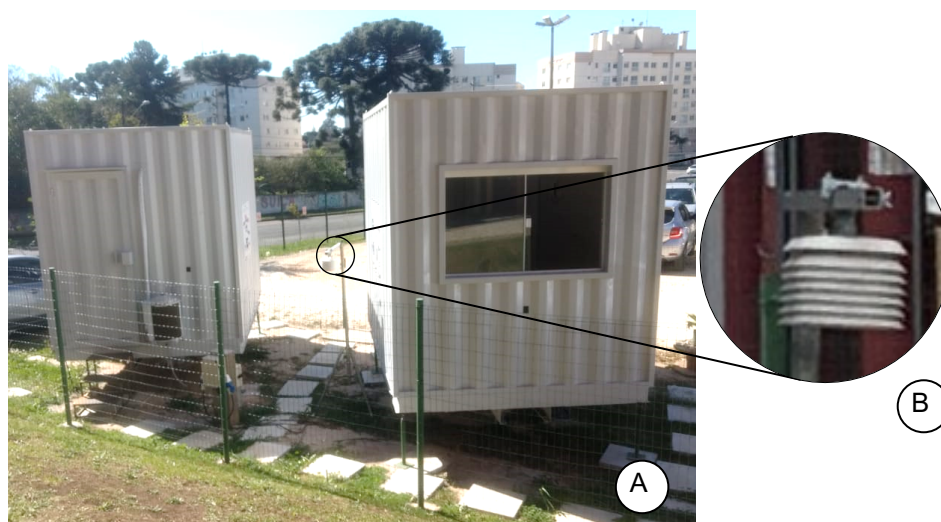
3.2 CONFIGURAÇÕES E PROTOCOLO DE OPERAÇÃO DA CBBC DURANTE AS CAMPANHAS INV E VER

Das três campanhas para coleta de dados realizadas até o momento, apenas duas atingiram a amostra mínima de 120 participantes necessários para validação do experimento conforme explicitado em 3.3.1- População Amostral Considerada. As principais diferenças entre as campanhas válidas são detalhadas a seguir:

- Campanha INV, realizada em agosto de 2018 buscou uma análise comparativa quanto a orientação geográfica dos módulos; a janela de MC resguardou sua orientação para Norte enquanto a de ME, para Sul – Figura 8 (A);

- Campanha VER, realizada em março de 2019 analisou os efeitos da inclusão de novo perfil de esquadria, instalada de forma externa à original simulando solução de esquadria com utilização de vidro insulado para isolamento térmico e sonoro, a baixo custo de instalação, manteve os módulos com aberturas voltadas para Norte.

Figura 8 – CBBC campanha INV: (A) vista externa; (B) abrigo climático.



Fonte: Trevisan (2019).

Para o ajuste de orientação dos módulos, foi utilizada uma estação total (marca Leica, modelo Flexline TS02) associada ao uso de um prisma (marca Leica, modelo CPR105) conforme indicado por Trevisan (2019).

A autora ressalta que para o perfeito alinhamento foi tomado o cuidado de instalar a estação total a 10m dos containers, a fim de evitar interferência da superfície

metálica na orientação ao norte magnético. Após determinação do mesmo, a estação foi ainda rotacionada buscando descontar a declinação magnética, ou seja, a diferença entre norte magnético e norte verdadeiro (no caso, 19°37'). Com auxílio do prisma, traçou-se uma linha de referência alinhando as fachadas de MC e ME. A guia foi demarcada com um fio de nylon amarrado a dois vergalhões, os quais são mantidos no espaço determinado à CBBC, auxiliando o alinhamento dos módulos conforme necessidade de cada estudo a ser realizado.

Para fins de comparação e análise dos dados entre as diversas sessões de levantamento de dados, determinou-se que a porta dupla (interna: madeira; externa: chapa metálica) e a janela (1,40m × 0,90m: duas folhas de correr, em vidro temperado 8mm) dos módulos, sejam mantidas fechadas com a persiana, branca, a meia altura da janela. A configuração da persiana buscou atenuar o ofuscamento no plano de trabalho e simultaneamente garantir a iluminância mínima de 500 lux em ambientes de escritório, segundo a NBR ISO/CIE 8995 (ABNT, 2013b). O equipamento de ar condicionado (padrão *split*) foi configurado apenas no modo ventilação, em velocidade alta e com a movimentação das aletas ativada, mantendo-se a temperatura ambiente suscetível às variações climáticas.

Após agendamento e preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO C), os participantes foram conduzidos aos ambientes-teste individualmente, de forma a alcançar distribuição equilibrada entre os módulos considerando sexo biológico e curso de origem dos voluntários, para que avaliassem o ambiente após um breve período de aclimatação e uso. Ao participante foi dada a opção de abrir a janela e/ou a persiana durante a sua permanência, assim como alterar os ajustes da cadeira. Portas e janelas foram abertas no intervalo de troca de participantes, buscando garantir a renovação do ar interno. A operação dos sistemas de climatização e de iluminação artificial foi vedada aos usuários.

Para as avaliações, o sistema de iluminação foi programado de forma a compensar de hora em hora a dinâmica da temperatura de cor (T_{COR}) da iluminação natural. O sistema é composto por três lâmpadas LED cujas configurações de temperatura de cor correlata podem ser pré-determinadas e/ou alteradas remotamente por meio de aplicativo para *smartphone*. Foi utilizado o aplicativo Philips Hue Pro (PRISMATIC, 2016), programando a alteração da configuração de T_{COR} no intervalo de realização dos experimentos, das 8h00 às 18h00.

A configuração da iluminação partiu da correlação entre fonte luminosa e T_{COR} equivalente para todo o período de realização do levantamento (ROCHA, 2010). Assim, foi sendo alterada a T_{COR} do sistema ao longo de um período de dez horas, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Configuração de T_{COR} , de hora em hora.

	8h00	9h00	10h00	11h00	12h00	13h00	14h00	15h00	16h00	17h00
T_{COR} (K)	2667	3086	3509	4950	6494	4950	3509	3300	3086	2907
Hue Pro										
O (lm)	495	592	689	705	551	705	689	641	592	551

OBS.: T_{COR} – temperatura de cor; O – fluxo luminoso.

Fonte: Trevisan (2019).

A Tabela 2 apresenta o fluxo luminoso (O) correspondente à T_{COR} , parâmetro calculado com base nos valores informados pelo fabricante, sendo:

- Para T_{COR} = 2.000 K, O = 342 lm;
- Para T_{COR} = 4.000 K, O = 800 lm;
- Para T_{COR} = 6.500 K, O = 550 lm.

O monitoramento da Iluminância horizontal (E_h) e T_{COR} no interior dos módulos da CBBC foi realizado simultaneamente às avaliações realizadas na CBBC.

Para definição dos critérios para aclimação de curto prazo, foram utilizadas as normas NBR 16401 (ABNT, 2008) e da ANSI/ASHRAE Standard 55 (ANSI/ASHRAE, 2017), as quais recomendam um tempo mínimo de permanência de 15 minutos.

Aproveitando do tempo necessário de permanência para aclimação no interior dos módulos, foi aplicado o Teste Psicológico G-38, um teste de raciocínio e analogia não-verbal de inteligência com 38 questões (BOCCALANDRO, 2003), com duração aproximada de 20 minutos. Os resultados destas avaliações foram aproveitados na análise sobre eventual influência do ambiente, quanto à relação de conforto, no desempenho cognitivo dos voluntários.

Na sequência do Teste G-38, foi aplicado o questionário com as questões subjetivas a respeito da percepção de conforto (percepção térmica, lumínica, acústica, ambiental e ergonomia).

O tempo de duração das duas etapas foi cadenciado por uma plataforma interativa desenvolvida com tecnologias web - *Cascading Style Sheets* (CSS), *Hypertext Markup Language* (HTML) e *Javascript*. Esta era executada a partir do navegador instalado em cada um dos computadores existentes nos módulos. O

Psicológico era apresentado assim que o participante adentrava o módulo; após 20 minutos, o Questionário era liberado para preenchimento e o participante era alertado por meio de mensagem visual e alarme sonoro da plataforma interativa. Caso o participante concluísse o Teste G-38 em menos de 20 minutos, era obrigado a cumprir o prazo de aclimação aguardando tempo restante pré-determinado para início do Questionário.

3.3 MATERIAIS E MÉTODOS DAS CAMPANHAS DE AVALIAÇÃO

Uma APO é um método de diagnóstico do ambiente sob a ótica do usuário, preferencialmente um membro da população fixa da edificação. Embora a CBBC não seja um local de ocupação permanente, o conceito de APOs foi empregado como instrumento de análise das condições de conforto proporcionadas por aquele ambiente. Os módulos da CBBC são mobiliados de modo análogo a um escritório, dispondo de condições de permanência do voluntário de forma similar àquelas encontradas em ambientes de trabalho individual ou salas de estudo. A alimentação dos participantes, oferecida de modo a tornar mais agradável sua estada no ambiente, foi controlada a fim de minimizar a possibilidade de influência as respostas subjetivas. Aos participantes, durante o período dos experimentos, foram oferecidos uma barra de cereal e 500ml de água (sem gás, em temperatura ambiente), alimentação escolhida visando evitar efeitos estimulantes.

3.3.1 População Amostral Considerada

Os voluntários foram recrutados entre alunos de Arquitetura e Urbanismo (AU) e Engenharia Civil (EC), cursos com foco no estudo do ambiente construído - cujos alunos estão mais habituados a conceitos de conforto ambiental e análise de desempenho dos componentes construtivos (TREVISAN *et al.*, 2019). Outro atributo que influenciou a escolha do grupo de participantes é sua relativa homogeneidade quanto a faixa etária e de nível de escolaridade. Os dados médios dos participantes são aqueles apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Caracterização dos participantes das campanhas de avaliação.

	homens				mulheres			
	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	IMC	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	IMC
INV MC (69)	22,2 (4,3)	73,8 (10,8)	1,77 (0,07)	23,6 (2,8)	22,5 (5,8)	63,1 (10,8)	1,63 (0,07)	23,6 (3,3)
INV ME (67)	24,4 (9,4)	79,6 (18,0)	1,78 (0,07)	25,0 (4,8)	22,0 (2,9)	67,1 (12,8)	1,67 (0,07)	24,2 (4,7)
VER MC (63)	24,3 (5,1)	71,5 (8,2)	1,76 (0,07)	23,2 (2,2)	23,1 (5,1)	62,8 (12,8)	1,66 (0,06)	22,7 (4,3)
VER ME (64)	25,4 (6,9)	77,3 (16,7)	1,77 (0,07)	24,7 (4,9)	23,6 (7,9)	62,7 (10,9)	1,66 (0,06)	23,0 (4,0)
TOTAL	23,9 (6,9)	75,7 (12,0)	1,77 (0,07)	24,1 (4,0)	22,8 (5,8)	63,9 (12,0)	1,65 (0,07)	23,3 (4,1)

OBS.: 1. Os valores apresentados se referem às médias dos dados levantados;
2. Os valores indicados entre parênteses se referem ao desvio padrão populacional.

Fonte: Autoria própria (2020).

Para recrutar a amostra de voluntários, foram realizadas apresentações da pesquisa em salas de aula além de divulgação via e-mail e redes sociais. O único critério de exclusão da amostra foram pessoas com idade inferior a 18 anos. O tamanho da amostra foi calculado por meio da Equação 1 (SANTOS, 2007):

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1-p)}{Z^2 \times p \times (1-p) + e^2 \times (N-1)} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

n = Amostra necessária

N = População

Z = Variável normal padronizada (nível de confiança)

p = Verdadeira probabilidade do evento

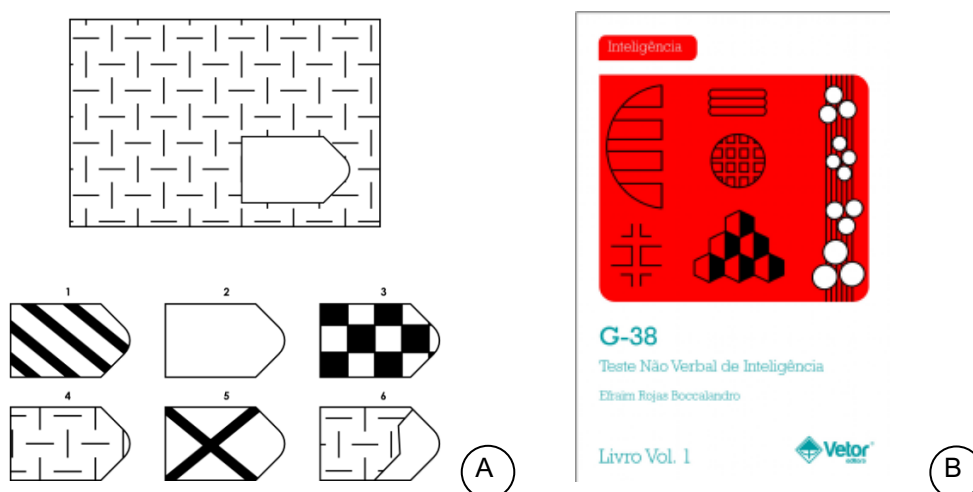
e = Erro amostral

De acordo Trevisan (2019), para o estudo da população mínima a ser considerada nas distintas avaliações considerou-se; população (N) corresponde aos alunos da referida Universidade, matriculados no 2º semestre de 2018 nos cursos de Arquitetura e Urbanismo (470) e de Engenharia Civil (468), totalizando 938 pessoas. Adotando-se como nível de confiança (Z) de 95%, percentual mínimo (p) de 10% e erro amostral (e) de 5%, a amostra necessária (n) resultou em um número mínimo de 120 voluntários. Os parâmetros adotados no cálculo da amostra seguiram as recomendações para métodos quantitativos em APO (ONO *et al.*, 2018).

3.3.2 Teste G-38

O Teste Psicológico G-38, aprovado pelo Conselho Federal de Psicologia (SATEPSI, 2018), é uma versão brasileira do Teste das Matrizes Progressivas de Raven (1938). Tem por finalidade medir a capacidade intelectual do indivíduo, analisando a compreensão de relação: de identidade simples; de identidade mais raciocínio por analogia; raciocínio por analogia envolvendo mudança de posição; raciocínio por analogia do tipo numérico ou mudança de posição e; raciocínio por analogia do tipo espacial. De acordo com Krüger (2018), de forma simplificada o teste consiste em indicar qual opção se enquadra na imagem referência (Figura 9 A). O Teste G-38 (Figura 9 B) é um teste não verbal de inteligência com 38 questões em ordem crescente de dificuldade, envolvendo compreensão de relação de identidade e raciocínio por analogia. O mesmo tem como objetivo demonstrar o desempenho do avaliado em uma tarefa avaliando sua Inteligência Geral. Pode ser considerado um indicativo desse potencial quando comparado a um determinado grupo de pessoas (BOCCALANDRO, 2003).

Figura 9 – Testes de raciocínio: (A) Matrizes Progressivas de Raven; (B) capa da Coleção Teste G-38.



Fonte: Adaptado de Krüger (2018).

O teste pode ser aplicado tanto individualmente quanto de forma coletiva; para adultos com escolaridade que vai desde o Ensino Fundamental II até o ensino Superior, com duração máxima de 30 minutos.

A opção pela aplicação do Teste G-38, nos minutos anteriores ao início do questionário específico de percepção do ambiente, buscou aproveitar o tempo exigido para aclimatação de 15 minutos (ABNT, 2008; ANSI/ASHRAE, 2017) para recolhimento de dados psicológicos a fim de estudar a eventual correlação entre o desempenho do participante no teste com alterações físicas ocorridas no ambiente da CBBC como temperatura, umidade e iluminância (TREVISAN, 2019).

O teste pode ser aplicado de forma manual ou, como no caso das avaliações realizadas para o estudo, a partir de uma plataforma online da Vetor editora – Sistema de Avaliação Informatizada 2.0. O resultado quantitativo é apresentado a partir de um gráfico de barras com a pontuação bruta e o percentil atingido pelo avaliado. Além dos valores obtidos, a plataforma apresenta também a interpretação descritiva do resultado alcançado. Assim, além da avaliação quantitativa, o mesmo permite também a avaliação qualitativa dos participantes no que se refere à análise dos tipos de erros cometidos no teste (BOCCALANDRO, 2003).

Figura 10 – Resultado G-38.

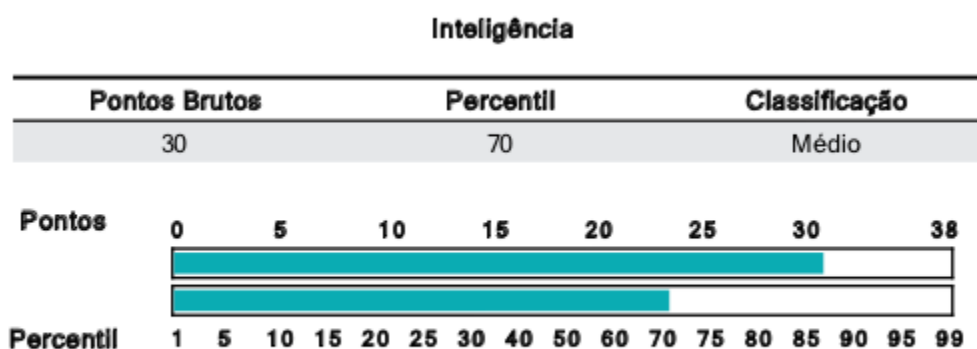


Tabela utilizada: **Percentis - 2018 - Ensino Superior - Sul**

Fonte: Bocalandro (2003).

Os resultados dos testes realizados pelos participantes durante as campanhas de INV e VER foram encaminhados aos mesmos assim que os ensaios foram concluídos. Os valores do percentil atribuídos aos candidatos foram considerados no processamento e análise dos dados, de forma anônima, buscando analisar a correlação entre o desempenho cognitivo do participante e fatores ambientais levantados na CBBC.

O percentil é o valor que representa a porcentagem de pessoas que obtêm pontuação bruta igual ou inferior àquela encontrada. Um resultado de percentil 70 por exemplo, indica que 70% das pessoas que responderam ao questionário costumam ter pontuação bruta menor ou igual a obtida pelo respondente ou, em outras palavras, que apenas 30% dos participantes de um determinado perfil de análise possuem desempenho superior ao seu.

A aplicação do Teste G-38 foi supervisionada pelo psicólogo Helmuth Ricardo Krüger (CRP n° 523/RJ), Coordenador Adjunto do Curso de Mestrado em Psicologia da Universidade Católica de Petrópolis e professor titular dessa mesma instituição. O psicólogo é também professor titular aposentado da Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

3.3.3 Questionário de Dados Subjetivos Aplicado nas Campanhas INV e VER

Para os trabalhos em desenvolvimento na CBBC, foi feita a opção por elaborar um questionário próprio (TREVISAN, 2019), com questões pertinentes aos diversos estudos em andamento no GT-CBBC, abordando questões relativas ao grau de satisfação dos ocupantes quanto ao conforto ambiental.

O questionário divide-se em cinco tópicos: percepção térmica, acústica, lumínica, aspectos de percepção ambiental e ergonomia. Esta última utilizada apenas como validação do mobiliário e ambiente ofertado para as análises. Buscando simplificar o agrupamento de dados e aplicação do mesmo durante as avaliações, este foi elaborado na Plataforma *Google Forms* e é composto por 25 questões, as quais tomaram por base as seguintes referências (TREVISAN, 2019):

a) Percepção térmica: ISO 10551 - *Ergonomics of the thermal environment* (ISO, 1995);

b) Percepção lumínica: *Questionnaire for Assessment of Light Situations*, de autoria da *Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V.* (LIGT, 2014);

c) Percepção acústica: questionário da avaliação da qualidade ambiental em salas de aula da Universidade de Pavia, Itália (RICCARDI e BURATTI, 2018);

d) Ergonomia: questionário de APO aplicado nas bibliotecas do Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), em São Paulo, e da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Marília (GOMES, 2007);

e) Percepção do ambiente físico, como a satisfação com características do espaço interno: piso, paredes, cores, etc.: questionário de APO aplicado em uma sala de controle de um Sistema de Metrô (RESENDE, 2011).

A autora relata ainda que para avaliar a consistência do questionário pelo Coeficiente Alfa de Cronbach (1969), ferramenta estatística que quantifica a confiabilidade de um questionário, foram calculadas a variância e a correlação média das respostas de uma aplicação preliminar. Como resultado, optou-se pela supressão de uma questão relativa à variável percepção da umidade, ao constatar que esse parâmetro era difícil de ser interpretado e de ser isolado da percepção térmica dos participantes. Uma vez revisado o questionário, este foi reaplicado, ainda em caráter preliminar, e novamente realizado o teste Alfa de Cronbach; no qual não foram constatadas inconsistências relevantes.

Geralmente afirma-se que um valor de 0,7 - 0,8 é aceitável para o Alfa de Cronbach e valores substancialmente mais baixos indicam uma escala não confiável. Kline (1999 apud) registra que embora o valor comumente aceito de 0,8 seja apropriado para testes cognitivos como o teste de inteligência, para testes de habilidade um ponto de corte de 0,7 é mais adequado. Ele também afirma que quando se tratar de construtos psicológicos, valores abaixo de 0,7 podem ser esperados, por causa da diversidade dos construtos que estão sendo medidos (FIELD, 2009).

O valor encontrado no para as respostas da campanha VER, com um total de 127 questionários respondidos foi de 0,678, coerente e aceitável, considerando que a escala avalia diversas escalas de medidas (térmica, iluminação e acústica).

3.3.4 Protocolo de Realização das Campanhas

A sequência de procedimentos se repetiu em ambas campanhas. Foi solicitado aos participantes chegar ao local onde está instalada a CBBC, preferencialmente com 10 minutos de antecedência em relação ao horário pré-agendado. No local, cada voluntário recebeu uma breve explanação sobre metodologia pesquisa. Foi entregue o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) o qual foi assinado por todos participantes. No Termo o voluntário declara estar ciente e em acordo com os procedimentos do experimento. Na sequência, foram coletados os dados de peso e altura do voluntário, anotou-se a vestimenta e a

condição do céu observada (céu sem nuvens, parcialmente encoberto, encoberto). Este último dado foi utilizado apenas para comparação com aqueles apresentados pelo relatório da Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica (REDEMET)⁵, baseado nas informações sobre as condições de céu verificadas no aeroporto Afonso Pena, cerca de 20,6km distante do campus.

Após esta etapa, de apoio ao levantamento, os participantes foram conduzidos aos ambientes-teste individualmente, de forma a alcançar distribuição equilibrada entre os módulos considerando sexo biológico e curso de origem dos voluntários. Nos módulos, eram passadas as últimas orientações a respeito dos questionários e feita uma breve explicação sobre a sequência e tempo das rotinas programadas, cadenciadas a partir de uma plataforma interativa conforme explicitado no item 3.3.4 - Protocolo de Realização das Campanhas. A programação buscou assegurar a aclimação de curto prazo no interior do ambiente (ABNT, 2008), aliando o tempo mínimo recomendado pela norma ANSI/ASHRAE Standard 55 (ANSI/ASHRAE, 2017) para aclimação a curto prazo (15 minutos) ao tempo necessário para finalizar o teste.

Essencial para a validação dos dados subjetivos de percepção do ambiente, apenas após 20 minutos o participante era alertado por meio de mensagem visual e alarme sonoro da plataforma interativa e podia dar início ao preenchimento do questionário.

As duas etapas foram cadenciadas por meio de uma rotina computacional; assim, caso o participante concluísse o Teste Psicológico G-38 antes do prazo de 20 minutos, deveria que aguardar o tempo restante para responder o outro questionário. A duração total de cada teste foi, em média, de 30 minutos.

3.4 MONITORAMENTO DOS DADOS OBJETIVOS

Variáveis ambientais térmicas e de iluminação, internas e externas aos módulos, foram registradas a fim de subsidiar a análise da percepção do usuário. Foi realizado também durante as campanhas de INV e VER um monitoramento buscando

⁵ A Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica tem como objetivo integrar os produtos meteorológicos voltados à aviação civil e militar disponibilizando alguns dos dados em sua homepage < <https://www.redemet.aer.mil.br> >.

acompanhar as percepções ambientais individuais assim como eventual interferência em aspectos cognitivos e de percepção do ambiente em cada voluntário. A sequência apresentamos os processos de monitoramento utilizados para levantamentos restritos aos dados objetivos nas diferentes sessões realizadas.

3.4.1 Variáveis Térmicas

Dos dados monitorados, o levantamento das condicionantes térmicas foi aquele que mais sofreu adequações entre as campanhas realizadas. A fim de simplificar o entendimento destas diferenças, optou-se pela descrição dos ambientes internos e externo de forma separada.

3.4.1.1 Variáveis térmicas externas

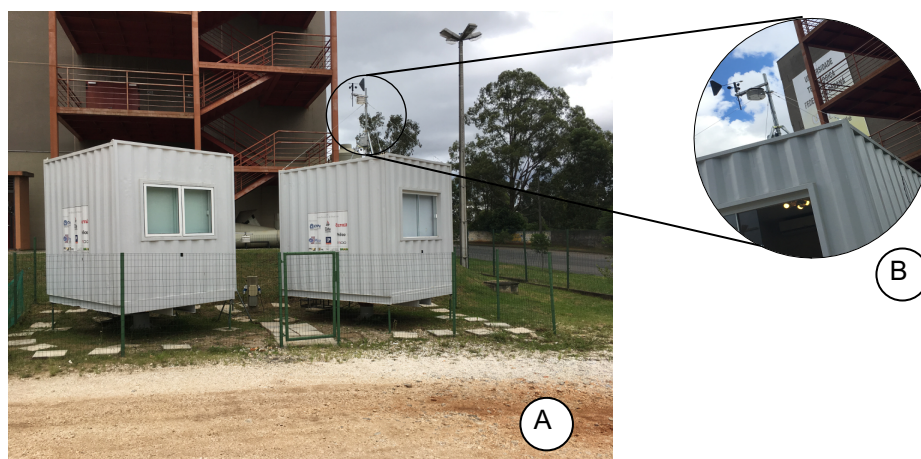
A condição climática de INV limitou-se ao monitoramento com 2 sensores de temperatura do ar externo ($T_{a \text{ ext}}$) com medições a cada 5 minutos. Foram utilizados um sensor da marca Novus, modelo TagTemp Stick e outro da marca HOBO Temp U10-001, acondicionados em um abrigo fixado sobre um tripé, a 2,00m de altura em relação ao piso da área externa – vide Figura 8 (A e B), apresentada no item 3.2, localizado entre os módulos da CBBC. Os dados foram, porém, descartados quando de sua análise face apresentarem incoerência entre si assim como com os valores de temperatura interna coletados.

Para a campanha VER, além dos medidores entre os módulos, foi instalada adicionalmente uma estação meteorológica HOBO sobre o MC (Figura 11), equipada com sensores para monitorar $T_{a \text{ ext}}$, a UR e ponto de orvalho do entorno, características de velocidade do ar (V_{ar}), velocidade de rajada (V_R) e direção dos ventos predominantes (marca ONSET, modelo S-WCA-M003) com registros a cada 15 minutos.

Aproveitando-se da necessidade de padronização das informações entre as duas campanhas e, complementação dos dados descartados de INV, foram utilizados os dados climáticos fornecidos pelo Sistema de Tecnologia e Monitoramento

Ambiental do Paraná – SIMEPAR⁶. Buscando um maior entendimento da relação do usuário com o ambiente externo (BRAGER e DE DEAR, 1998; ANSI/ASHRAE, 2017), foram reunidos os dados abrangendo um período de pelo menos 10 dias antes do início das campanhas INV e VER.

Figura 11 – Campanha VER: (A) vista externa; (B) estação meteorológica sobre MC.



Fonte: Autoria própria (2020).

Foram também coletados para o período analisado, os dados das Normais Climatológicas locais, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET⁷. A Organização Meteorológica Mundial, define Normais como “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos (INMET).

Vale mencionar que as estações do SIMEPAR e INMET estão localizadas lado a lado no Centro Politécnico, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná.

⁶ O SIMEPAR é uma entidade de direito privado e interesse público, sem fins lucrativos, vinculado à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo do Paraná – SEDEST que busca prover a sociedade de dados, previsões, produtos e serviços de natureza meteorológica, hidrológica e ambiental além de promover a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico nas áreas das ciências atmosféricas e ambientais (SIMEPAR).

⁷ O INMET é um órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que busca prover informações meteorológicas à sociedade brasileira (INMET).

3.4.1.2 Variáveis Térmicas internas

O monitoramento das condições térmicas do interior dos módulos da CBBC, teve também configurações distintas entre as sessões. Da mesma forma que realizado com os demais parâmetros, a coleta de dados se deu pela disponibilidade de medidores no momento de realização dos levantamentos assim como verificação da necessidade de medidas adicionais percebidas nas avaliações anteriores.

Foram utilizados na campanha INV, com registro de temperatura de ar interno ($T_{a \text{ int}}$) a cada minuto e UR a cada cinco minutos:

- Dois sensores de $T_{a \text{ int}}$ (marca Novus, modelo TagTemp Stick) a 0,10m e 1,70m - Figura 12(A);
- Um sensor de $T_{a \text{ int}}$ (marca Hobo, modelo Temp U10-001) a 1,10m, em uma esfera plástica equivalente a um termômetro de globo com 15 cm de diâmetro – Figura 12 (B);
- Um sensor de $T_{a \text{ int}}$ e UR (marca Hobo, modelo 12-Bit S-THB-M002) a 1,10m - Figura 12(C).

Enquanto na VER, os sensores para monitoramento das condições térmicas no interior dos módulos foram configurados para registrar $T_{a \text{ int}}$ e UR a cada minuto com a utilização de:

- Quatro sensores de $T_{a \text{ int}}$ (marca Novus, modelo TagTemp Stick) a 0,10m, 0,60m, 1,10m e a 1,70m;
- Um sensor de $T_{a \text{ int}}$ (marca Novus, modelo TagTemp Stick) a 1,10m, em uma esfera plástica equivalente a um termômetro de globo com 15 cm de diâmetro;
- Um higrômetro (marca HOBO, modelo LogBox-RHT-LCD) a 1,10m.

Dados de umidade relativa (UR) foram coletados no interior de ambos os módulos, assim como na área externa, dada sua importância na análise da produtividade face índices de conforto térmico (COSTA, BAPTISTA e DIOGO, 2011).

Para a campanha VER, além dos registros de $T_{a \text{ int}}$ e UR monitorados também na de INV, foi incluído um anemômetro (marca Omega, modelo HHF-SD1) para monitorar a velocidade do ar interna ($V_{ar \text{ int}}$), a 1,10m de altura com registros também a cada minuto, o qual não identificou qualquer movimentação relevante de ar no interior dos módulos, registrando valores sempre menores que 0,1 m/s.

Figura 12 – Interior dos módulos na campanha INV: (A) Sensor TagTemp Stick; (B) Termômetro de Globo; (C) Sensor Temp U10-001.



Fonte: Trevisan (2019).

Para a análise comparativa dos dados térmicos levantados no interior dos módulos, adotou-se os índices PMV e PPD descritos na ISO 7730 (2005). O PMV, voto médio predito desenvolvido por Fanger (1970) prediz a média das avaliações subjetivas quanto ao conforto térmico de pessoas em um ambiente. Para a obtenção do PMV, foi utilizado o programa computacional *RayMan Pro: A tool for Applied Climatology* (MATZARAKIS, RUTZ e MAYER, 2009). O *software* realiza o cálculo para momentos específicos e lê listas de dados registrados em arquivos do tipo CSV. Para elaboração deste arquivo foram separados os valores de T_{ar} , UR, T_{globo} , os três valores registrados nos equipamentos instalados a 1,10m em relação do piso interno dos módulos, V_{ar} , CLO e a Temperatura Radiante Média –TRM. Foram agrupados os dados de cada uma das sessões de exposição às condições internas aos quais os participantes foram submetidos.

A TRM foi obtida a partir da temperatura registrada no termômetro de globo - T_{globo} , conforme procedimentos indicados pela norma ISO 7726 (1998). Este procedimento foi validado por Fernandes (2018) quando da não utilização de ar-condicionado no ambiente. Os valores da TRM de cada participação foi obtida a partir da Equação 2:

$$TRM = \left[(T_{globo} + 273,15)^4 + \left(\frac{1,1 \times 10^8 V_{ar}^{0,6}}{\varepsilon D^{0,4}} \right) \times (T_{globo} - T_{ar}) \right]^{0,25} - 273,15$$

Equação 2

Em que:

TRM = é a temperatura radiante media, em °C;

T_{globo} = é a temperatura de globo, em °C;

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

T_{ar} = é a temperatura do ar, em °C;

D = é o diâmetro do globo, em m.

Além dos dados relativos a cada sessão de avaliação, foram também inseridos no *software RayMan Pro* os dados das coordenadas geográficas locais (25°25' S e 49°16' O), altitude (935m) e fuso-horário (UCT -3,0) de Curitiba assim como os dados de idade, altura e peso médio, por sexo, calculados sobre o total da amostra (Tabela 3, p.48).

Com o valor PMV determinado, pode-se calcular o valor do PPD usando a Equação 3 descrita na ISO 7730 (2005).

$$PPD = 100 - 95 \times \exp(-0,03353 \times PMV^4 - 0,2179 \times PMV^2) \quad \text{Equação 3}$$

Em que:

PPD = é o Percentual Estimado de Insatisfeito (*Predicted Percentage Dissatisfied*), em %;

PMV = é o velocidade Voto Médio Predito (*Predicted Mean Vote*).

3.4.2 Variáveis Lumínicas

Para o monitoramento das condições lumínicas internas ao módulo, foi empregado um actímetro (marca Phillips, modelo Actiwatch Spectrum), cujo luxímetro tem precisão de 10% a 1500 lux (típico), comprimento de onda de 400 a 700nm e iluminância de 0,1 a 5500 μW/cm². O actímetro foi fixado junto ao plano de trabalho (Figura 13 A e B) e as medições de E_h foram registradas a cada 30 segundos na rodada de INV enquanto que na de VER, os aparelhos foram configurados para fazer o registro a cada um minuto, intervalo utilizado na análise dos dados obtidos.

Todos os procedimentos e protocolos com possíveis impactos nos índices de iluminação interna foram mantidos para ambos módulos (MC e ME) nas duas sessões de avaliação, inclusive a possibilidade de operação da persiana pelos participantes. A

única restrição solicitada ao participante foi a impossibilidade de controle da fonte de luz artificial, a qual deveria permanecer acesa durante todo o tempo do experimento.

Para fins de comparação na análise, foi utilizada a média dos dados totais registrados no período de permanência dos voluntários dentro dos módulos em cada uma das sessões de avaliação.

Figura 13 - Posicionamento do actímetro: (A) Orientações gerais para os participantes; (B).



Fonte: GT CBBC (2019).

Para o levantamento das condições externas de iluminação, foi utilizada a fonte de dados climáticos da Redemet que disponibiliza informações sobre a nebulosidade local. O órgão fornece dados meteorológicos sob a forma de relatórios METAR para uma rede de estações localizada no território brasileiro. Para a coleta de dados foi escolhida a estação do Aeroporto Afonso Pena (cód. SBCT), localizado ao sudeste de Curitiba.

O METAR (*Meteorological Aerodrome Report*) é um informe regular utilizado para a descrição completa das condições meteorológicas observadas em um determinado aeródromo (DECEA, 2019). O registro em geral é reportado em intervalos regulares de uma em uma hora, nas horas cheias. A exceção ocorre sob a condição de clima instável, quando podem ser confeccionados informes com outra frequência, entendendo ser necessária uma atualização mais amíúde. No Brasil é adotada a regulamentação do DECEA⁸ para interpretação da forma correta de codificação do METAR.

⁸ O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) é uma organização vinculada ao Ministério da Defesa responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro responsável pelo fornecimento dos serviços de navegação aérea em território nacional, viabilizando voos e a ordenação dos fluxos de tráfego aéreo no País.

Conforme descrito por Krüger e Rossi (2015), a nebulosidade é de acordo com os procedimentos FCA 105-3 e MCA 105-2, disponíveis no site da REDEMET, obtida pelo método de observação visual. Os códigos METAR (SKC/CLR = ' Sky Clear'/'Clear' ou sem nuvens; NSC = 'No significant cloud'; FEW = 'Few' ou 1-2 oitavas; SCT = 'Scattered' ou 3-4 oitavas; BKN = 'Broken' ou 5-7 oitavas; OVC = 'Overcast' ou 8 oitavas). Os dados relativos às condições de nebulosidade do céu foram também comparados aos dados subjetivos relativos a percepção do usuário da CBBC.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Os dados trabalhados consideram as respostas de 263 avaliações, cujas coletas de dados foram realizadas nos períodos de inverno e verão local. Destas, são consideradas 136 participações da campanha realizada entre os dias 21 e 31 de agosto de 2018 a qual passaremos denominar INV e 127 daquela realizada entre os dias 18 e 29 de março de 2019, identificada como VER.

Houve ainda a tentativa de uma rodada intermediária de avaliações, entre os dias 27 e 30 de novembro de 2018, interrompida em decorrência da baixa adesão dos estudantes. O baixo número de participações provavelmente foi uma consequência da escolha equivocada da data, coincidente com o período da avaliação semestral. Somado a isto, a opção pelo cancelamento se deu também pelas condições climáticas desfavoráveis para a obtenção de dados característicos da estação. Ao contrário do planejado, o período de avaliações foi marcado pela aproximação de uma frente fria, com temperaturas mais baixas que aquelas esperadas para o final da primavera e início do verão.

Vale ressaltar que ambas campanhas utilizadas no desenvolvimento do trabalho atingiram a amostra mínima estabelecida de 120 pessoas por avaliação (TREVISAN, 2019). A distribuição dos participantes de acordo com os módulos da CBBC, somadas as 2 rodadas de avaliações utilizadas é discriminada na Tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição dos participantes nos módulos da CBBC em INV / VER.

Módulo CBBC	Local do módulo	Sexo biológico		Curso de graduação		Amostra total
		Feminino*	Masculino*	Arq. Urb.*	Eng. Civil*	
MC	Próx. via	34 / 42	35 / 21	36 / 38	33 / 25	69+63=132
ME	Dist. via	36 / 38	31 / 26	33 / 39	34 / 25	67+64=131
Total		70 / 80	66 / 47	69 / 77	67 / 50	136+127=263

OBS: * Valores relativos ao total de participantes por classificação das campanhas INV / VER.

Fonte: Autoria própria (2020).

Buscou-se sempre que possível uma distribuição equilibrada dos voluntários entre MC e ME considerando sexo biológico e cursos de graduação. Nota-se maior adesão à pesquisa pelos alunos do curso de AU, em especial na segunda rodada de avaliações. O maior interesse destes alunos pelo tema pode ser decorrente da maior carga horária ofertada a disciplinas de projeto arquitetônico e conforto ambiental pelo curso de Arquitetura e Urbanismo, despertando maior interesse e familiaridade dos

mesmos com o tema. Esta maior participação dos alunos de AU acabou impactando também no maior número de mulheres nas sessões (57,03%), consequência do predomínio deste sexo no curso de AU. Ao final, a distribuição de participantes de acordo com os cursos de graduação totalizou 146 participantes (55,51%) de Arquitetura e Urbanismo e 117 participantes (44,49%) de Engenharia Civil.

4.1 DAS VARIÁVEIS TÉRMICAS

Para a avaliação quanto aos aspectos térmicos percebidos pelo usuário da CBBC, foram utilizadas as respostas expressas pelo preenchimento do formulário (ANEXO B) proposto por Trevisan (2019) quanto a sensação térmica percebida, sensação de conforto e de preferência por eventuais mudanças na temperatura. Estas foram comparadas com os dados objetivos da condição climática interna do ambiente de testes (Tabela 5) sendo posteriormente confrontadas com valores normatizados.

Tabela 5 – Resumo dos dados objetivos da condição climática interna dos módulos.

	Tar (°C) mín	Tar (°C) méd	Tar (°C) máx	Tglobo (°C) mín	Tglobo (°C) méd	Tglobo (°C) máx	UR (%) mín	UR (%) méd	UR (%) máx	Var (m/s)
INV MC (69)	15,7	22,5	29,2	15,8	24,0	31,6	38,6	63,1	79,6	0,1
INV ME (67)	16,7	24,2	32,0	13,9	22,0	29,0	38,4	57,7	82,0	0,1
VER MC (63)	18,9	23,8	30,3	17,5	23,0	29,7	51,0	71,5	82,9	0,1
VER ME (64)	19,0	24,0	30,5	18,7	24,0	30,7	50,6	71,2	83,8	0,1

OBS.: 1. Valores são referentes àqueles registrados durante as sessões de realização dos levantamentos;
2. Dados de Tar, Tglobo, UR e Var registrados a 110cm de altura relativo ao piso acabado interno;
3. Var atribuído face todos registros serem iguais ou inferiores a 0,1m/s durante as sessões.

Fonte: Autoria própria (2020)

Paralelo ao levantamento dos dados de temperatura interna, buscando maior compreensão de um eventual impacto na percepção dos voluntários, foi também realizado o acompanhamento dos dados climáticos externos simultâneos à cada uma das 263 sessões realizadas (Tabela 6). Em decorrência de questões técnicas já mencionadas, para a campanha INV foram utilizados os dados fornecidos pelo SIMEPAR.

Tabela 6 – Resumo dos dados objetivos da condição climática externa aos módulos.

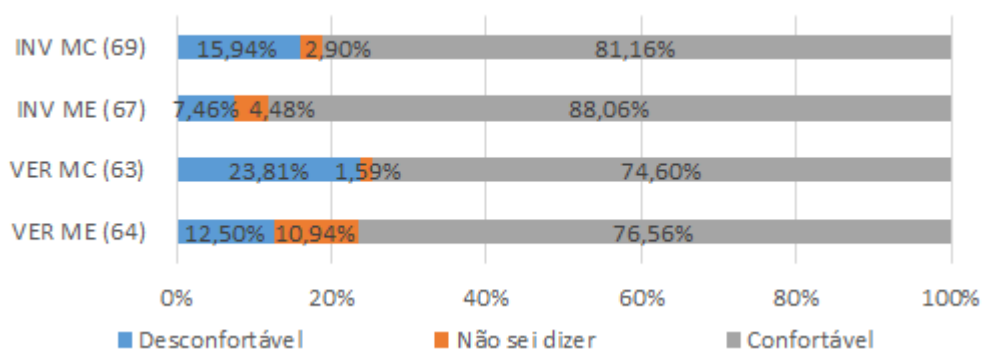
	Tar ext (°C) mín	Tar ext (°C) méd	Tar ext (°C) máx	UR ext (%) mín	UR ext (%) méd	UR ext (%) máx	Var ext (m/s) mín	Var ext (m/s) méd	Var ext (m/s) máx
INV MC (69)	12,4	20,9	28,7	30,8	57,4	92,1	1,2	2,7	5,8
INV ME (67)	11,3	20,6	28,7	30,8	56,6	92,3	1,2	2,7	4,9
VER MC (63)	16,4	21,3	28,6	51,8	80,5	93,3	1,3	2,5	4,4
VER ME (64)	16,4	21,3	28,5	51,7	80,2	93,2	1,3	2,5	4,4

OBS.: 1. Valores referentes àqueles registrados durante as sessões dos levantamentos;
2. Dados da campanha INV fornecidos pelo SIMEPAR;
3. Dados da campanha VER extraídos da estação instalada sobre MC.

Fonte: Autoria própria (2020)

Considerando a amostra total das campanhas, 14,45% dos participantes indicaram desconforto em relação à temperatura durante o período das avaliações (Gráfico 4), sendo que desta mesma amostra total apenas 3,04%, em número equivalente de quatro participantes para cada situação, indicaram sentir muito frio ou muito calor (Gráfico 5) no interior dos módulos. Esta baixa porcentagem indica que a sensação de desconforto térmico percebida pelos voluntários da pesquisa (Gráfico 4) não possui relação direta com sensação de muito frio e/ou muito calor relatada.

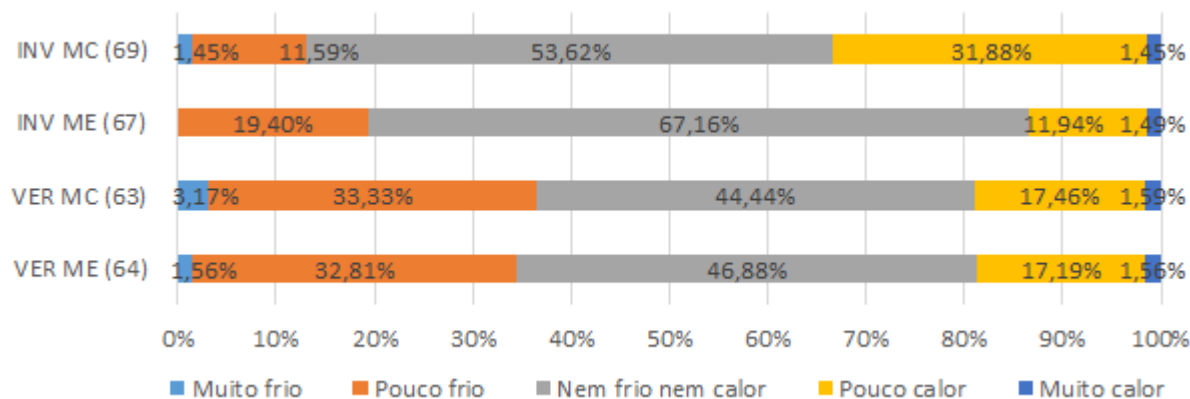
Gráfico 4 - Como está a temperatura na CBBC? INV + VER (n=263) - Questão 9.



Fonte: Autoria própria (2020).

Contribui à afirmação, de não haver uma relação única entre sensação de conforto térmico e dados de temperatura medidos, o fato do total de pessoas indicando não sentir frio ou calor nos módulos, em média 53,23% da amostra total (Gráfico 5), ser bem menor que daquelas que indicaram estar em situação de conforto, 80,23% (Gráfico 4).

Gráfico 5 - Qual é a sua sensação térmica neste exato momento? INV + VER (n=263) - Questão 8.



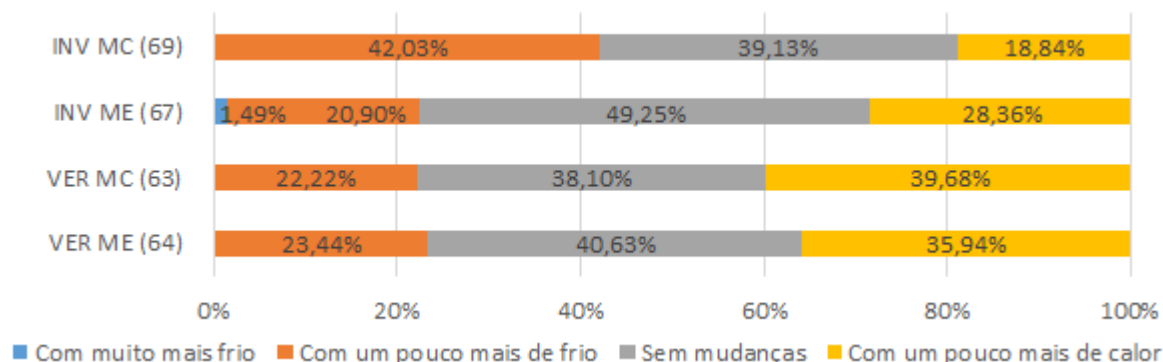
Fonte: Autoria própria (2020).

Tal afirmação é suportada também pelas respostas relacionadas à preferência por uma eventual mudança da temperatura (Gráfico 6), onde fica demonstrado um relativo equilíbrio entre as alternativas intermediárias. Do total de participantes, 27,38% indicaram que a temperatura no interior do módulo no qual realizou o experimento poderia estar um pouco mais baixa enquanto 30,42% indicou que a temperatura no interior de seu módulo poderia estar um pouco mais alta. Note-se a quase ausência de preferência por maiores mudanças, havendo apenas uma resposta para “com muito mais frio” e nenhuma resposta para “com muito mais calor”. Em ambas estações, ocorreu praticamente a ausência de respostas indicando a sensação de muito frio e/ou muito calor.

O Gráfico 4 e o Gráfico 5 demonstram que os testes feitos no período de inverno tiveram um índice maior de respostas de conforto. Uma hipótese que pode ser considerada como fator influente nestas respostas foram as condições climáticas atípicas para a estação de inverno nas datas de realização dos testes. O módulo que justamente indica maior preferência por resfriamento, assim como maior percentual de sensação de calor foi o INV MC, com orientação norte. A incidência solar direta sobre a área de trabalho pode ter contribuído para essa sensação de desconforto. Esta afirmação se apoia na observação dos dados de temperaturas mais altas que aquelas registradas em INV MC em ambos módulos na campanha VER. Estes dados, se observados de forma isolada, justificariam uma maior sensação de calor e preferência por resfriamento em VER o que não acabou ocorrendo. Entende-se que esta diferença de percepção entre as campanhas pode ser atribuída às condições de

nebulosidade do céu (Gráfico 12, p.75), a qual apresentou maior predominância de períodos com pouca nebulosidade nas avaliações de INV enquanto se deu uma predominância de céu encoberto na campanha VER.

Gráfico 6 - Como você gostaria que estivesse a temperatura da CBBC? (n=263) - Questão 10.



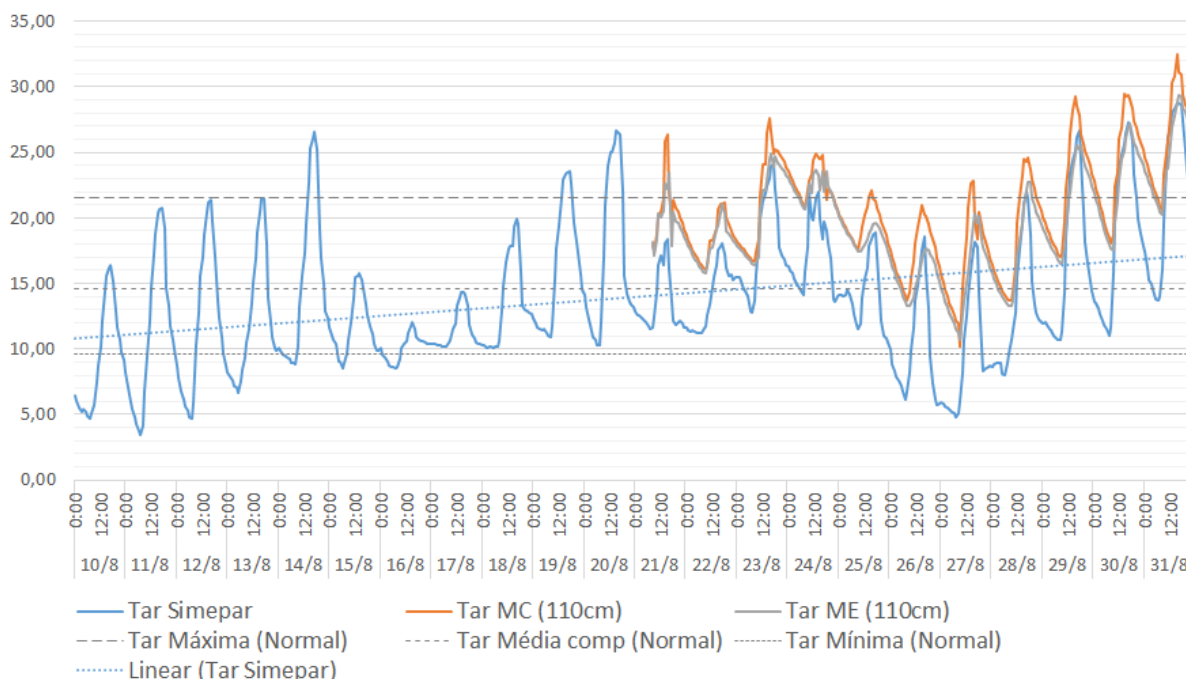
Fonte: Autoria própria (2020).

Outro fator que pode ter contribuído para a sensação de calor na campanha INV pode ser demonstrado pela tendência de aumento da temperatura (Gráfico 7) naquele período, quando analisados em conjunto os 10 dias que antecederam a primeira rodada de avaliações realizadas (INV), imprimindo nos estudantes a sensação de temperaturas baixas menos extremas, uma vez que de forma geral, as condições climáticas começavam a ficar mais amenas.

A afirmação é reforçada ao compararmos os dados locais levantados no período de INV (SIMEPAR) com os valores das Normais (INMET) previstas para a cidade de Curitiba para o mês de agosto. Nota-se que as temperaturas mínimas (T_{\min}) registradas ficaram abaixo da T_{\min} Normal ($9,6^{\circ}\text{C}$) em apenas três dos 11 dias de realização das análises em INV. Ao contrário, estas tenderam a se equiparar com a temperatura média ($T_{\text{méd}}$) Normal ($14,6^{\circ}\text{C}$) para o mês em pelo menos três dos dias levantados enquanto a temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$) registrada não superou a $T_{\text{máx}}$ ($21,5^{\circ}$) prescrita pela Normal (INMET) apenas em três ocasiões.

A situação descrita para INV (Gráfico 7) parece ter sido oposta àquela percebida no período da VER (Gráfico 8) durante a qual a tendência indica declínio da temperatura média para a época do ano. Analogamente, comparando os dados de temperatura externa aos prescritos pela Normal (INMET), tem-se a $T_{\text{máx}}$ próxima ou abaixo da $T_{\text{méd}}$ Normal ($20,1^{\circ}\text{C}$) em cinco dos 10 dias em que foi feita a coleta de dados.

Gráfico 7 - Comportamento térmico dos Módulos em INV.



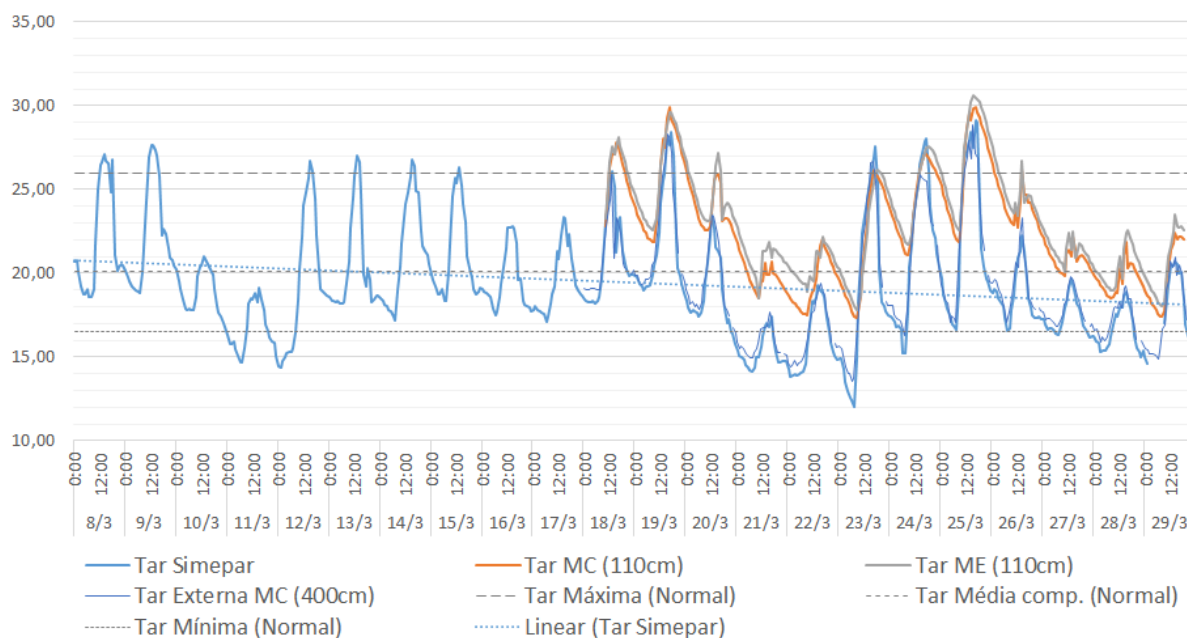
Fonte: Autoria própria (2020).

A análise do Gráfico 7 e do Gráfico 8 permite observar o comportamento dos módulos em decorrência da alteração de suas configurações, quando analisados os dados de suas temperaturas internas. Nota-se que INV MC (Gráfico 7) apresentou temperaturas mais altas quando comparado ao INV ME enquanto na campanha VER (Gráfico 8), essas características se invertem. Este ganho de temperatura em VER ME pode ser atribuído à inversão da orientação do módulo, fazendo com que sua abertura principal de acesso solar estivesse também voltada para o norte. Outro ponto que corrobora para o aumento da temperatura interna no módulo, inclusive quando comparada à de VER MC, pode ser atribuído à inclusão de uma segunda linha de esquadria, criando uma câmara de ar entre duas lâminas de vidro na abertura, o que colaborou com maior isolamento térmico de seu interior e redução da perda de carga térmica para o exterior durante as sessões.

Apesar das alterações na configuração de VER ME implicarem nas alterações de comportamento demonstradas no Gráfico 8, estas parecem não ter sido tão significativas quando analisadas as respostas dos voluntários para a campanha VER como um todo (Gráfico 4 e Gráfico 5). Nos relatos percebe-se uma diferença de

apenas dois participantes, relatando sensação de conforto assim como de ausência de frio ou calor quando observadas as respostas comparativas entre os dois módulos.

Gráfico 8 – Comportamento térmico dos Módulos em VER.



Fonte: Autoria própria (2020).

Buscando validar os resultados, encontrados a partir das respostas dos usuários, optou-se pela utilização índice PMV, conforme descrito na ISO 7730 (2005), agrupando as respostas de sensação e preferência térmica dos 263 voluntários (Gráfico 5 e Gráfico 6) e comparando-as com os valores de Voto Médio Predito (PMV) obtidos para os participantes.

Para a elaboração dos gráficos, foi observado o intervalo total entre os PMVs obtidos, dividindo este em 10 frações iguais a fim de agrupar as respostas pertencentes aos intervalos encontrados (Tabela 7). Estes agrupamentos então foram utilizados para elaboração dos Gráfico 9A e Gráfico 9B. Nestes gráficos estão representados: no eixo X os dados de PMV médio de cada grupo definido e; no eixo Y, a média das respostas de cada agrupamento em relação à sensação térmica (referente à questão 8 do questionário: Qual é a sua sensação térmica neste exato momento?) no Gráfico 9A enquanto no Gráfico 9B, à média da preferência térmica relatada (referente à questão 10 do questionário: Como você gostaria que estivesse a temperatura da CBBC?). Os dados foram agrupados a partir da adequação das respostas dadas pelos estudantes à escala de -2 a +2 pontos adotada, para fins de

comparação com o PMV médio para cada grupo. Os gráficos trazem ainda, em seu eixo diagonal, a linha de igualdade, com PMV correspondente à sensação térmica relatada. Vale observar que no Gráfico 9B, relativo à preferência térmica relatada, foi considerada a linha de correspondência invertida dando maior coerência à visualização.

Tabela 7 – Tabela de agrupamento e correlação do PMV com dados de Sensação Térmica e Preferência Térmica relatadas pelos usuários da CBBC (n=263).

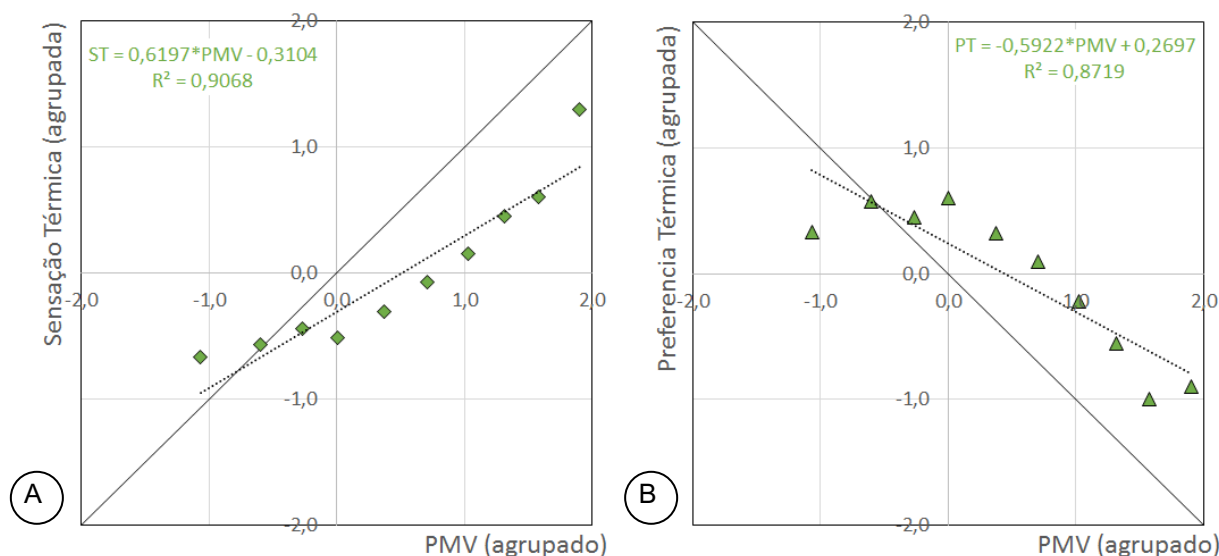
PMV registrado	Intervalos de 0.32°C	N° respostas	Sensação	Preferência
-1,10	-1,0	5	-0,8	0,6
-0,78	-0,6	7	-0,4	0,4
-0,46	-0,3	14	-0,4	0,4
-0,14	0,0	32	-0,5	0,6
0,18	0,4	72	-0,3	0,3
0,50	0,7	50	-0,1	0,1
0,82	1,0	21	0,2	-0,3
1,14	1,3	33	0,5	-0,5
1,46	1,6	20	0,7	-1,0
1,78	1,9	9	1,2	-0,9

Fonte: Autoria própria (2020).

A análise do Gráfico 9, a partir de sua linha de tendência, indica que os valores médios de PMV resultantes superestimam os dados de sensação e preferência térmica relatados pelos estudantes em especial para o calor. Leia-se, enquanto o voto predito afirma que a sensação média do grupo seria de pouco frio, valor do índice -1,0, a média dos votos relatados chega a um valor bem próximo, de -0,8, praticamente confirmando a sensação de frio. No extremo oposto dos dados, enquanto o PMV médio do intervalo indica um valor do índice de +1,9, a média dos relatos dos participantes chega ao valor de +1,2, quase um ponto abaixo na escala de valores em relação à sensação de calor.

A fim de entender melhor as causas dessas relações, obtendo uma análise mais robusta do estudo, foram também analisadas as campanhas em separado, considerando as condições climáticas e grupo de respostas pertinentes à cada estação.

Gráfico 9 - Correlação do agrupamento do PMV com Sensação Térmica (A) e Preferência Térmica (B) relatadas em INV e VER (n=263).



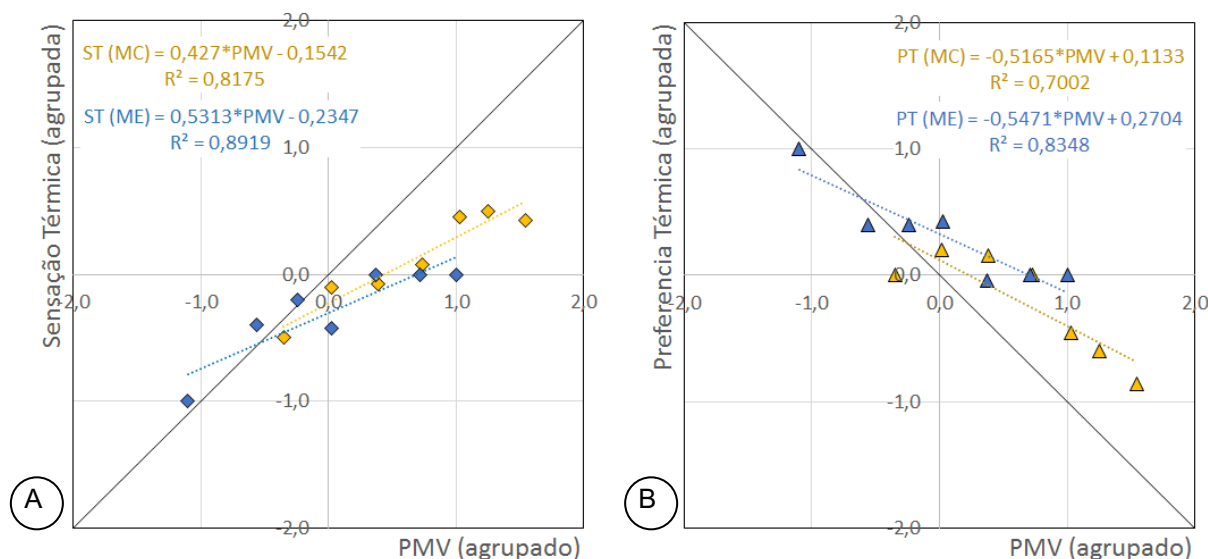
Fonte: Autoria própria (2020).

Para as análises específicas das duas campanhas, os dados foram agrupados obedecendo aos mesmos critérios de fracionamento, em 10 partes a partir da faixa entre o maior e menor valor do PMV, utilizado para o total da amostra. Para a composição do Gráfico 10 e do Gráfico 11, foi adotado o valor mínimo de três respostas em um mesmo grupo, tendo sido então desconsiderados os intervalos com número inferior a este valor, o que resultou na análise de 129 participações para INV e 120 para VER. Para estas análises mais específicas, foram consideradas as respostas de acordo com os diferentes módulos estudados por campanha de avaliação.

Nota-se pelas respostas agrupadas no Gráfico 10A, que a linha de tendência da campanha INV reflete um comportamento bem próximo àquele percebido quando da análise da amostra total (Gráfico 9). Da mesma forma, o PMV superestima os dados relatados, com uma acentuação para aqueles relativos à sensação de calor. Fenômeno percebido para as respostas de ambos módulos. Há uma pequena diferença tanto na sensação como na preferência térmica entre os módulos, sugerindo que o grupo em INV MC relatou sensação de calor e preferência por condições um pouco mais frescas do que em INV ME, possivelmente devido aos dias com baixo índice de nebulosidade, temperaturas acima da média de inverno e por INV MC ter a janela voltada para uma orientação norte (decorrendo em maior incidência solar direta no interior do módulo). Estes dados validam aqueles apresentados no Gráfico 5 e no

Gráfico 6 os quais indicam a tendência de maior calor em INV MC quando comparado à INV ME.

Gráfico 10 - Correlação do agrupamento do PMV com Sensação Térmica (A) e Preferência Térmica (B) relatadas em INV (n=129).



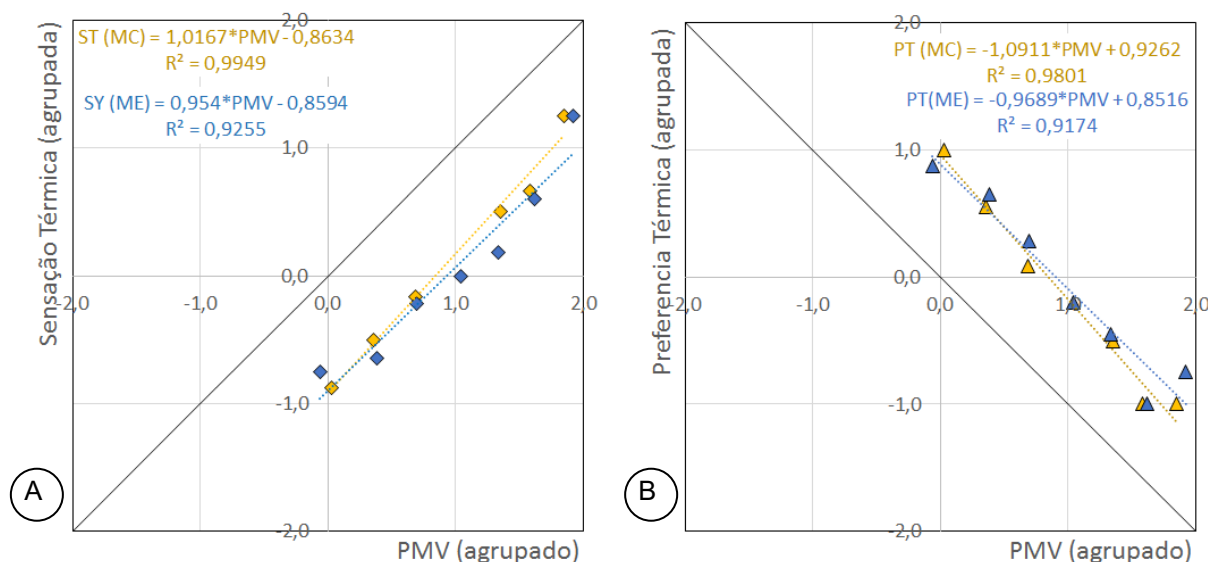
* Valores de INV MC em amarelo e INV ME em azul

Fonte: Autoria própria (2020).

Para análise dos dados coletados em VER (Gráfico 11), apesar da relativa ausência de dados de sensação de frio (dados referentes a um PMV menor que zero), da mesma forma que o constatado a partir das observação dos Gráfico 9 e Gráfico 10 apresentados anteriormente, as linhas de tendências encontradas indicam que o PMV calculado superestima os valores de sensação assim como os de preferência de temperatura relatados pelos participantes das sessões realizadas, em especial, para os valores maiores que zero relacionados à sensação de calor.

Esta afirmação valida as respostas dos cerca de 40% dos participantes da campanha VER, considerando ambos os módulos, que indicaram que a temperatura poderia estar um pouco mais alta no interior dos mesmos (Gráfico 6). Reforça também a afirmação de cerca de 75% dos participantes que indicaram estar em estado de conforto (Gráfico 4) durante as sessões daquela estação.

Gráfico 11 - Correlação do agrupamento do PMV com Sensação Térmica (A) e Preferência Térmica (B) relacionadas em VER (n=120).



* Valores de VER MC em amarelo e VER ME em azul

Fonte: Autoria própria (2020).

Além do índice PMV, foi também levantado o Percentual Estimado de Insatisfeitos (PPD) buscando comparar os valores do experimento com o valor referência apresentado na ISO 7730 (2005). A norma traz em seu texto um percentual de 90% de satisfação em relação à sensação de conforto térmico, quando analisado o recorte de um grupo de pessoas cujo PMV foi estimado entre $-0,5 < PMV < +0,5$. Para os votos coletados, foi agrupado o total de respostas obtidas no conjunto das duas campanhas (n=263 participantes). Deste total foram descartados 13 votos, referentes aos participantes que não souberam indicar se a temperatura estava ou não confortável no interior dos módulos.

A Tabela 8 apresenta a análise em relação as respostas utilizadas, num total de 250 participações. Deste total, 109 sessões atenderam ao intervalo de PMV definido em norma para a análise. Do total de respostas pertencentes ao intervalo prescrito ($0,5 < PMV < +0,5$), o percentual indicando situação de conforto dentro dos módulos foi de 82,6% ou 90 participações. Este valor é um levemente inferior àquele que seria encontrado se seguido as recomendações de cálculo descritas pela ISO 7730 (2005) se considerado o intervalo da amostra.

Os dados foram também submetidos a uma Análise de Variância de fator único (ANOVA) buscando verificar a existência de diferenças significativas entre algumas das relações estabelecidas. Para o cálculo foi adotado o índice α de

significância de 5% para todas as amostras, conforme demonstrado na Tabela 9. Foram comparados os dados de sensação e preferência coletados nas campanhas INV e VER, assim como analisando os mesmos separadamente, considerando os resultados obtidos nas sessões realizadas em cada um dos módulos das duas campanhas realizadas nas diferentes estações.

Tabela 8 - Porcentagem Estimada de Insatisfeitos (PPD) – INV + VER (n=250).

respostas válidas*	250
total de usuários entre $-0,5 < PMV < +0,5$	109
em situação de conforto	90
PPD	82,6%

* desconsiderados os participantes cuja resposta foi "Não sei dizer"

Fonte: A autoria própria (2020).

Tabela 9 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo à percepção térmica.

	Qual é a sua sensação térmica neste exato momento? (escala -2/+2)		Como você gostaria que estivesse a temperatura da CBBC? (escala -2/+2)	
	valor médio	valor-P	valor médio	valor-P
INV (136)	0,081	0,00568 **	-0,096	0,00973 **
VER (127)	-0,173		0,150	
INV MC (69)	0,203	0,03275 *	-0,232	0,03304 *
INV ME (67)	-0,045		0,045	
VER MC (63)	-0,190	0,81008	0,175	0,71718
VER ME (64)	-0,156		0,125	

OBS.: * valores com diferença significativa comprovada estatisticamente;

** valores com diferença extremamente significativa comprovada estatisticamente.

Fonte: A autoria própria (2020).

Observando o valor-P, que afere a probabilidade de se obter valores iguais ou mais extremos que os observados em uma amostra estatística, validando-a ou não, nota-se existir uma diferença significativa entre os dados quando comparadas as respostas de INV e VER assim como na comparação entre os resultados de INV MC e INV ME. Este índice indica existir uma diferença entre os dados de percepção dos usuários coletados nestes estudos. Para o caso da campanha de verão os dados de VER quanto às respostas de VER MC e VER ME indicam que os ambientes são percebidos como ambientes térmicos muito parecidos, apesar das diferenças entre as

configurações dos módulos, tanto no quesito de sensação como também no de preferência térmica.

O resultado demonstra que, se considerados isoladamente os dados de percepção térmica, a orientação dos módulos teve um impacto muito mais significativo que a alteração dos componentes da janela, evidenciando a importância dessas decisões, quando possível, já na fase de projeto.

4.2 DAS VARIÁVEIS LUMÍNICAS

Da mesma forma que realizado para a análise das variáveis térmicas, as respostas subjetivas (ANEXO B) relativas à iluminação percebida foram comparadas aos dados objetivos coletados durante os experimentos buscando identificar as relações entre variáveis qualitativas e quantitativas.

Foi feita uma primeira análise, comparando as respostas relativas ao grau de satisfação lumínica indicada pelos voluntários com as condições do céu durante os diversos experimentos, de acordo com a classificação METAR fornecida pela REDEMET. Na sequência, as 6 questões relacionadas à percepção lumínica foram comparadas com os dados médios de iluminância horizontal (E_h) coletados à cada sessão pelos actímetros instalados sobre o plano de trabalho (mesa) nos módulos (Figura 13, p.57).

4.2.1 Dados METAR

Os dados relativos à condição de nebulosidade do céu utilizados foram extraídos do banco de dados METAR (REDEMET), registrados no intervalo de uma em uma hora de acordo com as condições percebidas na estação localizada no Aeroporto Internacional Afonso Pena (cód. SBCT). As condições do céu para as diferentes campanhas, organizadas de acordo com o dia e o horário de realização de cada uma das participações, são aquelas apresentadas nas Tabela 10 e Tabela 11 à sequência.

Tabela 10 - Condição de nebulosidade do céu⁹ no momento das avaliações, campanha INV (n=136).

DATA	21/08/2018					22/08/2019						23/08/2018				24/08/2018								
HORA	12	13	14	15	17	10	13	14	15	16	17	11	13	14	15	17	9	10	11	12	13	15	16	17
CONDIÇÃO DE CÉU	OVC				BKN	OVC				BKN	BKN	CLR	BKN		CLR	BKN								
DATA	27/08/2018				28/08/2018						29/08/2019													
HORA	11	13	14	15	17	10	11	12	14	15	16	17	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
CONDIÇÃO DE CÉU	BKN	SCT	FEW	CLR	BKN			SCT	FEW	CLR			BKN	CLR	FEW									
DATA	30/08/2018						31/08/2018																	
HORA	9	10	11	12	13	15	16	17	9	11	12	13	14	15	16	17								
CONDIÇÃO DE CÉU	CLR						CLR				FEW	CLR												

Fonte: Adaptado de Trento *et al.* (2019).

Tabela 11 - Condição de nebulosidade do céu⁹ no momento das avaliações, campanha VER (n=127).

DATA	18/03/2019					19/03/2019						20/03/2019								
HORA	10	11	12	13	14	15	9	10	12	13	14	15	16	12	13	14	15	16	17	
CONDIÇÃO DE CÉU	BKN		SCT	FEW	BKN						BKN									
DATA	21/03/2019					22/03/2019				25/03/2019			26/03/2019							
HORA	10	11	12	13	14	15	9	12	13	15	10	13	14	10	11	12	13	14	15	16
CONDIÇÃO DE CÉU	OVC	BKN	OVC			OVC				CLR	FEW	BKN								
DATA	27/03/2019					28/03/2019						29/03/2019								
HORA	10	11	13	14	15	16	10	11	12	13	14	15	9	10	11	12	13			
CONDIÇÃO DE CÉU	OVC		BKN			OVC						BKN	OVC	BKN						

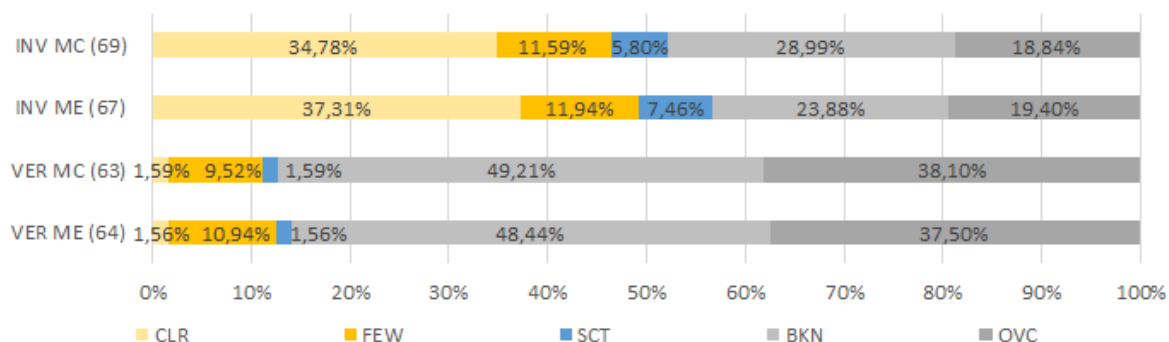
Fonte: Autoria própria (2020).

A campanha de INV totalizou 61 horas enquanto a VER 56 horas. O Gráfico 12 apresenta de forma resumida a proporção de horas para cada condição de céu registrada no momento em que os testes foram realizados. A campanha INV apresentou majoritariamente situações de céu aberto, com condições de baixa nebulosidade (CLR e FEW) em praticamente metade das avaliações. Condição oposta foi aquela verificada na campanha VER, quando prevaleceram condições de céu encoberto (BKN e OVC) em praticamente 90% das avaliações realizadas. Tais

⁹ Condição de nebulosidade - CLR = 'Sky Clear'/'Clear' ou sem nuvens; FEW = 'Few' ou poucas nuvens (1-2 oitavos); Condição de visibilidade parcial - SCT = 'Scattered' ou nuvens esparsas (3-4 oitavos); Condição de visibilidade nula BKN = 'Broken' ou nublado (5-7 oitavos); OVC = 'Overcast' ou encoberto (8 oitavos) (KRÜGER e ROSSI, 2015).

condições representam bem as características climáticas locais, com verões chuvosos e invernos secos.

Gráfico 12 - Condição de nebulosidade do céu no momento das avaliações, campanhas INV e VER (n=263).



Fonte: Autoria própria (2020).

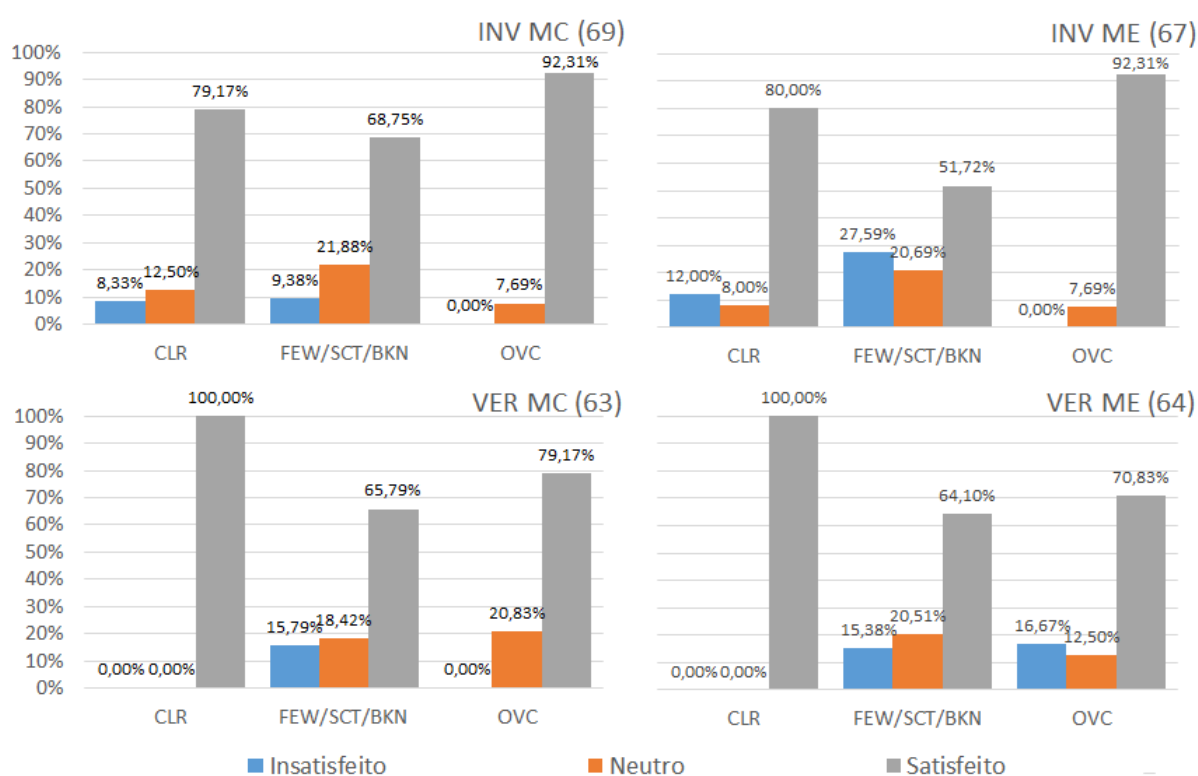
Os dados subjetivos quanto à percepção do ambiente em função das condições do ambiente, no que se refere aos aspectos gerais de iluminação durante as avaliações, foram obtidos a partir das respostas considerando uma escala numérica de cinco pontos cujos valores variavam de acordo com cada uma das seis questões (ANEXO B). Tais questões avaliavam o grau de satisfação dos participantes quanto à claridade, à distribuição de luz e ao ofuscamento no ambiente de forma geral assim como sobre o plano de trabalho. Para construção dos gráficos utilizados nos trabalhos desenvolvidos pelo GT-CBBC a variação nas respostas foi reduzida considerando uma escala de 3 pontos. Para o agrupamento, foi considerada a condição de conforto/neutralidade como ponto intermediário na escala agrupando como um único ponto em uma das extremidades da escala os dois pontos para mais e na outra extremidade, também como um único valor de escala os dois pontos para menos.

A fim de avaliar o eventual grau de interferência das condições de céu nas respostas dos indivíduos, foram pareados os horários de preenchimento dos formulários com a classificação horária disponibilizada pela REDEMET, validando assim a condição de céu durante cada uma das sessões. Para a análise, foram utilizadas as respostas da questão 14 do questionário, relativa à satisfação com a iluminação, cujo resultado é expresso no Gráfico 13.

As análises de INV demonstram que a condição de satisfação dos usuários foi predominante para os dias de céu aberto (CLR) e encoberto (OVC) concentrando

cerca de 92% dos votos indicando satisfação em INV MC e cerca de 80% em INV ME. Vale ressaltar que nesta campanha, a orientação da abertura de INV MC estava direcionada para o norte enquanto a de INV ME para o sul. Nesta rodada, as maiores diferenças em relação à satisfação dos participantes quando comparados os dois módulos podem ser observadas em decorrência da variação na cobertura de nuvens percebida. Em dias com condições de céu intermediárias, predominantemente abertos (FEW), com nuvens (SCT) e/ou predominantemente encobertos (BKN), ocorre um número maior de relatos reportando insatisfação com a iluminação em INV ME.

Gráfico 13 - Relação entre a satisfação luminica relatada e a condição do céu percebida, campanhas INV e VER (n=263) - Questão 14.



OBS.: Entende-se a resposta Neutro como uma indiferença do entrevistado em relação à condição do ambiente.

Fonte: Autoria própria (2020).

Situação parecida foi percebida quando da comparação dos dados subjetivos coletados na campanha VER. Apesar da mesma orientação, a inclusão de um segundo perfil de esquadrias em VER ME afetou a quantidade de iluminação do módulo visto o número de insatisfeitos ser praticamente o dobro daquele relatado em VER MC, especialmente quando a condição do céu registrada foi de nebulosidade

intermediária (FEW/SCT/BKN) ou totalmente nublado (OVC). Já para a condição de céu sem nuvens (CLR) ou com nuvens esparsas, o nível de satisfação para ambos módulos foi idêntico, com 100% de satisfação.

4.2.2 Dados de Iluminância Horizontal (E_h)

A fim de facilitar a leitura e interpretação dos dados objetivos registrados pelos actímetros, estes foram agrupados em faixas de E_h seguindo os critérios da *Useful Daylight Illuminance* (UDI), métrica desenvolvida a partir de estudos com ocupantes de escritórios, realizada por Mardaljevic e Nabil (2006). Esta define a faixa mínima corresponde a valores menores a 350 lux, quando a luz natural é insuficiente, sendo esta compensada pela luz elétrica. Define também a faixa intermediária de 350 a 2000 lux, de conforto, e a faixa superior (com probabilidade de desconforto por excesso de claridade ou por ofuscamento), a partir de 2000 lux.

A comparação das respostas (adequadas à escala de 3 pontos) com os dados objetivos foi elaborada a partir do confronto daquelas com os valores médios de E_h registrados durante as sessões (Tabela 12). Foram gerados gráficos para todas as seis questões relacionadas ao tema iluminação do questionário desenvolvido para as campanhas de coleta de dados planejadas para a CBBC. Para esta análise, é importante destacar a ocorrência de uma falha de registro dos actímetros, onde se perdeu cerca de 41% das análises válidas realizadas na campanha de verão (cerca de 20% da amostra total).

Tabela 12 – Resumo da E_h registrada no interior dos módulos.

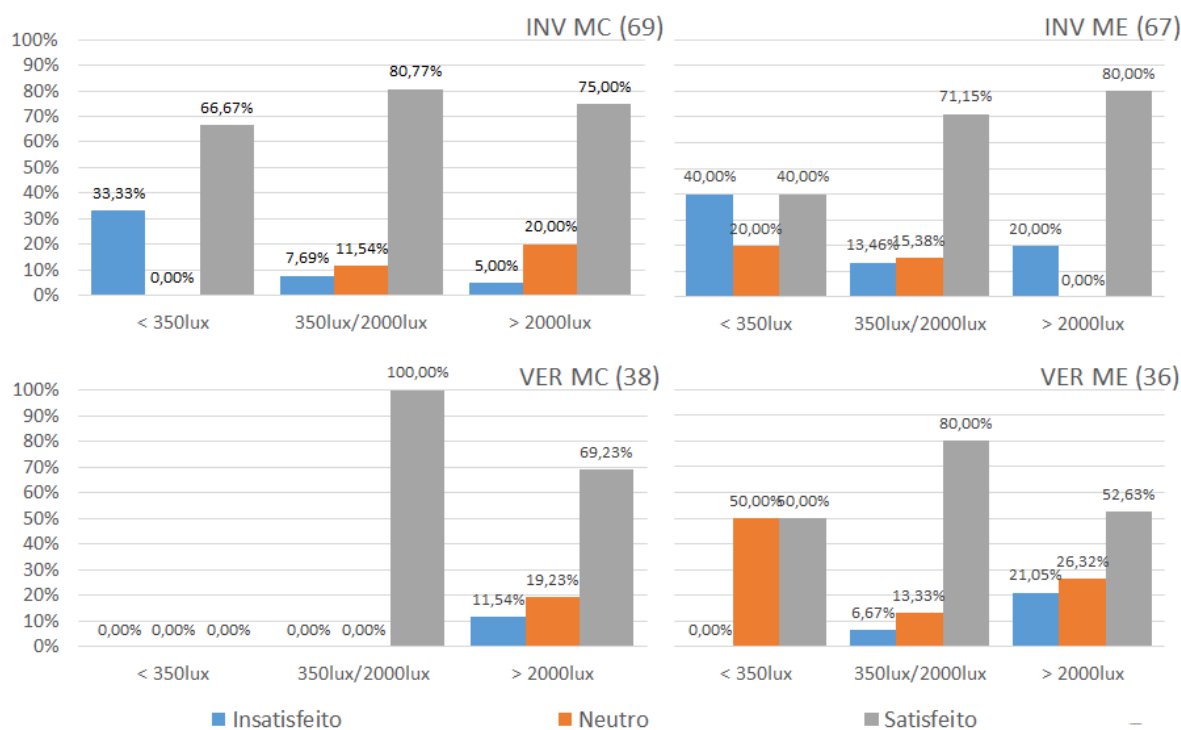
	E_h mín (lux)	E_h méd (lux)	E_h máx (lux)
INV MC (69)	301,3	2939,5	8508,5
INV ME (67)	267,0	1197,3	2716,0
VER MC (63)	429,2	3929,8	10349,5
VER ME (64)	344,3	2214,9	7911,0

OBS.: Valores são referentes aqueles registrados durante as sessões de realização dos levantamentos;

Fonte: Autoria própria (2020).

O Gráfico 14, correspondente ao grau de satisfação relatado com a iluminação interna dos módulos (pergunta 14 do questionário) mostra que a insatisfação relatada foi maior na amostra INV quando da ocorrência de uma menor iluminação natural, em especial em INV ME, orientada para sul. Um aspecto a ser ressaltado é que, apesar da condição de maior nebulosidade percebida em VER, de acordo com os dados apresentados no Gráfico 12, houve um número menor de análises realizadas sob condições de baixa iluminação natural, de acordo com os critérios UDI comentados (não havendo qualquer registro em VER MC). Esta variação pode ser atribuída a diferença de horário do nascer e pôr do sol em relação ao período de realização dos testes e à maior intensidade da radiação solar nesse período.

Gráfico 14 - Relação entre a satisfação lumínica relatada e nível de iluminância horizontal (E_h) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 14.



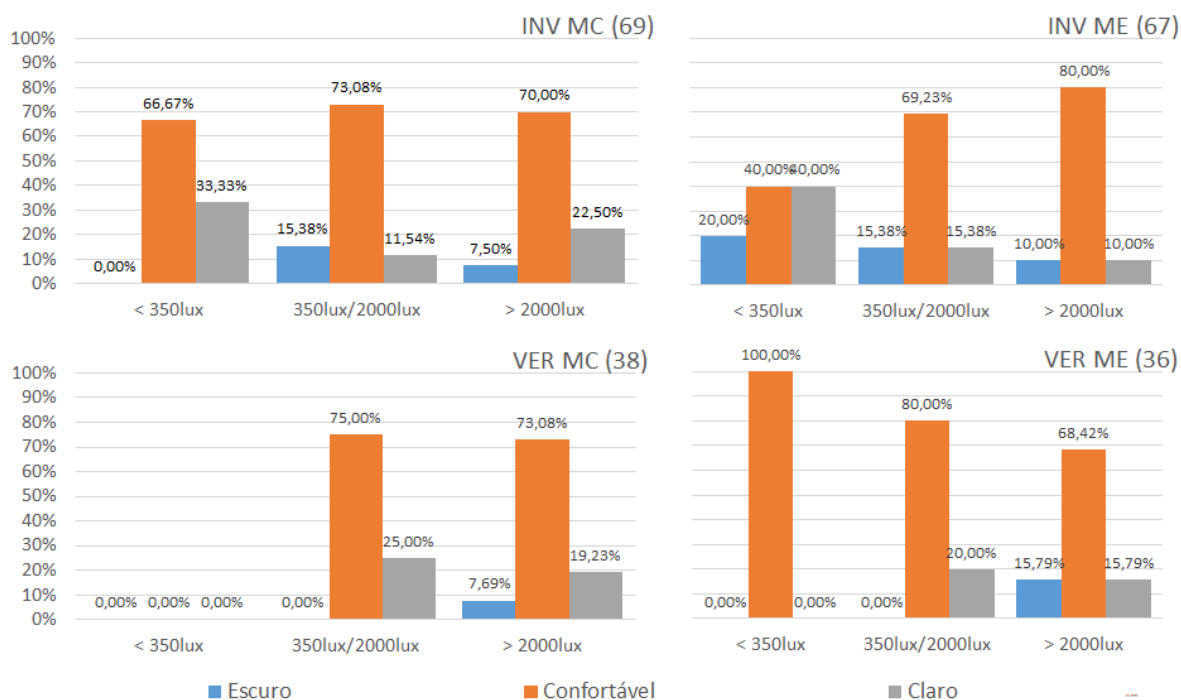
OBS.: Entende-se a resposta Neutro como uma indiferença do entrevistado em relação à condição do ambiente.

Fonte: Autoria própria (2020).

A análise dos dados de E_h relativos à campanha VER, reforça a percepção do impacto da instalação do segundo perfil de esquadrias, com aparente redução da iluminação interna percebida em VER ME. Relativo à percepção da claridade, ambas as campanhas relatam predomínio da situação de conforto em ambos módulos

(Gráfico 15). A exceção ocorre em INV ME onde a sensação de excesso de claridade se equipara com a de conforto percebida na faixa com menor disponibilidade de luz, fato que demandaria uma investigação mais aprofundada para melhor compreensão deste dado atípico ao restante da amostra. De forma geral em ambas campanhas se tem um baixo número de respostas indicando um ambiente escuro para qualquer uma das situações de E_h observadas. Quando comparados MC e ME em uma mesma campanha, as respostas indicam que os participantes perceberam ME como um ambiente mais escuro que MC, seja pela orientação sul assim como pela inclusão do segundo perfil de esquadria.

Gráfico 15 - Relação entre a percepção lumínica relatada e nível de iluminância horizontal (E_h) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 15.

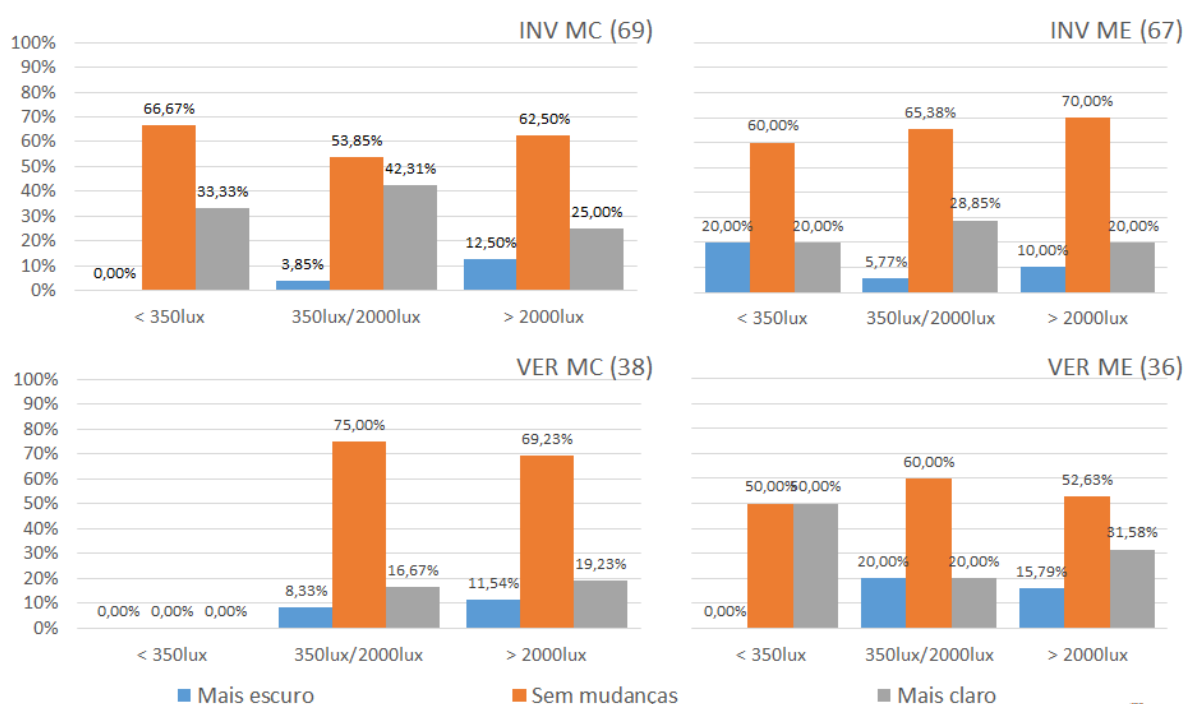


Fonte: Autoria própria (2020).

O Gráfico 16 traz o comparativo entre a preferência lumínica e a condição de E_h existente no momento da avaliação. Novamente os resultados demonstram um predomínio de votos relatando contentamento com o ambiente percebido em todas as situações, indicando pouca predileção em relação a mudanças nos índices de iluminação. Na comparação entre as diferentes campanhas, nota-se um maior número de respostas indicando a preferência por um ambiente mais claro nas sessões realizadas no INV, em especial em INV MC para qualquer uma das faixas de E_h

utilizadas na comparação. Esta indicação parece contraditória quando observados os resultados encontrados no Gráfico 14 e no Gráfico 15, os quais demonstram maior índice de conforto assim como maior percepção de um ambiente claro, respectivamente, se comparado à INV ME. Se observada a campanha VER, a predileção por um ambiente mais claro é mais evidente em VER ME, aparentemente mais escura quando comparada a VER MC para todas as faixas de E_h utilizadas na comparação.

Gráfico 16 - Relação entre a preferência lumínica relatada e nível de iluminância horizontal (E_h) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 16.



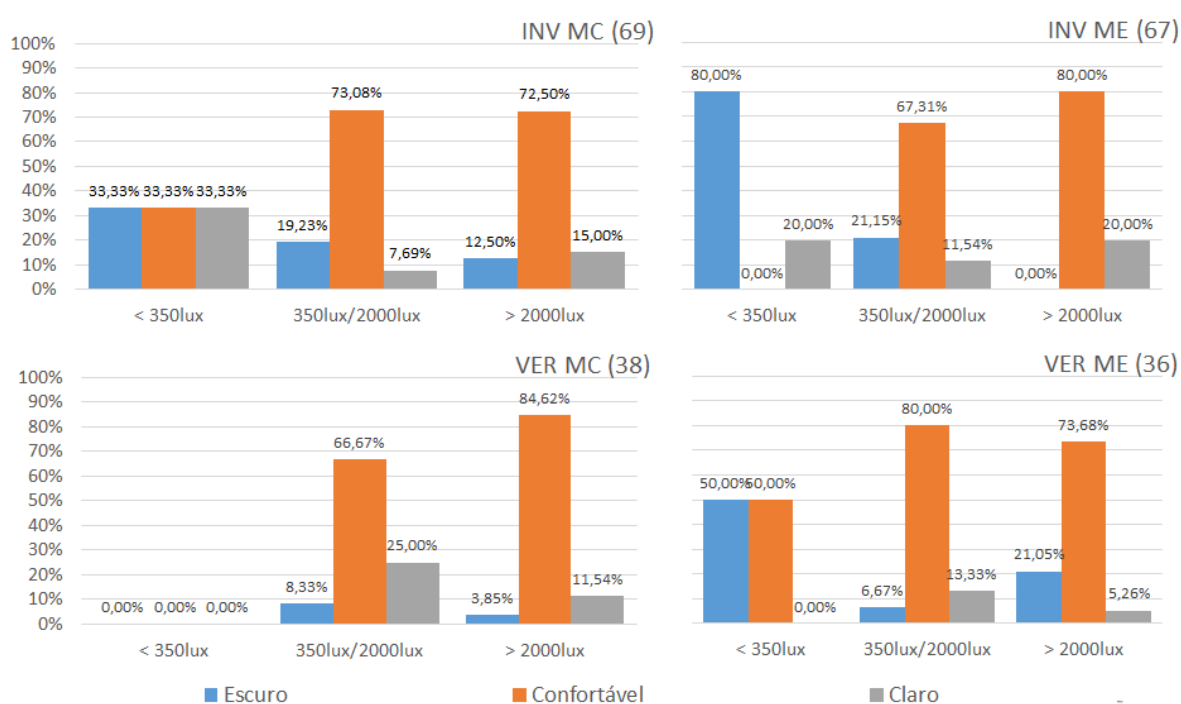
Fonte: Autoria própria (2020).

Quando questionados a respeito da percepção da claridade na mesa, a pior situação relatada ocorreu em INV ME onde 80% dos avaliados relataram baixo nível de luminosidade para os casos com E_h abaixo de 350lux (Gráfico 17). Para os demais cenários avaliados, em geral a percepção de conforto com a claridade no plano de trabalho prevaleceu sob todas as condições avaliadas. Excetuam-se destas VER ME e INV MC, também com baixa condição de E_h , onde as respostas dadas ficaram em equilíbrio com as demais situações percebidas.

Para a faixa intermediária, com E_h entre 350lux e 2000lux a proporção das respostas foi semelhante entre os módulos em INV assim como entre os módulos em VER. Na primeira, prevaleceu a sensação de um ambiente mais escuro enquanto na

VER de um ambiente mais claro. Já para a faixa com E_h superior a 2000lux, VER MC e VER ME tiveram seus extremos invertidos apesar do baixo índice de votos. Desconsiderando as respostas alegando a sensação de conforto, VER MC tem maior sensação de claridade sobre o plano de trabalho enquanto VER ME de escuridão. Para INV, ainda nesta faixa superior a 2000lux, percebe-se maior correlação entre as respostas de ambos os módulos.

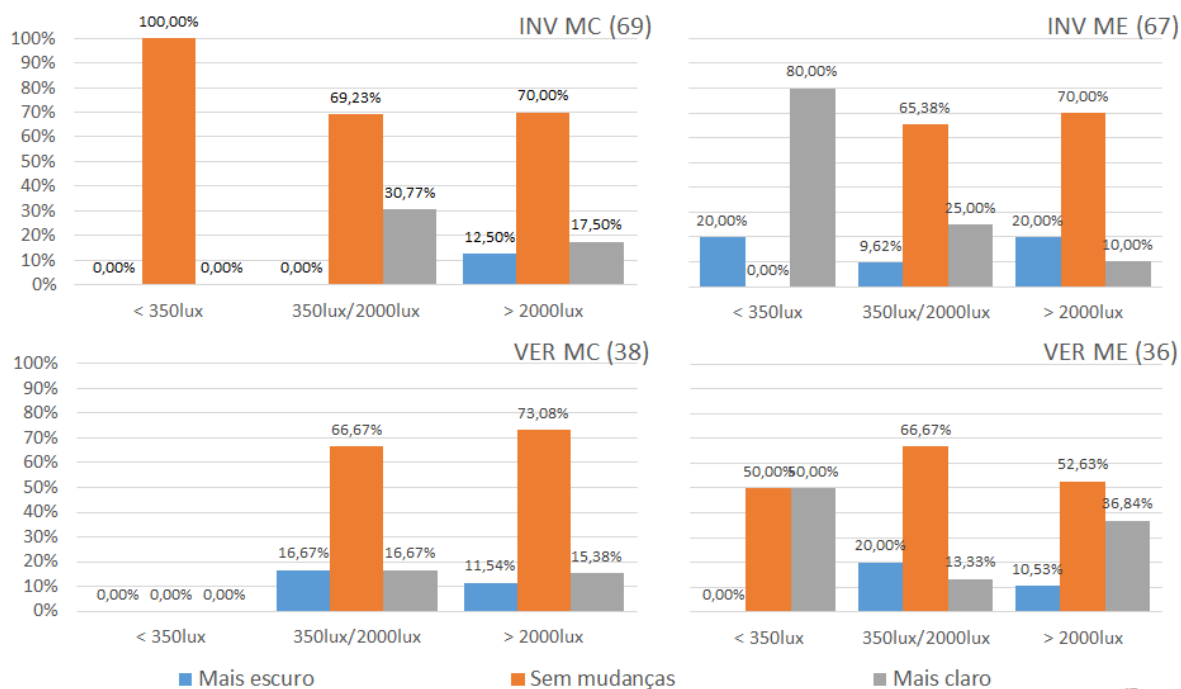
Gráfico 17 - Relação entre a percepção lumínica sobre a mesa relatada e nível de iluminância horizontal (E_h) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 17.



Fonte: Autoria própria (2020).

Uma relativa coerência é observada quando analisamos as respostas relativas à preferência de iluminação sobre o plano de trabalho (Gráfico 18) e a percepção no mesmo plano (Gráfico 17). As respostas de maneira geral são diametralmente opostas, com exceção de INV MC para $E_h < 350\text{lux}$ e $E_h > 2000\text{lux}$ assim como em VER MC nos dois cenários registrados. Nestes casos em especial, mas também com ocorrência pontual e em menor proporção nos outros registros, os relatos indicam que parte dos voluntários que sinalizaram conforto quanto à percepção da claridade na mesa preferiam que esta estivesse mais iluminada.

Gráfico 18 - Relação entre a preferência lumínica sobre a mesa relatada e nível de iluminância horizontal (E_h) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 18.



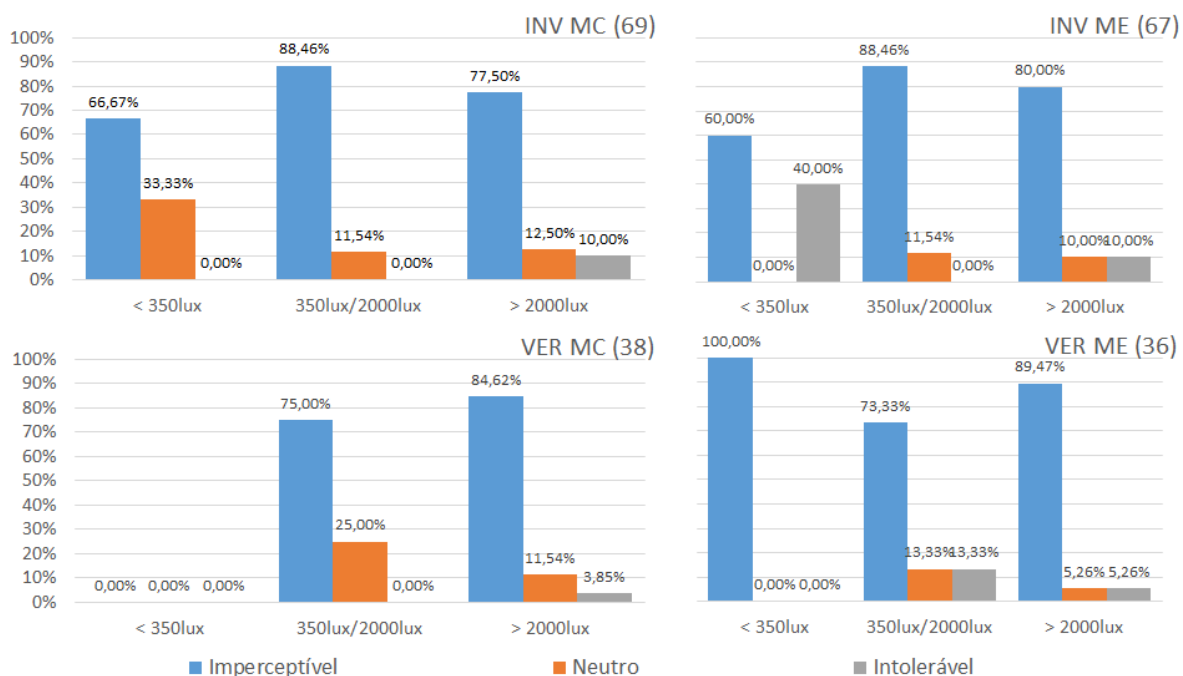
Fonte: Autoria própria (2020).

Por fim, a última questão diz respeito ao ofuscamento percebido no plano de trabalho. O Gráfico 19 mostra que sob níveis baixos de iluminação (menor que 350lux) apenas os ocupantes de INV ME relataram desconforto decorrente de ofuscamento com cerca de 40% das respostas. Essa resposta não é esperada, o que sugere que os participantes não entenderam a questão. Para a faixa intermediária de iluminação, entre 350lux e 2000lux, o desconforto foi percebido somente nas respostas dadas pelos voluntários em VER ME com cerca de 13,33%. Já para a situação com maior nível de iluminação o ofuscamento foi percebido em todos os módulos, com maior ocorrência em INV onde 10% dos respondentes indicaram o ofuscamento em INV MC assim como em INV ME.

Além da leitura e interpretação dos dados a partir dos gráficos apresentados, da mesma forma que realizado com os dados relativo às medições de temperatura, os dados relativos a iluminação interna dos módulos foram também submetidos a uma ANOVA (Tabela 13). Foram utilizadas na análise as respostas às perguntas 15 e 16 do já referido questionário, a qual demonstrou diferença significativa somente das respostas relacionadas à preferência de iluminação entre as diferentes campanhas realizadas (INV e VER). Apesar da aparente diferença comentada entre nas respostas

de alguns aspectos analisados, o valor-P relativo à diferença de percepção entre os módulos em uma mesma campanha (INV ou VER) indica não ser significativa, em especial quando os módulos foram orientados para uma mesma direção.

Gráfico 19 - Relação entre a percepção de ofuscamento sobre a mesa relatada e nível de iluminância horizontal (E_h) medido, campanhas INV e VER (n=210) - Questão 19.



OBS.: Entende-se a resposta Neutro como uma indiferença do entrevistado em relação à condição do ambiente.

Fonte: Autoria própria (2020).

Tabela 13 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo à percepção lumínica.

	Como você percebe, no momento, a claridade da CBBC como um todo? (escala -1/+1)		Como você preferia que estivesse a iluminação na CBBC? (escala -1/+1)	
	valor médio	valor-P	valor médio	valor-P
INV (136)	0,103	0,13341	0,221	0,02210 **
VER (127)	0,228		0,039	
INV MC (69)	0,174	0,21103	0,232	0,82244
INV ME (67)	0,030		0,209	
VER MC (63)	0,222	0,92034	0,032	0,90128
VER ME (64)	0,234		0,047	

OBS.: ** valores com diferença extremamente significativa comprovada estatisticamente.

Fonte: Autoria própria (2020).

Nota-se pelos valores médios encontrados que na campanha VER a percepção de claridade foi em geral maior, mesmo com piores condições de visibilidade do céu (Gráfico 12). A afirmação pode ser confirmada quando da análise das médias encontradas relacionadas à questão 16, sobre a preferência da iluminação na CBBC, indicando maior predileção média por um ambiente mais claro em INV.

Buscou-se verificar também a relação entre as condições de nebulosidade do céu apresentadas em cada uma das sessões com as mesmas respostas utilizadas para elaboração da Tabela 13. Da mesma forma, não foram demonstradas diferenças significativas na análise das campanhas distintas. Ou seja, em nenhuma das situações avaliadas a condição do céu parece ter sido significativa na avaliação subjetiva dos participantes de acordo com os valores encontrados a partir da verificação do valor-P encontrado para cada um dos cenários propostos (Tabela 14).

Tabela 14 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo à percepção lumínica observadas as condições de nebulosidade do céu.

		Como você percebe, no momento, a claridade da CBBC como um todo? (escala -1/+1)		Como você preferia que estivesse a iluminação na CBBC? (escala -1/+1)	
		valor médio	valor-P	valor médio	valor-P
INV MC	CLR (24)	0,167	0,61821	0,292	0,26976
INV ME	CLR (25)	0,080		0,120	
INV	MC FEW/SCT/BKN (32)	0,188	0,25756	0,313	0,66640
INV	ME FEW/SCT/BKN (29)	-0,034		0,241	
INV MC	OVC (13)	0,154	0,74626	-0,077	0,09610
INV ME	OVC (13)	0,077		0,308	
VER MC	CLR (1)	0,000	***	1,000	***
VER ME	CLR (1)	1,000		0,000	
VER	MC FEW/SCT/BKN (38)	0,316	0,37699	-0,053	0,22419
VER	ME FEW/SCT/BKN (39)	0,179		0,154	
VER MC	OVC (24)	0,083	0,38969	0,125	0,13939
VER ME	OVC (24)	0,250		-0,125	

OBS.: *** análise não conclusiva face amostra reduzida em VER CLR, com valor-P inválido.

Fonte: Autoria própria (2020).

Analisando os valores médios obtidos, percebe-se que de forma geral a iluminação CBBC foi bem avaliada, com iluminação geral pouco acima da linha média

de conforto. Ao mesmo tempo, os valores médios de preferência indicam que esta poderia ser ainda um pouco mais clara para a atividade proposta, uma sala de estudo ou pequeno escritório.

4.3 DO TESTE G-38

Por fim, buscou-se avaliar uma possível relação entre as condições de ambientais levantadas no momento de cada sessão e a capacidade de raciocínio, avaliada pelo teste G-38 (BOCCALANDRO, 2003) dos diversos voluntários da pesquisa. A Tabela 15 apresenta o resumo dos testes G-38 realizados nas campanhas INV e VER.

Tabela 15 - Quadro resumo relativo aos testes G-38 realizados nas campanhas INV e VER.

	total testes válidos	total testes inválidos *	percentil médio por módulo **	desvio padrão	percentil médio por campanha **	desvio padrão
INV MC (69)	65	4	56,38	28,66	55,44275	28,84515
INV ME (67)	66	1	54,52	28,74		
VER MC (63)	53	10	66,23	22,40	65,69912	22,84113
VER ME (64)	60	4	65,23	22,77		

OBS.: * os testes não foram utilizados em decorrência de problemas técnicos quando de seu preenchimento assim como pela não finalização por parte dos voluntários.

** O percentil médio por campanha no G-38 representa a porcentagem de pessoas que obtém pontuação bruta igual ou inferior que aquela apontada.

Fonte: Autoria própria (2020).

A análise dos dados demonstra que os testes realizados no VER apresentaram um maior índice de acertos quando comparado com aqueles realizados no INV. O percentil médio em ambos módulos de VER indica que os participantes responderam corretamente numa proporção 10% acima que os respondentes da campanha INV. Em outras palavras, enquanto o resultado médio da campanha de INV indica que cerca de 45% das pessoas já submetidas ao teste conseguiu resultado igual ou superior ao encontrado pelo grupo, este percentual cai para 35% quando observadas as respostas obtidas na campanha VER. Considerando o grupo de testes

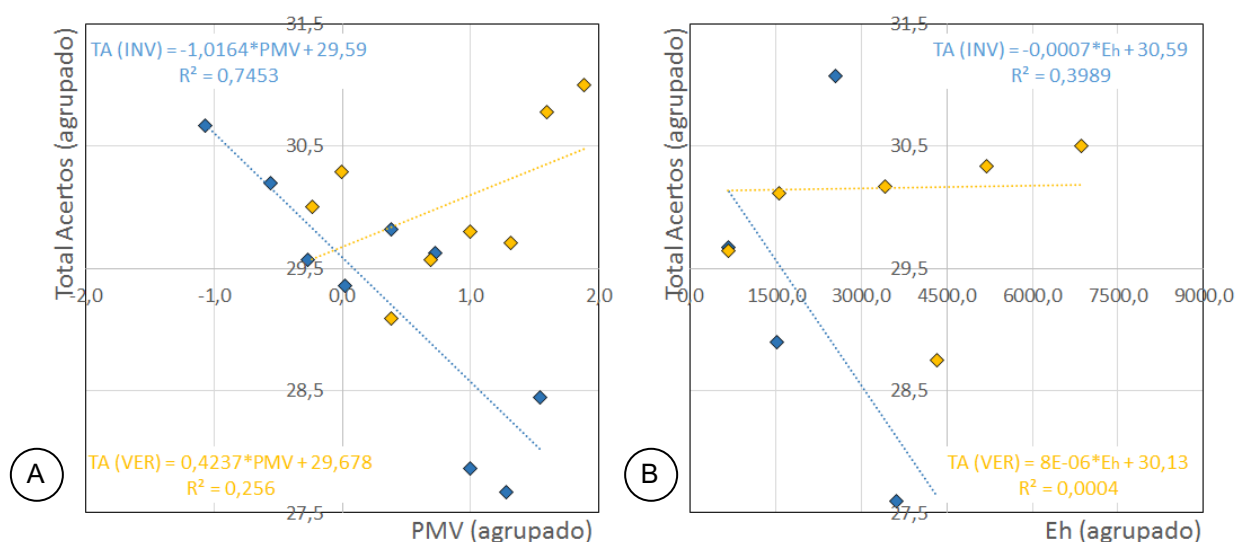
realizados, o desvio padrão indicado demonstra uma grande variação entre as respostas de ambas campanhas indicando a heterogeneidade do grupo.

Para uma melhor compreensão da influência do ambiente sobre os resultados do teste psicológico, foram agrupadas aquelas avaliações com pelo menos 34 respostas do total das 38 questões do Teste G-38. Esta divisão buscou excluir da análise resultados das respostas de participantes que não tenham tido o comprometimento esperado com a avaliação assim como aqueles testes com alguma falha no registro das repostas. Do total de avaliações realizadas, 24 participantes (9,13% do total) não conseguiram responder 34 questões ou mais, o que corresponde a cerca de 89,5% do total de perguntas, no tempo definido para a realização do Teste G-38.

Estes resultados foram então agrupados e confrontados com os valores de PMV e E_h , obtidos durante o período de preenchimento das seções individuais, conforme apresentado nos Gráfico 20-A e 20-B. A análise dos gráficos sugere uma diferença sazonal nas respostas quando observadas as diferenças apresentadas pelas linhas de tendência, em especial relacionando-se a quantidade de acertos com o PMV obtido (Gráfico 20-A). Nota-se que o maior número de acertos está diretamente relacionado às condições climáticas esperadas para a estação. Em outras palavras, a média com maior número de acertos na campanha INV foi obtida quando o ambiente apresentava valores mais baixos de PMV. Mesmo com condições atípicas registradas para a estação no período de duração do levantamento, com temperaturas mais altas e pouco rigor para o frio, os resultados sugerem que os voluntários estariam mais adequados às temperaturas mais baixas, indicando possível aclimatação à estação. O oposto pode ser observado, com menor grau de correlação, na campanha VER quando os melhores resultados do teste acompanharam o aumento do PMV indicado. Em ambos os casos, o maior número de testes respondidos ocorreu com o PMV próximo a zero, ou seja, em condições de conforto segundo a ISO 7730.

Quando observado o Gráfico 20-B, fica evidente a condição de iluminação inferior sobre o plano horizontal nos testes realizados na campanha INV. Embora as correlações sejam baixas e no caso de VER inexistente, a maior variação na linha de tendência da campanha INV parece validar a insatisfação dos participantes quanto à qualidade de iluminação (Gráfico 14, p.78) dentro dos módulos.

Gráfico 20 - Correlação do agrupamento do total de acertos* nas campanhas INV (n=126) e VER (n=112) com o PMV (A) e E_h (B) registrados.



OBS.: * considerados apenas as participações com o mínimo de 34 respostas no Teste-G-38

Fonte: Autoria própria (2020).

Para validação dos resultados obtidos nos 263 testes G-38 aplicados, estes foram submetidos a uma ANOVA considerando as avaliações nas estações distintas. Desta análise, a informação mais relevante que pôde ser extraída da Tabela 16 é a confirmação da influência das distintas condições climáticas apresentadas na capacidade de raciocínio dos usuários. Por se tratar de pesquisa com uma amostra válida, conforme critérios já comentados extraídos de Ono *et al.* (2018), observando também os valores de percentil em relação ao número de acertos totais das análises INV e VER, fica demonstrada a diferença significativa encontrada nas respostas entre as duas campanhas, validando a afirmação que o grupo submetido às sessões no período de temperaturas mais elevadas e com maior disponibilidade de luz, conforme análises já discutidas, obteve resultados melhores no teste psicológico G-38 (BOCCALANDRO, 2003).

Este resultado é similar aquele encontrado pelo estudo de Schiavon *et al.* (2016) em Singapura, onde os participantes do experimento apresentaram menor velocidade de resposta no teste cognitivo quando submetidos a uma temperatura mais baixa experimentada em um mesmo ambiente.

Tabela 16 - Quadro resumo de Análise de Variância (ANOVA) relativo ao teste G-38.

	Percentil Teste G-38 (% acertos)	
	valor médio	valor-P
INV (136)	55,44	0,00252 **
VER (127)	65,70	
INV MC (69)	56,38	0,71207
INV ME (67)	54,52	
VER MC (63)	66,23	0,81769
VER ME (64)	65,23	

OBS.: ** valores com diferença extremamente significativa comprovada estatisticamente.

Fonte: Aatoria própria (2020).

Outro ponto interessante é justamente a proximidade da pontuação dos resultados do teste G-38 quando comparados os módulos de uma mesma campanha. Apesar da pontuação obtidas pelos respondentes de MC e ME serem bastante próximas quando observados os resultados de uma mesma campanha, a diferença encontrada entre as médias de pontuação dos dois módulos da campanha INV foi quase o dobro daquela encontrada quando comparada com a diferença entre as médias dos módulos da campanha VER.

Este resultado sugere que a influência decorrente da diferença de orientação entre os módulos é mais significativa que a diferença resultante do acréscimo de um segundo perfil de esquadria em VER ME.

4.4 DISCUSSÃO

Outros trabalhos já se utilizaram de métodos similares aqueles usados nesta pesquisa, monitoramento de variáveis ambientais e aplicação de questionários, buscando investigar preferências de ocupantes e eventuais impactos do meio quanto ao conforto térmico (LAN, WARGOCKI e LIAN, 2011; LAN *et al.*, 2011; KUCHEN *et al.*, 2011; LIU *et al.*, 2016; SCHIAVON *et al.*, 2016), conforto visual (DUIJNHOVEN *et al.*, 2016; CHINAZZO, WIENOLD e ANDERSEN, 2016) e percepção geral do espaço ocupado (KAMARUZZAMAN *et al.*, 2015; CLEMENTS-CROOME, 2015). Neste contexto Costa, Baptista e Diogo (2012) apontam em sua revisão bibliográfica que

aspectos cognitivos são geralmente afetados por fatores como temperatura interna do corpo, desidratação, fatores psicológicos e tipo de tarefas executadas.

Assim, diversas metodologias empregadas em pesquisas de análises pós-ocupação (APOs) tornam-se ferramentas valiosas, pois permitem mensurar a eficácia de estratégias utilizadas no planejamento do edifício possibilitando promover e proteger a saúde e o conforto dos ocupantes do mesmo e de edificações de usos similares (ORNSTEIN, 2005; VISCHER, 2008; ONO *et al.*, 2018).

Dada a característica norteadora da CBBC, concebida como um laboratório de baixo custo de execução e operação (TREVISAN, 2019), não se conseguiu com as campanhas realizar um levantamento detalhado de aspectos objetivos do meio e principalmente daqueles relacionados às respostas fisiológicas dos voluntários (temperaturas de pele, interna do corpo, batimento cardíaco etc), buscando atingir resultados mais robustos e embasamento similares aqueles conseguidos nos diversos trabalhos utilizados como referência para a pesquisa. Para tal, seria necessária maior disponibilidade recursos para aquisição de equipamentos específicos de medição, equipe técnica de profissionais especializados, tempo de pesquisa e tratamento dos dados coletados entre outros.

Ressalta-se que, mesmo considerando as limitações impostas, não se pretendeu limitar o trabalho a um experimento teste da CBBC. Buscou-se demonstrar as possibilidades de utilização do laboratório em pesquisas relacionadas ao conforto e percepção do usuário em relação ao meio, apropriando-se dos resultados encontrados para reflexão em futuros projetos de uso similar.

Idealmente, as campanhas de avaliações deveriam ter sido realizadas em períodos com temperaturas mais características das estações, nos meses de julho e fevereiro. A escolha destas datas não foi possível face o calendário letivo da UTFPR, que reserva estes meses para o período de férias dos estudantes universitários, voluntários da pesquisa. Soma-se a este dado as características climáticas pouco previsíveis da cidade de Curitiba e necessidade de planejamento prévio necessário para realização e agendamento das sessões.

Um dado não planejado inicialmente é a proximidade da amostra utilizada na pesquisa com características de usuários de ambientes de trabalho atualmente em expansão, como os *coworkings* ou *home-office*. Difundido e estudado no exterior já há bastante tempo o *home office* (TUNYAPLIN, LUNCE e MANIAM, 1998; PHELAN, 2002; HILL, FERRIS e MÄRTINSON, 2003), ou trabalho remoto, é uma tendência

global que, em especial nos últimos tempos, tem conquistando profissionais também no Brasil. Pessoas jovens, mais flexíveis ao uso e emprego de novas tecnologias e sem a preocupação por vestes formais conforme protocolo estabelecido para ambientes de escritório. Esta última característica principalmente pode ter também influenciado no resultado encontrado, de baixa necessidade de resfriamento dos ambientes simulados em especial nas sessões de VER.

Um estudo publicado no portal eletrônico Brasil Econômico (2017), realizado pela empresa mundial de coworking *Spaces*¹⁰, mostrou que 55% de 900 profissionais consultados no Brasil já trabalham em *home office* pelo menos uma vez por semana. Os números condizem com a pesquisa mundial *Global State of Remote Work*, realizada pela *OWL Labs*¹¹ (2018), que apontou a prática em pelo menos 56% das empresas levantadas. A amostra de 2018 totalizou 3.028 trabalhadores entrevistados em 23 países de 6 continentes.

O advento da pandemia provocada pelo novo Corona vírus SARS-Cov-2 e cuja forma de combate à sua vertiginosa proliferação prevê o distanciamento social, veio também provar, ainda que não de forma científica, a real possibilidade e efetividade do trabalho remoto para a maioria das atividades econômicas realizadas.

No contexto de toda essa transformação, a aprovação em 2017 da Reforma Trabalhista que reconheceu o *home office* e o trabalho intermitente como novas modalidades legais de trabalho. A Lei nº 13.467/17 (BRASIL, 2017) introduziu na Consolidação das Leis do Trabalho - CLT os Artigos 75-A ao 75-E que regulamentam a prestação de serviços em regime de teletrabalho, ou trabalho remoto, onde se inclui o *home office*. Esta proteção legal garante ao profissional e às empresas os mesmos benefícios, direitos e obrigações previstos na CLT, desde que acordados no contrato individual de trabalho, possibilitando a expansão desta modalidade.

Relativo as ferramentas e configuração dos equipamentos utilizados, por terem sido ainda levantamentos precursores, diversos ajustes ocorreram nas diferentes sessões de levantamento de dados decorrendo maior atenção na fase de tratamento e padronização dos mesmos. Apesar de medições distintas, entendeu-se

¹⁰ Fundado em Amsterdam, a rede de *coworking Spaces* tem escritórios compartilhados em mais de 396 cidades no mundo todo realizou a pesquisa quando da inauguração de sua sede no Brasil < <https://www.spacesworks.com/pt-br/> >.

¹¹ A *OWL Labs* é uma entidade privada estadunidense que produz anualmente o relatório *State of Remote Work* a partir da entrevista de milhares de trabalhadores - nos Estados Unidos (2017 e 2019) e/ou no mundo (2018) a fim de entender as tendências emergentes do trabalho remoto.

que os intervalos de tomada de dados obedecerem sempre que possível um único padrão, a fim de facilitar a análise e precisão nas comparações. O questionário utilizado para futuras campanhas poderia também ser revisto, adequando a escala de respostas às normas específicas a respeito de cada assunto. Neste caso, deve-se tomar cuidado na forma como trabalhar a adequação já que esta pode decorrer na anulação do banco de dados levantados até o momento.

Relativo às sessões realizadas, a diferença entre o PMV obtido e os dados de sensação e preferência térmica relatado pelos estudantes, em especial para o calor, deixa evidente que os variados níveis de adaptação dos usuários não devem ser avaliados sob um único critério. Yang *et al.* (2014) chegam a resultado muito semelhante, de PMV superestimado, em seus estudos em uma câmara climática em Chongqing, região quente e úmida na China. Neste, afirmam que a experiência térmica de uma vida passada em uma região específica pode estimular também a adaptação psicológica.

Assim, além das características fisiológicas de cada participante, a literatura indica que outros fatores diversos, por exemplo psicológicos e culturais não controlados no experimento, impactam também na percepção do espaço e devem ser levados em consideração em estudos mais aprofundados. Fatores desta natureza podem ter influenciado a aparente incoerência de algumas respostas subjetivas, por exemplo, em relação a preferência por maior claridade em INV MC apesar desta ter sido percebida como mais clara e mais confortável que INV ME. Apesar da dificuldade na padronização, a avaliação das variáveis encontradas constitui um estudo com potencial para a melhora na eficiência energética do funcionamento e no desempenho ambiental de edifícios com diferentes sistemas de ventilação e climatização.

Os dados encontrados relacionando o conforto térmico e sua influência no desempenho cognitivo seguem os resultados encontrados da análise realizada por Schiavon *et al.* (2016) com 56 pessoas aclimatadas tropicalmente em ambientes de escritório em Singapura. Neste a resposta às tarefas cotidianas dos voluntários foi melhor avaliada quando os mesmos foram submetidos a temperatura de 26°C e 29°C, com controle individual de ventilação, se comparadas àquelas quando os mesmos foram submetidos a temperatura mais baixa, de 23°C.

Ao contrário, Lan *et al.* (2011) ao descreverem os efeitos do desconforto térmico na saúde e desempenho humano, em estudos realizados em laboratórios da Dinamarca, afirmam que o desempenho dos participantes na execução da tarefa

proposta diminuiu quando os mesmos foram submetidos a temperaturas mais elevadas evidenciando a importância das características locais e pessoais, entre outras, no desenvolvimento deste tipo de análise.

Para outro trabalho a ser desenvolvido pelo GT-CBBC, os dados encontrados no estudo da CBBC poderiam ser submetidos a avaliação proposta por Kuchen *et al.* (2011). O trabalho propõe uma adequação da fórmula proposta por Fanger (1970) incluindo no modelo de conforto proposto 50 anos atrás variáveis próprias do entorno local. A equação, proposta por Kuchen *et al.* (2011) a partir de seus estudos em edifícios de escritório localizados na região central da Europa, possibilita identificar o índice de conforto térmico de um grupo de usuários incorporando a temperatura operativa e de neutralidade como variáveis locais.

Partindo da relação direta entre os dados subjetivos de conforto lumínico e qualidade efetiva da iluminação, a avaliação desse quesito idealmente deveria considerar não apenas a qualidade da iluminação, mas também a percepção visual, o ritmo circadiano e o senso de proteção e privacidade e seus reflexos na capacidade cognitiva dos voluntários (CHELLAPPA *et al.*, 2011; TAMURA, 2017).

Apesar de não ter sido um fator controlado, observa-se que mais de $\frac{3}{4}$ dos participantes não operaram qualquer alteração na cortina, garantindo relativa homogeneidade da amostra face condicionantes apresentadas Tabela 17. O baixo percentual de abertura da cortina indica que em termos gerais os usuários perceberam os módulos como um ambiente claro em ambas as campanhas. Na campanha VER, em especial no MC sem a dupla esquadria, o maior número de participantes que fecharam a cortina reforçam a característica de maior disponibilidade de luz da estação, em especial quando consideramos que de forma geral o levantamento de dados se deu com predominância de céu parcialmente encoberto, diferente do registrado na campanha INV (Gráfico 12, p.75).

Analisando os dados entre a satisfação com a iluminação quando comparadas às condições de céu, as respostas dos ocupantes acerca da satisfação com a iluminação no ambiente foram proporcionalmente maiores nos extremos, quando da menor (CLR) ou maior incidência de nebulosidade (OVC). Observou-se que, nestes casos, a orientação da abertura não provoca diferenças de satisfação quanto à iluminação geral do módulo. Quando com poucas nuvens, a intensidade maior da luz natural proporciona efeitos positivos, como esperado. Por outro lado, o céu encoberto gera satisfação igual em ambos os ambientes porque, pelas inúmeras reflexões que

a cobertura homogênea de nuvens provoca, a luz incide igualmente de diferentes direções.

Tabela 17 - Quadro resumo de alteração na abertura da cortina pelos participantes.

	Não, eu não mexi na cortina.	Sim, eu abri a cortina	Sim, eu fechei a cortina	Total
INV MC (69)	86,11%	2,78%	11,11%	100,00%
INV ME (67)	92,68%	2,44%	4,88%	100,00%
VER MC (63)	66,67%	4,76%	28,57%	100,00%
VER ME (64)	73,44%	9,38%	17,19%	100,00%
	77,45%	5,39%	17,16%	100,00%

Obs.: Os valores indicados são restritos a indicação de alteração da configuração original da persiana, não sendo considerada a porcentagem de abertura ou fechamento da mesma.

Fonte: Aatoria própria (2020).

Nos momentos em que o céu se encontrava com diferentes graus de nebulosidade, caracterizando uma condição intermediária (FEW/SCT/BKN), a variação entre as orientações tornou-se mais evidente, com satisfação maior, assim como menor insatisfação, reportada pelos ocupantes do INV MC. A mesma percepção é observada na campanha VER quando sob condições intermediárias de nebulosidade do céu, com a mesma orientação, a indicação de satisfação é menor sob condições intermediárias de nebulosidade do céu. Conforme observado por Tamura e Krüger (2018), em seus estudos sobre a percepção lumínica e térmica vs iluminação ambiental em uma CC na Alemanha, correlações significativas entre os dados analisados foram encontradas somente em situações com menor disponibilidade de luz natural. Esta situação aparentemente pode ter tornado os voluntários mais suscetíveis a pequenas variações de iluminação, indicando que sob estas condições a percepção visual tende a ficar mais aguçada.

Por fim, a análise dos dados subjetivos e objetivos coletados, a partir de seu confronto estatístico por meio da Análise de Variância de fator único (ANOVA), validou a percepção de diferenças significativas entre os testes realizados nas diferentes estações, assim como entre os módulos com orientação solar opostas. Estudos relacionando aspectos de iluminação dos ambientes com a capacidade cognitiva dos usuários demonstram também a influência da iluminação sobre diversos aspectos comportamentais em crianças (YACAN, 2014) e adultos (KNEZ e KERS, 2000; ZAINORDIN, ABDULLAH e BAHARUM, 2012; TAMURA e KRÜGER, 2016).

5 CONCLUSÃO

Espera-se que os resultados da pesquisa contribuam para o interesse e adoção da CBBC por outras instituições de ensino e pesquisa em território nacional, buscando enquadrar seu potencial de análise as linhas de pesquisa desenvolvidas nas diversas instituições. Isso contribuirá de forma significativa e permanente à construção de um banco de dados importante ao desenvolvimento dos estudos e entendimento ainda na fase projetual do ambiente construído no Brasil.

Neste sentido a possibilidade de desenvolver os estudos na CBBC, propiciou a oportunidade de explorar a percepção dos usuários de ambiente simulando o espaço de um escritório individual. Vale destacar que as características de concepção e construção dos módulos são essenciais para o tipo de estudo uma vez possibilitar análises simultâneas sob diferentes situações de exposição.

Faz-se importante ressaltar a dificuldade na seleção e adesão dos voluntários para desenvolvimento da pesquisa, decorrendo na seleção não probabilística da amostra, bem como da impossibilidade do delineamento metodológico experimental, mas sim “quase experimental”, fatores que impossibilitam a utilização de técnicas estatísticas mais robustas e a generalização dos resultados.

Outra condição a ser destacada a respeito das características da CBBC é sua condição como um ambiente semi-controlado, dada a impossibilidade de controle das variáveis e da manutenção do regime permanente de condicionamento da temperatura e umidade relativa do ar. Esta característica traz consigo algumas limitações à pesquisa, as quais não foram significativas considerando a metodologia adotada para obtenção e análise dos dados representativos das sessões realizadas.

A carência de equipamentos de coleta de dados objetivos nas datas de realização das campanhas de INV e VER, em especial no campo relacionado a aspectos sonoros, deixa uma lacuna a ser complementada por eventuais experimentos futuros uma vez que este estímulo tem influência na percepção de conforto do ambiente de escritório. Entende-se o ruído ambiental, principal fator para do conceito de poluição sonora ambiental, como sendo aquele emitido por fontes diversas, fator cada vez mais presente em nossos centros urbanos (RIBAS, 2007).

A exposição contínua a ruídos pode afetar diretamente à saúde das pessoas. Lista-se como exemplo: os impactos de efeitos fisiológicos, responsáveis pela perda de audição, assim como pela regulação da pressão arterial podendo impactar em

alterações nesta; os efeitos psicológicos, que podem causar perturbação do sono, estresse, tensão, queda de desempenho intelectual e interferência na comunicação oral (BISTAFA, 2011; LAGONIGRO, MARTOTI e APPARICIO, 2018).

Ainda relativo à infraestrutura disponível para a realização das avaliações, um ponto a ser corrigido é viabilizar nos experimentos futuros a extração e verificação dos dados coletados pelos aparelhos em tempo real ou pelo menos em intervalos menores que os de duração dos experimentos. Essa característica possibilitará a correção de eventuais lacunas, como a que ocorreu nos actímetros utilizados na campanha VER, reduzindo possibilidade de não utilização em decorrência de falhas dos aparelhos utilizados.

Os resultados encontrados nas campanhas evidenciaram a natureza complexa e por vezes contraditória da relação entre dados objetivos e a percepção subjetiva dos indivíduos. Como exemplo, citam-se os resultados encontrados em INV ME, voltada para sul com 40% dos participantes indicando desconforto por excesso de iluminação sob condições de $E_h < 350\text{lux}$. Neste caso, uma análise mais aprofundada dos efeitos do entorno na percepção relatada, avaliando também aspectos de conforto visual decorrente da paisagem interna e externa aos módulos assim como pelo alcance visual proporcionado pela abertura (SONG *et al.*, 2013; KAMARUZZAMAN *et al.*, 2015) seria um importante dado complementar a análise.

A pesquisa indicou também que o índice PMV superestimava a sensação térmica média dos ambientes teste sob qualquer circunstância, elevando o limite superior de conforto térmico em uma situação de calor. Tal conclusão leva a uma potencial economia de energia com condicionamento de ar quando considerado o público avaliado.

Como principal resultado da pesquisa, cita-se a correlação significativa encontrada entre as respostas ao Teste G-38 e as diferentes características de exposição às quais os participantes foram submetidos. As diferenças no percentil encontrado evidenciam a importância do planejamento prévio de ambientes de trabalho em relação a capacidade de resposta dos usuários.

Desta forma, a pesquisa ressalta a importância de se incorporar desde a fase de projeto soluções que busquem não somente resolver problemas de ordem fisiológica, mas também subjetiva, ressaltando a complexidade e a interdisciplinaridade da matéria.

Por fim, frente aos resultados obtidos e características do objeto CBBC, frisa-se que o campo de estudo que relaciona os efeitos da luz e sensação térmica no conforto percebido de indivíduos permanece em construção, não sendo ainda possível inferir com alto grau de confiabilidade qualquer conclusão. A pesquisa busca, assim, apenas colaborar com a expansão deste campo de conhecimento, apontando limitações e lacunas a serem ainda discutidas e futuramente preenchidas.

REFERÊNCIAS

ABATE, T. P.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; BERNARDI, N. **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - Avanços no desempenho das construções - pesquisa, inovação e capacitação profissional**. Questões éticas na pesquisa em avaliação pós-ocupação (APO). Maceió-AL: ENTAC. 2014. p. 2121-2129.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 15.215 – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

_____. **NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações: , Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. São Paulo: ABNT, 2005.

_____. **NBR 16401 - Instalações de ar condicionado: sistemas centrais e unitários**. São Paulo: ABNT, 2008.

_____. **NBR 15575 – Edificações habitacionais: desempenho**. São Paulo: ABNT, 2013a.

_____. **NBR ISO/CIE 8995 – Iluminação de ambientes de trabalho, Parte 1: Interior**. São Paulo: ABNT, 2013b.

AKATSU, M.; LOPES, D. Simulação do desempenho térmico de edificações. In: _____ **Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Tecnologia de edificações**. São Paulo: PINI, 1988.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE; AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ANSI/ASHRAE. **Standard 55-2017: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. Atlanta. 2017.

BARBOSA, M. B. P. **Wayfinding na jornada da pessoa com deficiência visual no sistema metroferroviário**. 549 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). São Paulo: Universidade de São Paulo. 2015.

BERSON, D. M.; DUNN, F. A.; TAKAO, M. Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock. **Science**, v. v.295, n. n. 5557, p. 1070-1073, 2002.

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. 3ª. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2011.

BOCCALANDRO, E. R. **Coleção G-38: Teste Não Verbal de Inteligência**. São Paulo: Vetor, 2003.

BOUBEKRI, M. **Daylighting, Architecture and Health**. 1ª. ed. Londres: Routledge, 2008.

BRAGER, G. S.; DE DEAR, R. J. Thermal Adaptation in the Built Environment: a literature review. **Energy and Buildings**, v. v. 27, n. n.1, p. 83-96, 1998.

BRASCHE, S.; BISCHOF, W. Daily time spent indoors in German homes—baseline data for the assessment of indoor exposure of German occupants. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 208, n. 4, p. 247-253, 2005.

BRASIL. Lei nº 13.467, de 13 de julho de 2017: Altera a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). **Presidência da República**, 2017. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13467.htm>. Acesso em: 20 fevereiro 2020.

CARVALHAIS, C. A. A. **Contribuição para o estudo da tolerância humana a ambientes térmicos extremos: ensaios de validação de câmara climática**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal. 2011.

CBIC. **CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO: Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

CGCRE/INMETRO. COORDENAÇÃO GERAL DE ACREDITAÇÃO DO INMETRO. **DOQ-CGCRE-028: Orientação para calibração de câmaras térmicas sem carga**, Rio de Janeiro, 2013.

CHELLAPPA, S. L. et al. Non-visual effects of light on melatonin, alertness and cognitive performance: can blue-enriched light keep us alert? **PLoS ONE**, 2011. ISSN e16429. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0016429>>. Acesso em: 20 mai 2019.

CHINAZZO, G.; WIENOLD, J.; ANDERSEN, M. **Proceedings of 9th Windsor Conference: Making Comfort Relevant**. A preliminary study on the sensitivity of people to visual and thermal parameters in office environments. Windsor: Abril. 2016. p. 7-10.

CLEMENTS-CROOME, D. Sustainable Intelligent Buildings for Better Health, Comfort and Well-Being. **DENZERO Project 2014**, p. 1-54, Outubro 2015.

COSTA, E. Q.; BAPTISTA, J. S. Thermal Environment and Cognitive Performance: Parameters and Equipment. **Occupational Safety and Hygiene**, London, p. 267-272, Taylor & Francis Group 2013. ISSN ISBN 978-1-138-00047-6.

COSTA, E. Q.; BAPTISTA, J. S.; DIOGO, M. T. **ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA, METABOLISMO E PRODUTIVIDADE**. Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, (CIGAR). Porto, Portugal. 2011.

COSTA, E. Q.; BAPTISTA, J. S.; DIOGO, M. T. **Effects of Thermal environment on cognitive response in sedentary activities. A short revision**. SHO2012. [S.I.]: International Symposium on Occupational Safety and Hygiene. 2012. p. 471-477.

CRONBACH, L. J. **Essentials of Psychological Testing**. Nova Iorque: Harper & Row, 1969.

DECEA. **Base de Conhecimento**: Departamento de Controle do Espaço Aéreo, 2019. Disponível em: <<https://ajuda.decea.gov.br/base-de-conhecimento/o-que-e-metar/>>. Acesso em: 02 fev. 2020.

DUIJNHOVEN, J. V. et al. Light ratios, satisfaction, user perception, and general health in (day)lit offices. **Licht 2016**, Karlsruhe, p. 25-28, Setembro 2016.

DUMONT, M.; BEAULIEU, C. Light exposure in the natural environment: relevance to mood and sleep disorders. **Sleep medicine**, v. 8, n. 6, p. 557-565, 2007.

EAGLES, J. M. Light therapy and seasonal affective disorder. **Psychiatry**, v. v.8, n. n.4, p. 125-129, 2009.

ECONÔMICO, B. Home office já é realidade para metade dos trabalhadores corporativos no Brasil. **Brasil Econômico**, 2017. Disponível em: <<https://economia.ig.com.br/2017-11-13/home-office-brasil.html>>. Acesso em: 03 março 2020.

EDWARDS, O. **O guia básico para a sustentabilidade**. Barcelona: Gustavo Gilli, 2008.

FAGANELLO, A. M. P. **Estudo sistêmico das inter-relações dos construtos que influenciam a satisfação residencial visando a elaboração de um modelo a partir da percepção cognitiva do indivíduo**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2019.

FANGER, P. O. **Thermal comfort-analysis and applications in environmental engineering**. Copenhagen: Danish Technical Press, 1970.

FANTINEL, R. G.; MARCELINO, S. C.; BARBEDO, S. A. D. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Biblioteca do INPE**. XVI Seminário Nacional de Bibliotecas Universitárias. Rio de Janeiro: SNBU. 2010.

FARIA, F.; SCHMID, A. L. **Avaliação do comportamento de tintas naturais para a construção civil frente ao intemperismo através de ensaio de envelhecimento acelerado**. 13º Encontro Nacional e 9º Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído. Campinas: ENCAC. 2015.

FERNANDES, L. C. **Experimentos de campo com teto-reservatório: desempenho térmico e percepção do usuário**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia e Sociedade, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, p. 328. 2018.

FERREIRA, M. S. **Um modelo para o sistema térmico do corpo humano**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2001.

FIELD, A. **Descobrimo a estatística usando o SPSS**. 2 ed. ed. Porto Alegre: Artmed, v. tradução Lorí Viali, 2009.

FRANÇA, A. J. G. L.; ORNSTEIN, S. W.; ONO, R. **2º. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído - X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**. Mapas de diagnóstico: procedimentos de Avaliação Pós-Ocupação (APO) voltados à qualidade de projeto. Rio de Janeiro, RJ: SBQP. 2011. p. 297-307.

FREITAS FILHO, H. B. V.; GUIZZO, I.; MARTINS, E. F. Conforto no ambiente construído: técnica, ambiência e subjetividade. **Pós - Revista do Programa Pós-Grad. em Arquit. Urban. FAUUSP**, São Paulo, v. I, n. 47, p. 52-73, set/dez 2018. ISSN 2317-2762.v25i47.

FUNDACENTRO. **NHO11 – Avaliação dos níveis de iluminação em ambientes internos de trabalho**: procedimento técnico. São Paulo: NHO, 2018.

GALASIU, A. D.; VEITCH, J. A. Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices: a literature review. **Energy and Buildings**, v. v.38, n. n.7, p. 728-742, 2006.

GIL, C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GIRARDI, E. P. **Proposição teórico-metodológica de uma cartografia geográfica crítica e sua aplicação no desenvolvimento do atlas da questão agrária brasileira**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Orientador: Bernardo Mançano Fernandes. Presidente Prudente, p. 347. 2008.

GOMES, S. H. T. **Edifícios para bibliotecas universitárias: perspectivas e diretrizes a partir da Avaliação Pós-Ocupação**. Tese (Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo. São Paulo. 2007.

GÓMEZ-ABELLÁN, P. et al. Chronobiological aspects of obesity and metabolic syndrome. **Endocrinología y Nutrición**, v. 59, n. 1, p. 50-61, 2012.

HECHT, J. Better than sunshine: see life in an improvement light. **New Scientist**, julho 2012.

HEIMSTRA, N. W.; MCFARLING, L. H. **Psicologia Ambiental**. São Paulo: Editora da USP, 1978.

HILL, E. J.; FERRIS, M.; MÄRTINSON, V. Does it matter where you work? A comparison of how three work venues (traditional office, virtual office, and home office) influence aspects of work and personal/family life. **Journal of Vocational Behavior**, v. 63, p. 220-241, fevereiro 2003.

HUBALEK, S.; ZOSCHG, D.; SCHIERZ, C. Ambulant recording of light for vision and non-visual biological effects. **Lighting Research & Technology**, v. v.38, n. n.4, p. 314-324, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2000. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>.

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 29 fevereiro 2020.

INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION - ISO. **10551 – Ergonomics of the thermal environment: assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales**. Genebra. 1995.

_____. **7726 - Ergonomics of the thermal environment: Instruments for measuring physical quantities**. ISO. Genebra. 1998.

_____. **7730 – Ergonomics of the thermal environment: analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**. ISO. Genebra. 2005.

KAMARUZZAMAN, S. N. et al. Occupants' satisfaction toward building environmental quality: structural equation modeling approach. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. v. 187, n. n. 242, p. 2-21, 2015. ISSN DOI 10.1007/s10661-015-4447-0.

KARATSOREOS, I. N. Effects of circadian disruption on mental and physical health. **Current neurology and neuroscience reports**, v. v.12, n. n.2, p. 218-225, 2012.

KLEPEIS, N. E. et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, v. 11, n. 3, p. 231, 2001.

KNEZ, I.; KERS, C. Effects of Indoor Lighting, Gender, and Age on Mood and Cognitive Performance. **Environment and Behavior**, v. 32, n. 6, p. 817-831, nov 2000.

KOWALTOWSKI, D. Prefácio. In: FABRICIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. **Qualidade no projeto de edifícios**. São Carlos: RiMa, 2010.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 07-19, abr/jun 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; LABAKI, L. C.; PINA, S. A. M. G. Conforto e ambiente escolar. **Cadernos de Arquitetura**, Bauru, n. 3, p. 1-26, jul-dez 2001.

KRÜGER, E. L. **Avaliação Pós-Ocupação em Câmara Bioclimática de Baixo Custo**. Projeto de pesquisa submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba: UTFPR. 2018. p. nº 92497018.5.0000.5547.

KRÜGER, E. L.; ROSSI, F. A. Quantificação da ilha de calor de Curitiba considerando aspectos de estabilidade atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 394-404, 2015. ISSN 1982-4351.

KUCHEN, E. et al. Predição do índice de conforto térmico em edifícios de escritório na Alemanha. **Amiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, jul/set 2011. ISSN 1678-8621.

KULVE, M. et al. The influence of light on thermal responses. **Acta Physiologica**, v. 216, n. 2, p. 163-185, 2016.

LAGONIGRO, R.; MARTOTI, J. C.; APPARICIO, P. Environmental noise inequity in the city of Barcelona. **Transportation Research Part D**, v. 63, p. 309-319, 2018.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3ª. ed. [S.l.]: Eletrobras Procel, 2014.

LAN, L. et al. Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological responses, and human performance. **Indoor Air**, v. 21, p. 376-380, 2011.

LAN, L.; WARGOCKI, P.; LIAN, Z. Quantitative measurement of productivity loss due to thermal discomfort. **Energy and Buildings**, v. 43, n. 5, p. 1057-1062, 2011.

LANGKILDE, G. From Laboratory of Heating and Ventilation to International Centre for Indoor Environment and Energy. **DTU Civil Engineering Technical Report**, 2010. ISSN SR 10-08.

LEITE, B. C. C. **Sistema de ar condicionado com insuflamento pelo piso em ambientes de escritórios: avaliação do conforto térmico e condições de operação**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

LIGT. Questionnaire for Assessment of Light Situations. **DEUTSCHE LICHTTECHNISCHE GESELLSCHAFT**, 2014. Disponível em: <<https://www.litg.de/media/3810LiTG-Fragebogen%20zur%20Bewertung%20einer%20Lichtsituation>>. Acesso em: 28 mai 2018.

LIU, S. et al. Predicted percentage dissatisfied with ankle draft. **Indoor Air**, v. 27, n. 4, p. 852-886, 2016. ISSN 2016;00:1-11. doi:10.1111/ina.12364.

LUCON, O. et al. Buildings. In: EDENHOFER, O., et al. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY, EUA: Cambridge University Press, 2014. Cap. 9, p. 671-732.

MARDALJEVIC, J.; NABIL, A. The useful daylight illuminance paradigm: A replacement for daylight factors. **Energy and Buildings**, v. 38, n. 7, jul 2006.

MARINOSKI, D. L. **Desenvolvimento de um calorímetro para determinação do fator solar de vidros e janelas**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2010.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Modelling Radiation fluxes in simple and complex environments – Basics of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, n. 54, p. 131-139, 2009. ISSN DOI 10.1007/s00484-009-0261-0.

O'BRIEN, W. et al. Introducing IEA EBC Annex 79: Key challenges and opportunities in the field of occupant-centric building design and operation. **Building and Environment**, 2020.

OLGYAY, V. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural**. Princeton: Princeton University PRes, 2015.

ONO, R. et al. **Avaliação Pós-Ocupação na arquitetura, urbanismo e design: da teoria à prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

ORNSTEIN, S. W. **Post Occupancy Evaluation in Brazil**. In: ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (Eds). *Evaluating Quality in Educational Facilities*. Paris: OECD. 2005. p. 135-143.

ORNSTEIN, S. W. AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO) NO BRASIL, 30 ANOS: O QUE HÁ DE NOVO? **Revista Projetar: Projeto e percepção do ambiente**, Natal, v. 2, n. 2, p. 7-12, Agosto 2017.

ORNSTEIN, S. W. et al. Aplicação em edifícios institucionais. In: ONO, R., et al. **Avaliação Pós-Ocupação na arquitetura, urbanismo e design: da teoria à prática**. 1ª. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

ORNSTEIN, S. W.; ONO, R.; OLIVEIRA, L. F. **Em busca da qualidade na habitação social no Brasil: instrumentos para a Avaliação Pós-Ocupação (APO) aplicada a sistemas construtivos inovadores**. Porto: CIHEL. 2017. p. 1-15.

ORNSTEIN, S. W.; ROMÉRO, M. A. **Avaliação Pós-Ocupação no Ambiente Construído**. São Paulo: Nobel, 1992.

OSHIRO, A. M. **Modelo robusto do sistema térmico do corpo humano para simulação de condições ambientais extremas**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014.

OWL-LABS. Global State of Remote Work. **OWL Labs**, 2018. Disponível em: <<https://www.owlabs.com/state-of-remote-work/2018>>. Acesso em: 02 abril 2020.

PENHA, L. M. **Avaliação Pós-Ocupação de duas edificações de Bibliotecas de Instituições de Educação Superior: Centro Universitário de Brasília (UnICEUB) e Universidade Católica de Brasília (UCB)**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília. Brasília. 2007.

PHELAN, S. Home is where the office is. **Journal os Accountancy**, New York, v. 194, n. 6, p. 37-45, dezembro 2002.

PHILCO, E. S. A. **Manual do aparelho de ar condicionado modelo PH9000TQFM5**, 2017.

PREISER, W. F. E. Building Performance Assessment - From POE to BPE, A Personal Perspective. **Architectural Science Review**, v. 48:3, p. 201-204, 2005. ISSN DOI: 10.33763/asre.2005.4826.

PREISER, W. F. E.; WHITE, E.; RABINOWITZ, H. **Post-Occupancy Evaluation**. reimpressão. ed. [S.I.]: Routledge, 2015.

PRISMATIC. Aplicativo Hue Pro. **Hue Pro**, 2016. Disponível em: <<http://hueproapp.com>>. Acesso em: 20 ago 2018.

REDEMET. **Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica**. Disponível em: <<https://www.redemet.aer.mil.br/?i=produtos&p=consulta-de-mensagens-opmet>>. Acesso em: 03 março 2020.

REIS, A. T. D. L.; LAY, M. C. D. Avaliação da qualidade de projetos – uma abordagem perceptiva e cognitiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. v. 6, n. n. 3, p. 21-34, jul./set. 2006.

RESENDE, A. E. **Salas de controle: do artefato ao instrumento**. Tese (Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade de São Paulo. São Paulo. 2011.

REUS NETTO, G. **Sistemas de calificación edilicia en Latinoamérica: propuesta de zonificación regional a partir de la necesidad de grados día de refrigeración y calefacción aplicada a edificios de vivienda en Latinoamérica**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo), Universidad Nacional de La Plata. La Plata. 2017.

RIBAS, A. **Reflexões sobre o ambiente sonoro da cidade de Curitiba: a percepção do ruído urbano e seus efeitos sobre a qualidade de vida de moradores dos Setores Especiais Estruturais**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007.

RICCARDI, P.; BURATTI, C. Environmental quality of university classrooms: subjective and objective evaluation of the thermal, acoustic, and lighting comfort conditions. **Building and Environment**, n. 127, p. 22-36, 2018.

ROAF, S.; THOMAS, S.; FUENTES, M. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ROMÉRO, M. A.; ORNSTEIN, S. W. **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social**. Coleção Habitare. Porto Alegre: ANTAC. 2003.

RUPP, R. F.; VÁSQUEZ, N. G.; LAMBERTS, R. A review of human thermal comfort in the built environment. **Energy and Buildings**, v. 105, p. 178-205, out 2015.

SANTOS, A. R. **Metodologia científica: a construção do conhecimento**. Rio de Janeiro: Lamparina, 2007.

SCHIAVON, S. et al. Thermal comfort, perceived air quality, and cognitive performance when personally controlled air movement is used by tropically acclimatized persons. **Indoor air**, p. 1-13, 2016.

SIMEPAR. **Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná**. Disponível em: <<http://www.simepar.br>>. Acesso em: 29 fevereiro 2020.

SONG, C. et al. Physiological and psychological effects of walking on young males in urban parks in winter. **Journal of Physiological Anthropology**, n. 32:18, 2013.

TALEGHANI, M. et al. A review into thermal comfort in buildings. **Renewable and Sustainable Energy**, v. 26, p. 201-215, 2013.

TAMURA, C. A. **Avaliação das relações entre iluminação ambiente e a saúde e bem-estar de usuários: proposta metodológica utilizando câmara climática**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2017.

TAMURA, C. A.; KRÜGER, E. L. Estudo piloto em câmara climática: efeito da luz natural em aspectos de saúde e bem-estar não relacionado à visão. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. v.16, n. n.2, p. 149-168, abr./jun. 2016. ISSN ISSN 1678-8621.

_____. Estudo correlacional entre configurações de iluminação ambiental versus percepção lumínica e térmica em câmara climática. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 97-117, jul/set 2018. ISSN ISSN 1678-8621.

TAMURA, C. A.; KRÜGER, E. L.; GUIMARÃES, A. J. R. **Associação de preferências versus iluminação ambiental por múltipla correspondência**. 17º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu: Anais. Porto Alegre: ANTAC. 2018. p. 1351-1361.

TORRESIN, S. et al. Combined effects of environmental factors on human perception and objective performance: A review of experimental laboratory works. **Indoor air**, n. 28, p. 525-538, 2018.

TRENTO, T. P. W. et al. **Efeitos da orientação de aberturas em ambientes na satisfação e percepção da iluminação em humanos** SATISFAÇÃO E PERCEPÇÃO DA ILUMINAÇÃO EM HUMANO. ANAIS-Mudanças climáticas, cocentração urbana e novas tecnologias. João Pessoa: XV ENCAC, XI ENLAC. 2019. p. 2766-2775.

TREVISAN, L. Y. I. **Concepção, construção e verificação da aplicabilidade de uma Câmara Bioclimática de Baixo Custo em estudos de conforto ambiental**. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba. 2019.

TREVISAN, L. Y. I. et al. **17º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Construção de Câmara Bioclimática de Baixo Custo para Estudos de Ambiência Térmica no Brasil. Foz do Iguaçu: Anais. Porto Alegre: ANTAC. 2018. p. 588-595.

TREVISAN, L. Y. I. et al. Avaliação Pós-Ocupação de uma Câmara Bioclimática de Baixo Custo: a percepção do ocupante no diagnóstico de um ambiente construído. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, artigo aprovado para publicação 2019. ISSN ISSN 1415-8876 / E-ISSN 1678-8621.

TUNYAPLIN, S.; LUNCE, S.; MANIAM, B. The new generation office environment: the home office. **Industrial Management & Data Systems**, v. 98, n. 4, p. 178-183, 1998. ISSN <https://doi.org/10.1108/02635579810219327>.

VILLA, S.; ORNSTEIN, S. W.. Projetar apartamentos com vistas à qualidade arquitetônica a partir dos resultados da Avaliação Pós-Ocupação (APO). **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 5, n. 2, p. 35-60, 2010.

VISCHER, J. C. Towards an Environmental Psychology of Workspace: How People are Affected by Environments for Work. **Architectural Science Review**, v. v.51, n. n.2, p. 97-108, 2008.

WANG, et al. Thermal adaptation and thermal environment in university classrooms and offices in Harbin. **Energy and Buildings**, v. v.77, p. 192-196, 2014.

YACAN, S. **Impacts of Daylighting on Preschool Students' Social and Cognitive Skills**. University of Nebraska. Lincoln, p. 63. 2014.

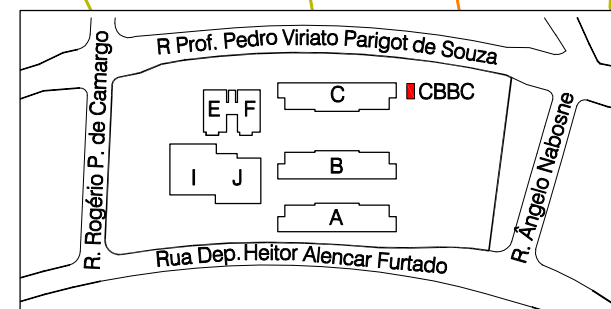
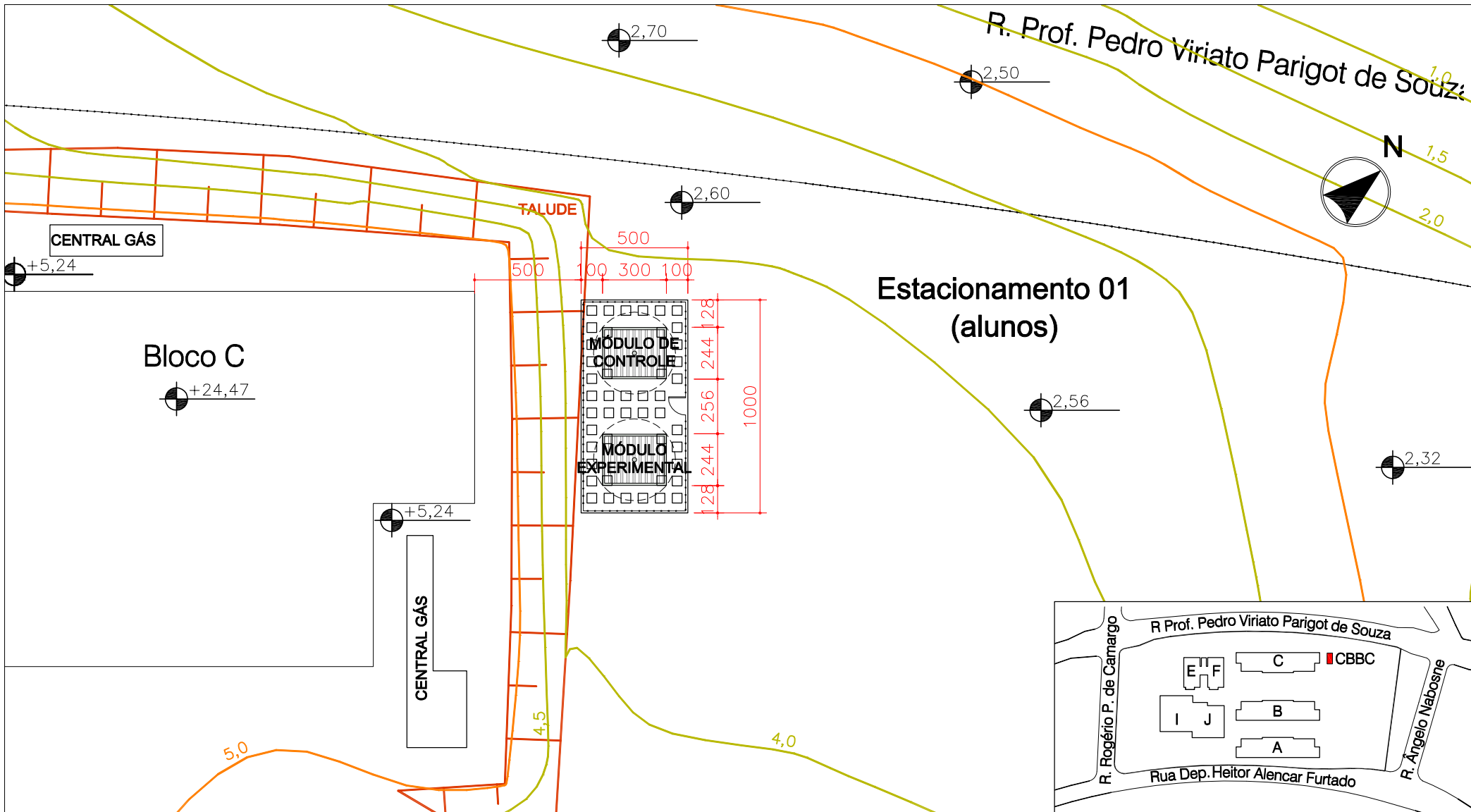
YANG, Y. et al. A study of adaptive thermal comfort in a well-controlled climate chamber. **Applied Thermal Engineering**, 2014.

ZAINORDIN, N. B.; ABDULLAH, S. M.; BAHARUM, Z. B. A. **Light and Space: Users Perception towards Energy Efficient Buildings**. Procedia - Social and Behavioral Sciences 36. Bandung, Indonesia: Elsevier B. V.. 2012. p. 51-60.

ZIMRING, C.; REIZENSTEIN, J. E. Post Occupancy Evaluation: an overview, environment and behaviour. In: ZIMMERMAN, A.; MARTIN, M. **Post Occupancy Evaluation: benefits and barriers**. Building Research and Information. [S.l.]: [s.n.], v. 29, 1980. Cap. 2, p. 168-174.

ANEXO A - Projeto executivo CBBC

O projeto executivo da Câmara Bioclimática de Baixo Custo faz parte da tese desenvolvida por Trevisan (2019), a qual apresenta os processos de projeto e concepção do laboratório, execução dos módulos, detalhamento da instrumentação assim como verificação da aplicabilidade da câmara em pesquisas experimentais.

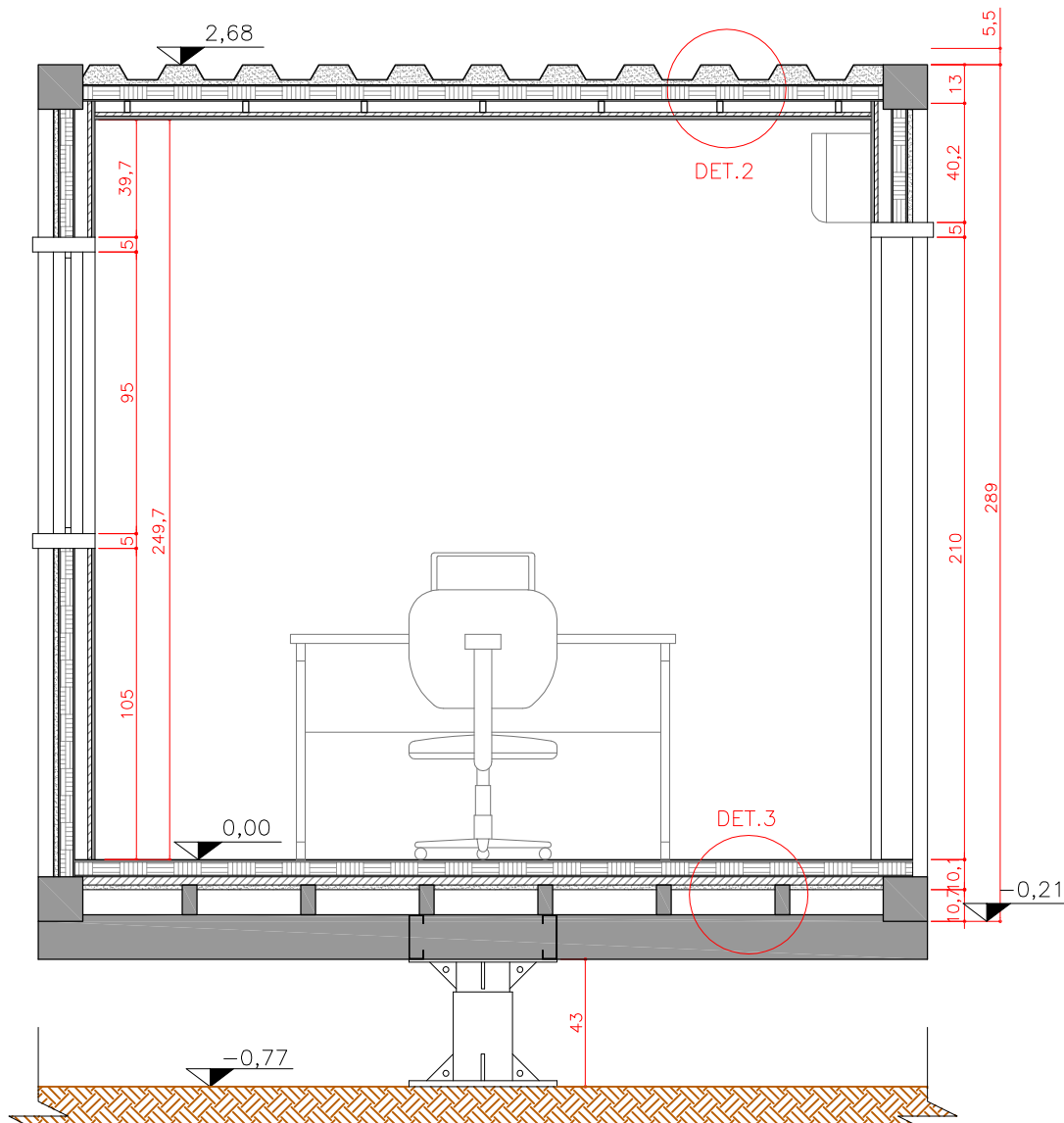


CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE BAIXO CUSTO: IMPLANTAÇÃO
 ESCALA 1:250

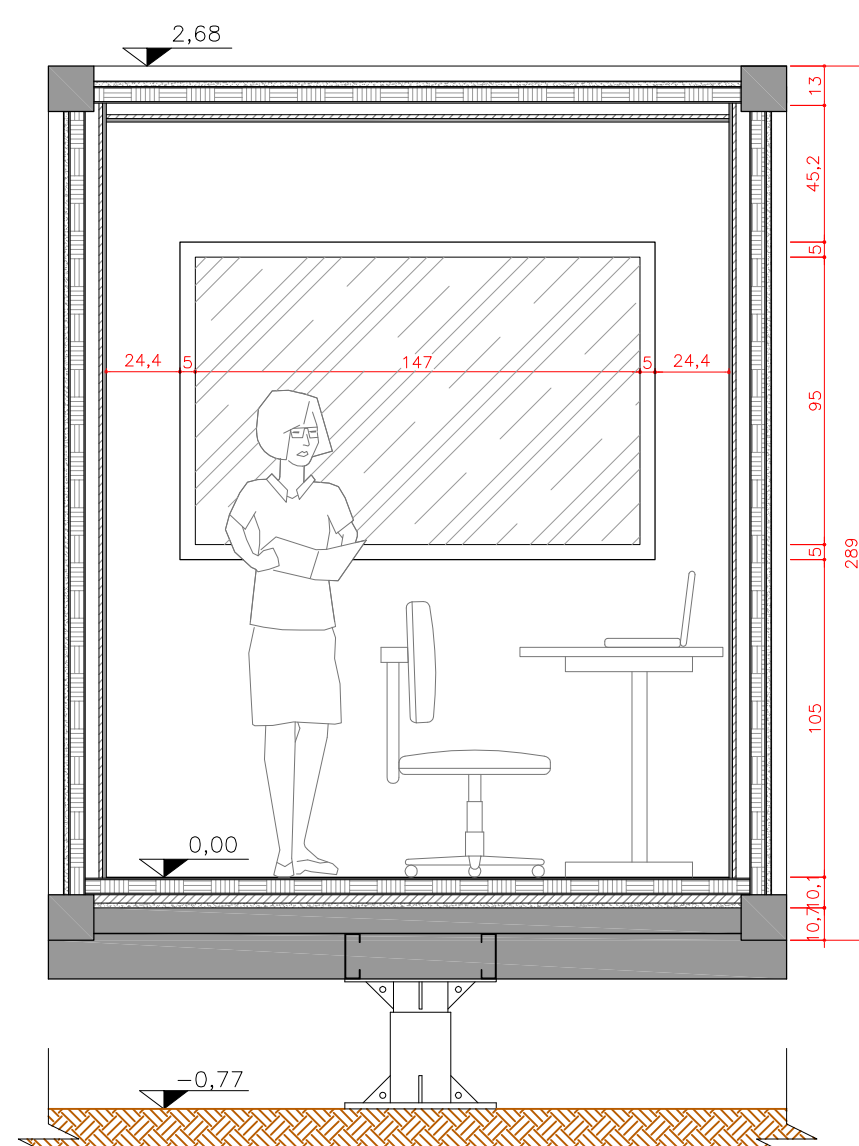
SITUAÇÃO: UTFPR ECOVILLE
 ESCALA 1:5.000



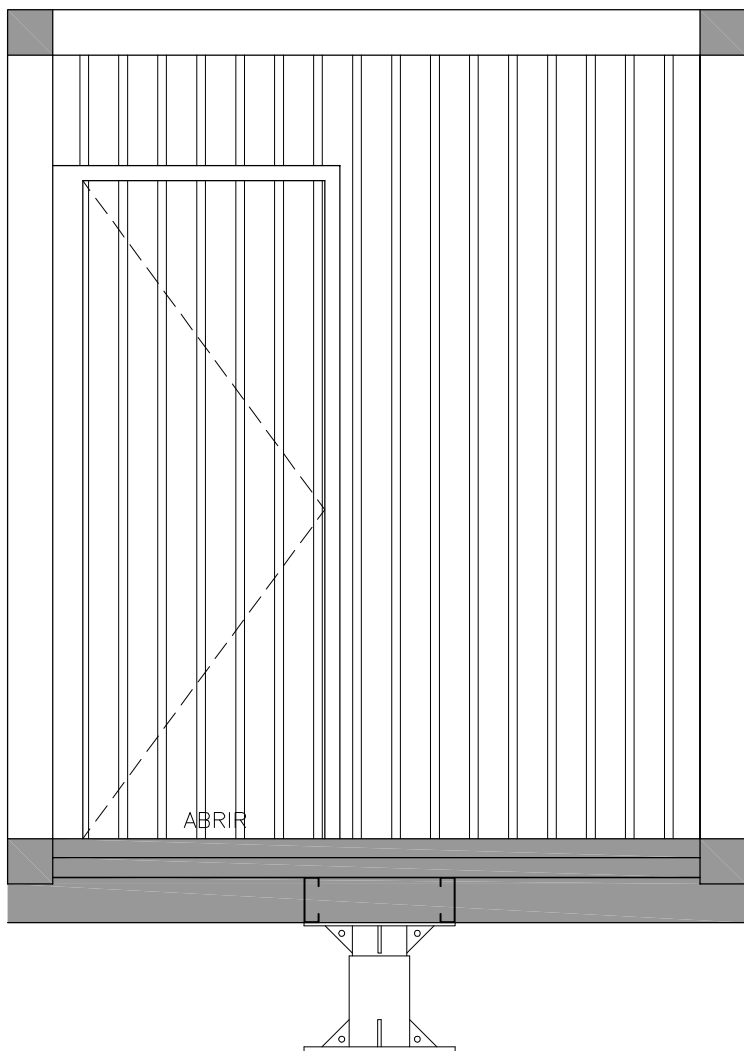
DESCRIÇÃO	DATA
CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE BAIXO CUSTO: PROJETO ARQUITETÔNICO	04/06/2018
ENDEREÇO	ESCALA
UTFPR ECOVILLE: R. DEP. HEITOR ALENCAR FURTADO, 5000, BAIRRO CAMPO COMPRIDO, CURITIBA/PR	INDICADA
PROF. RESPONSÁVEL	PRANCHA
EDUARDO L. KRÜGER (DACOC/PPGEC)	01/01



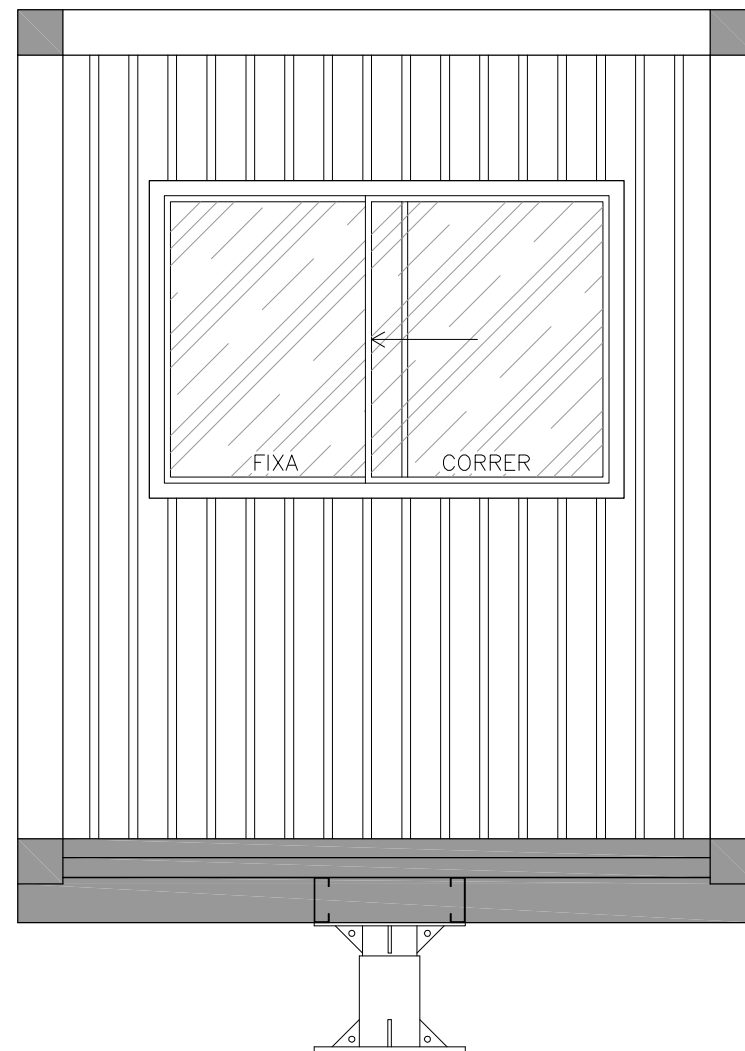
MÓDULO DE CONTROLE: CORTE AA'
 ESCALA 1:25



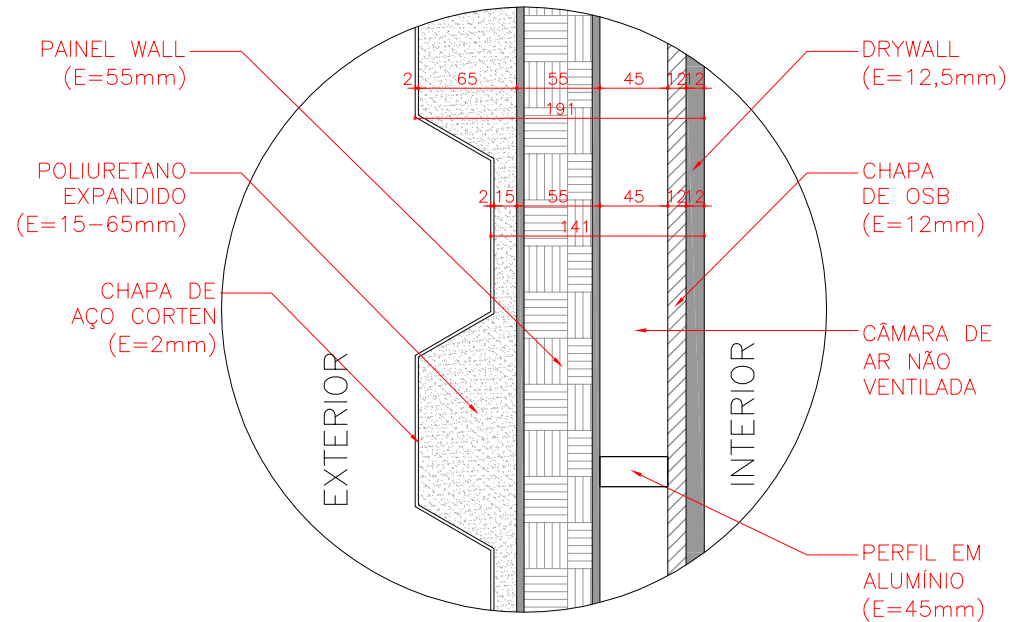
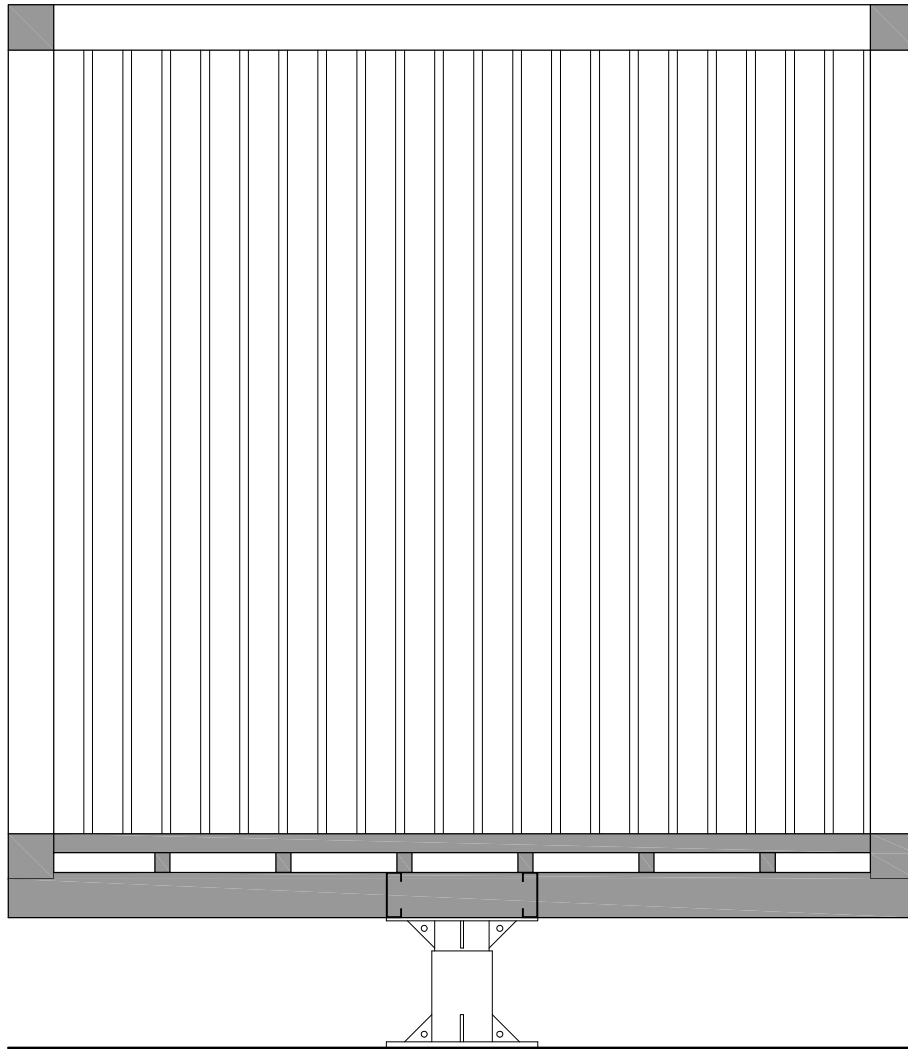
CORTE BB'
 ESCALA 1:25



MÓDULO DE CONTROLE: ELEVAÇÃO 1
 ESCALA 1:25

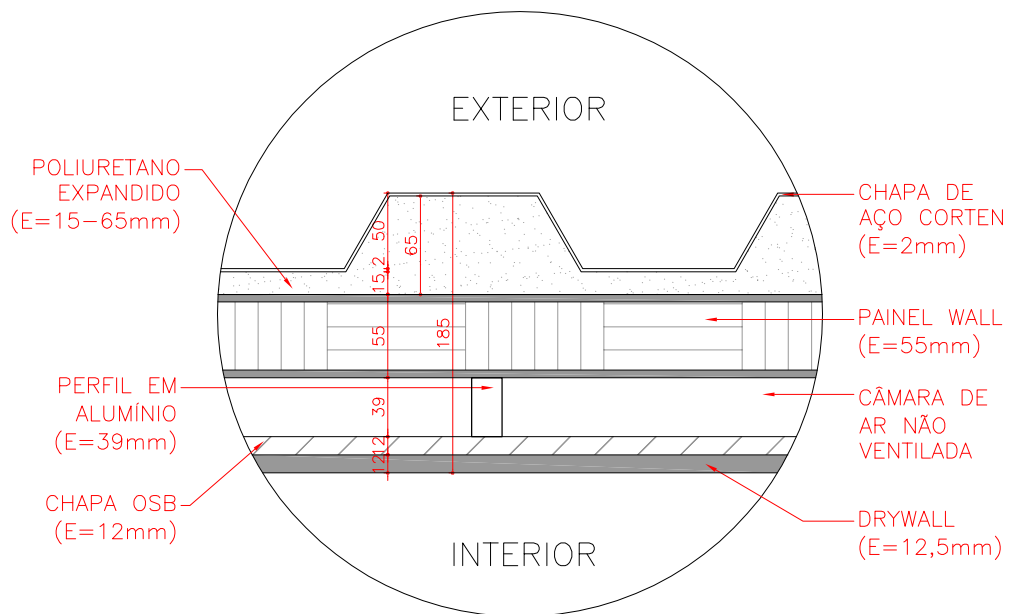


ELEVAÇÃO 2
 ESCALA 1:25

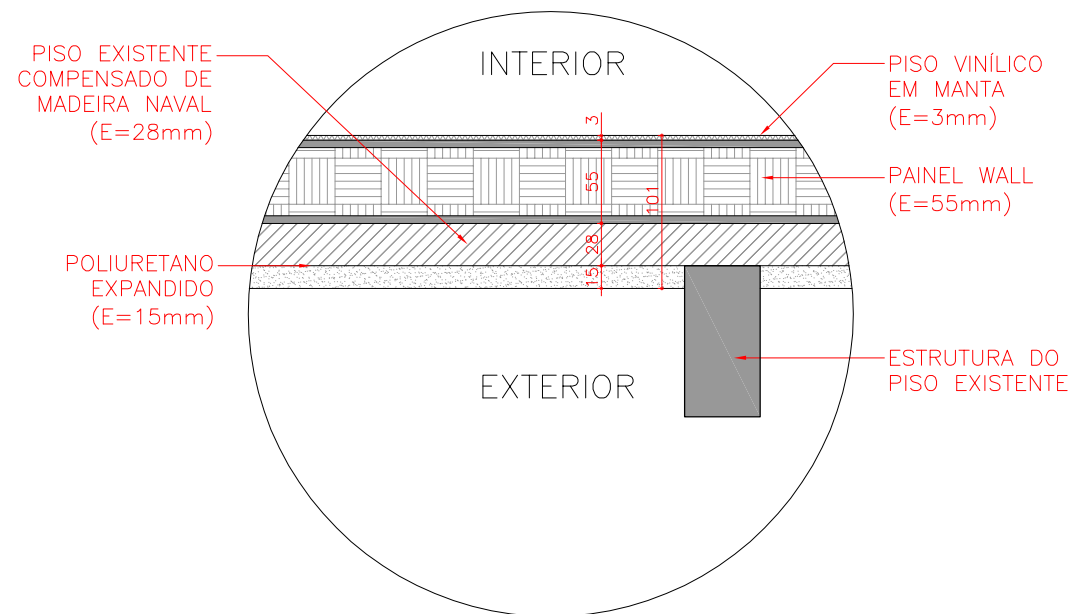


MÓDULO DE CONTROLE: ELEVAÇÃO LATERAL
 ESCALA 1:25

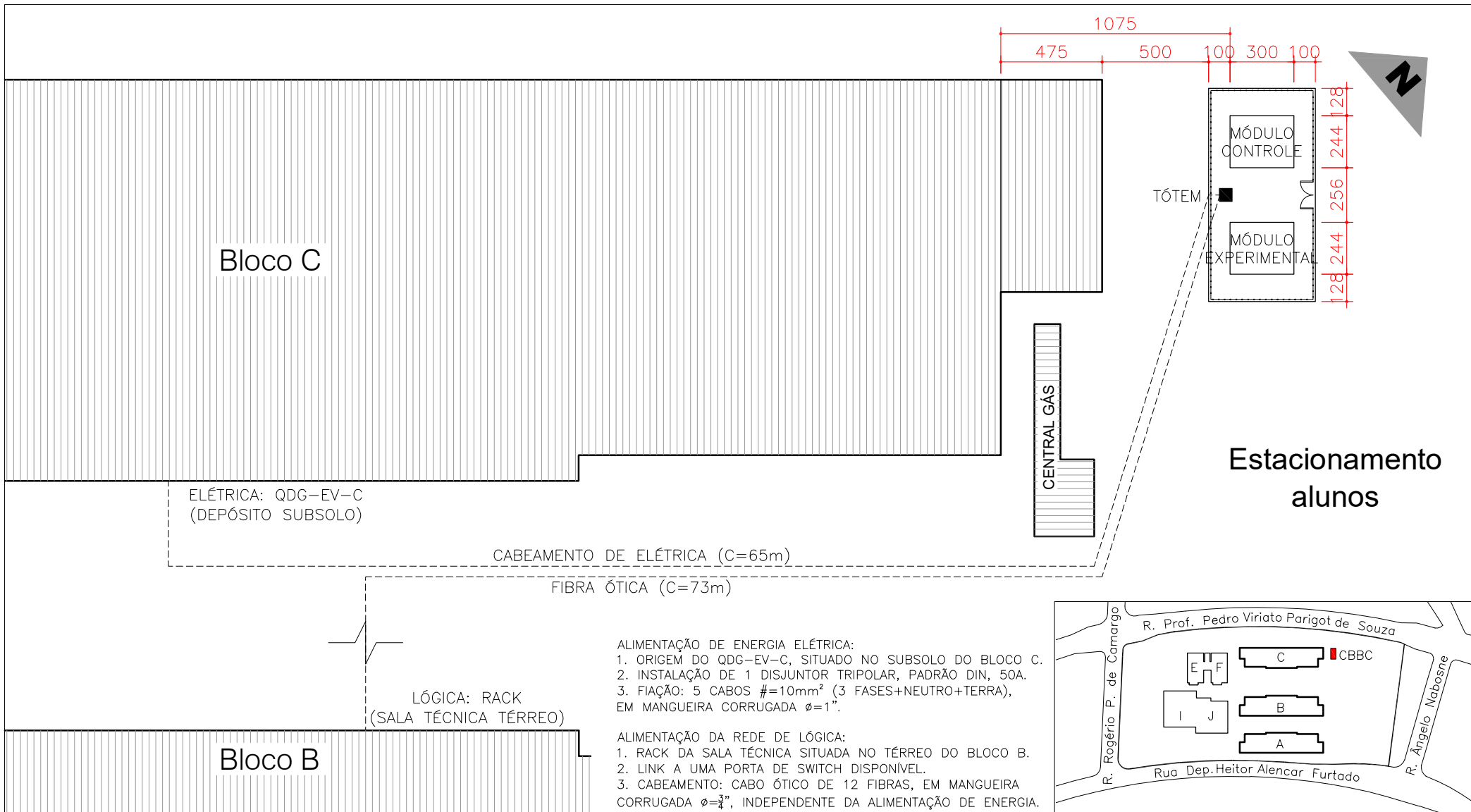
DETALHE 1: COMPOSIÇÃO DA PAREDE
 ESCALA 1:5 (COTAS EM mm)



DETALHE 2: COMPOSIÇÃO DO TETO
 ESCALA 1:5 (COTAS EM mm)

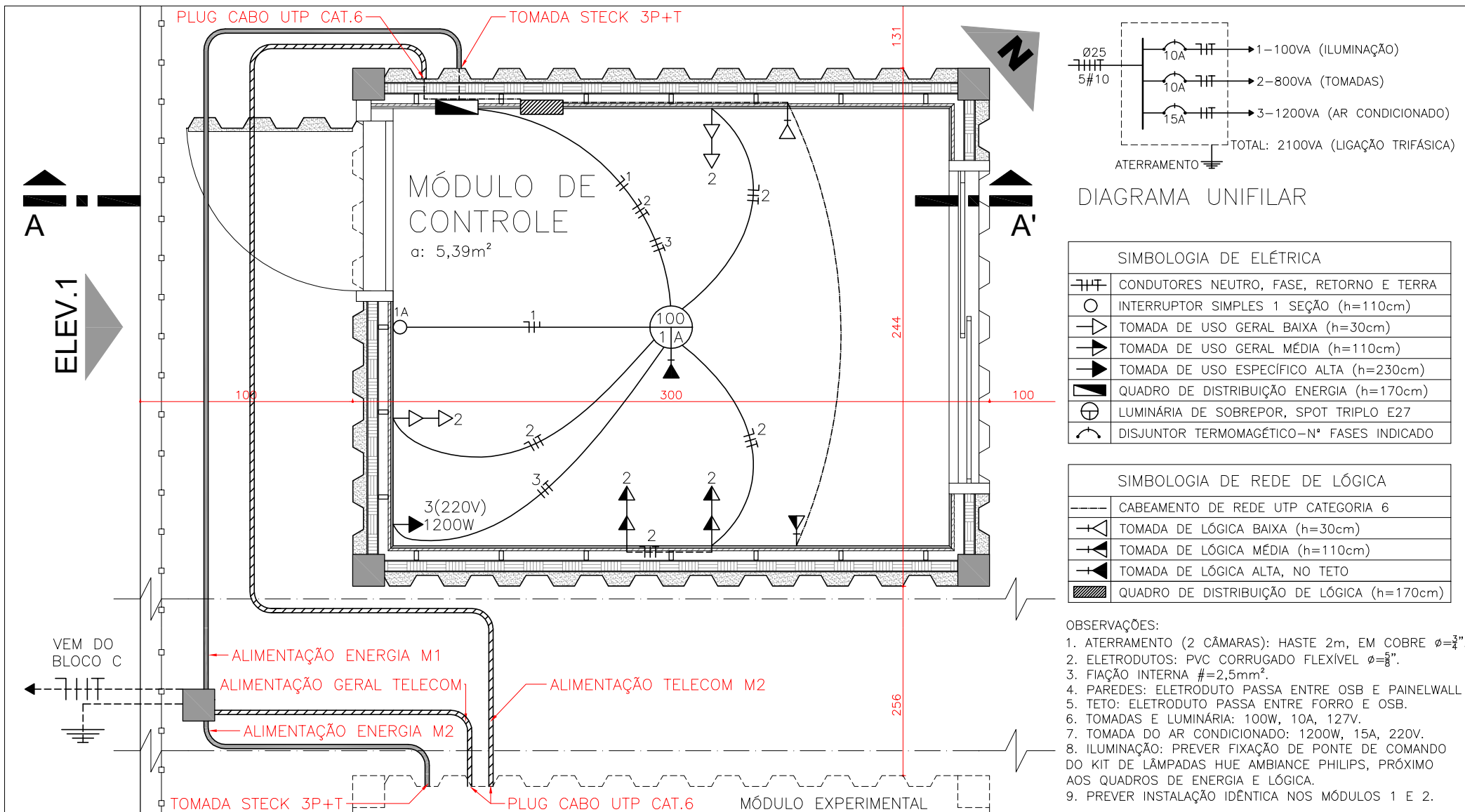


DETALHE 3: COMPOSIÇÃO DO PISO
 ESCALA 1:5 (COTAS EM mm)

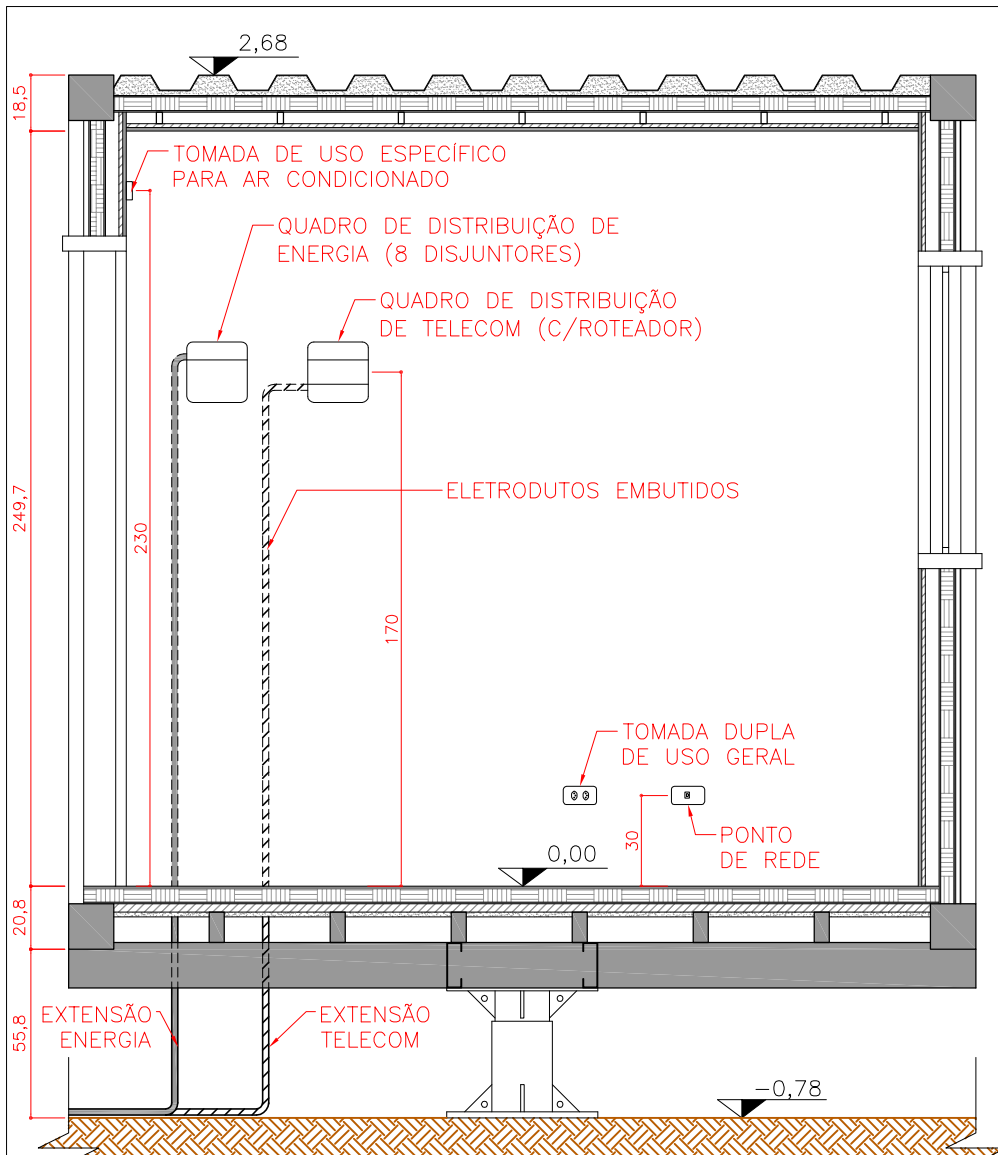


CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE BAIXO CUSTO: IMPLANTAÇÃO
ESCALA 1:250

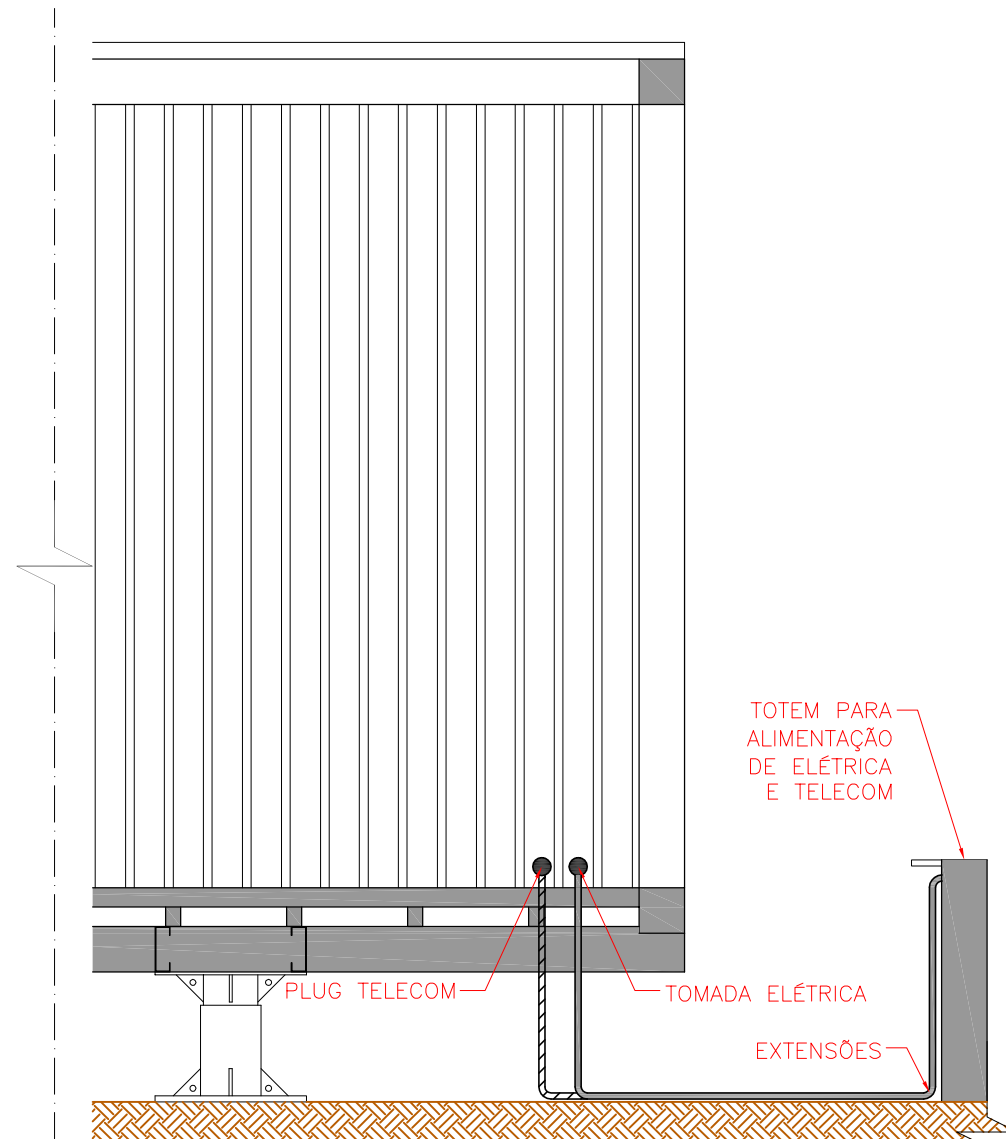
SITUAÇÃO: UTFPR ECOVILLE
ESCALA 1:5000



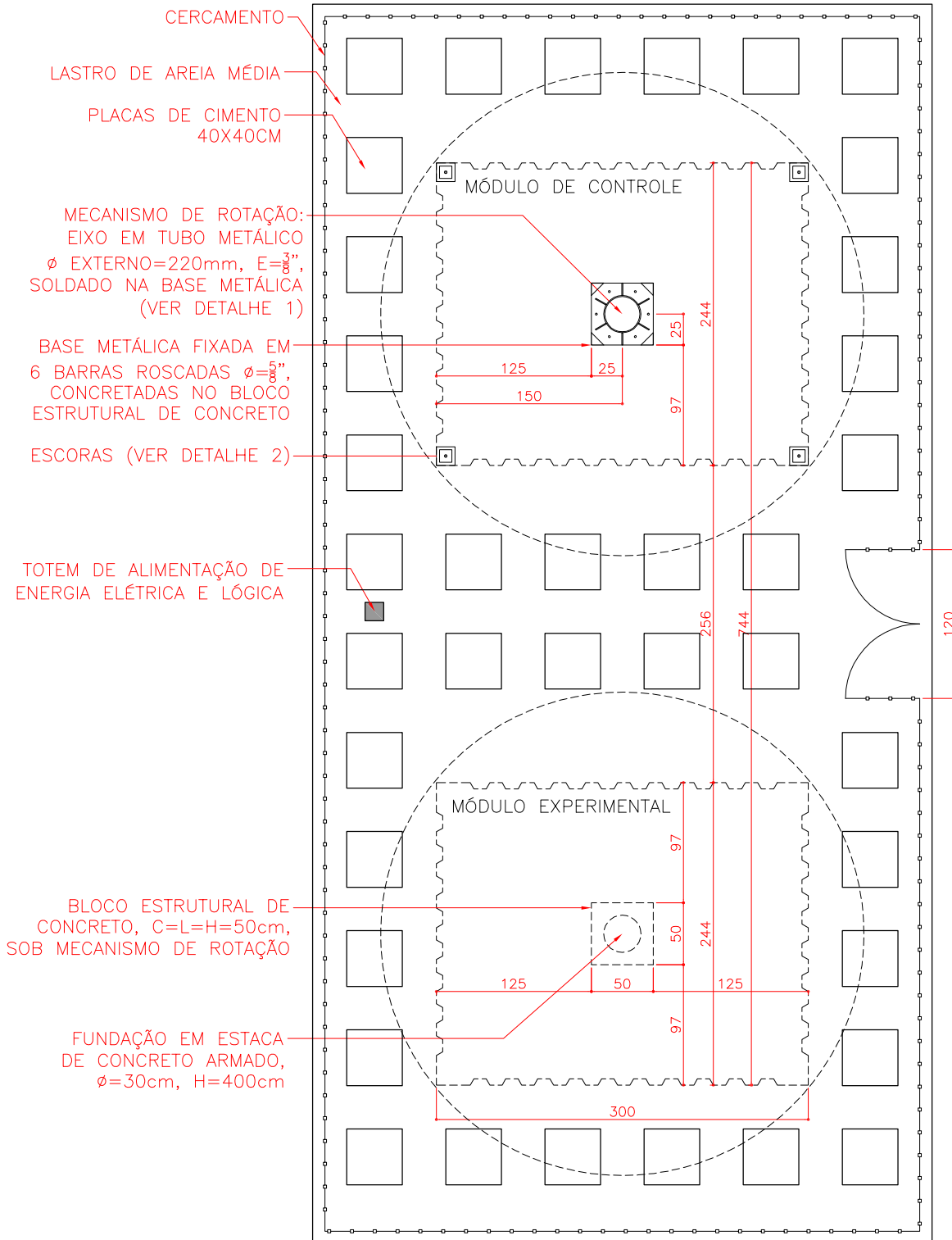
MÓDULO DE CONTROLE: PLANTA
ESCALA 1:25



MÓDULO DE CONTROLE: CORTE AA'
 ESCALA 1:25



MÓDULO DE CONTROLE: ELEVAÇÃO 1
 ESCALA 1:25

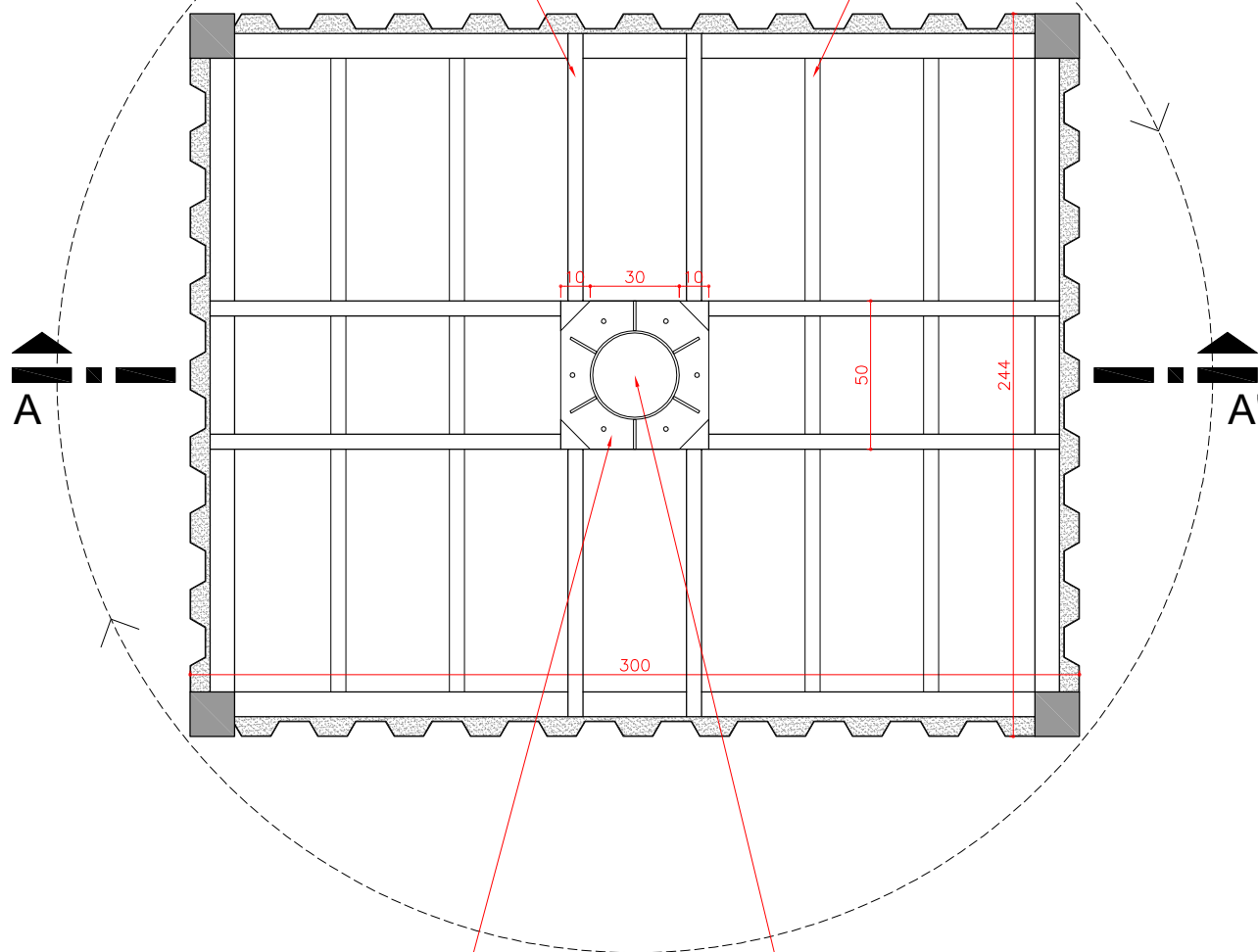


CÂMARA BIOCLIMÁTICA DE BAIXO CUSTO
 IMPLANTAÇÃO
 ESCALA 1:50



ESTRUTURA DE TRANSIÇÃO EM
PERFIL METÁLICO U ENRIJECIDO,
E=3mm, L=50mm, H=150mm,
SOLDADA SOB LONGARINAS

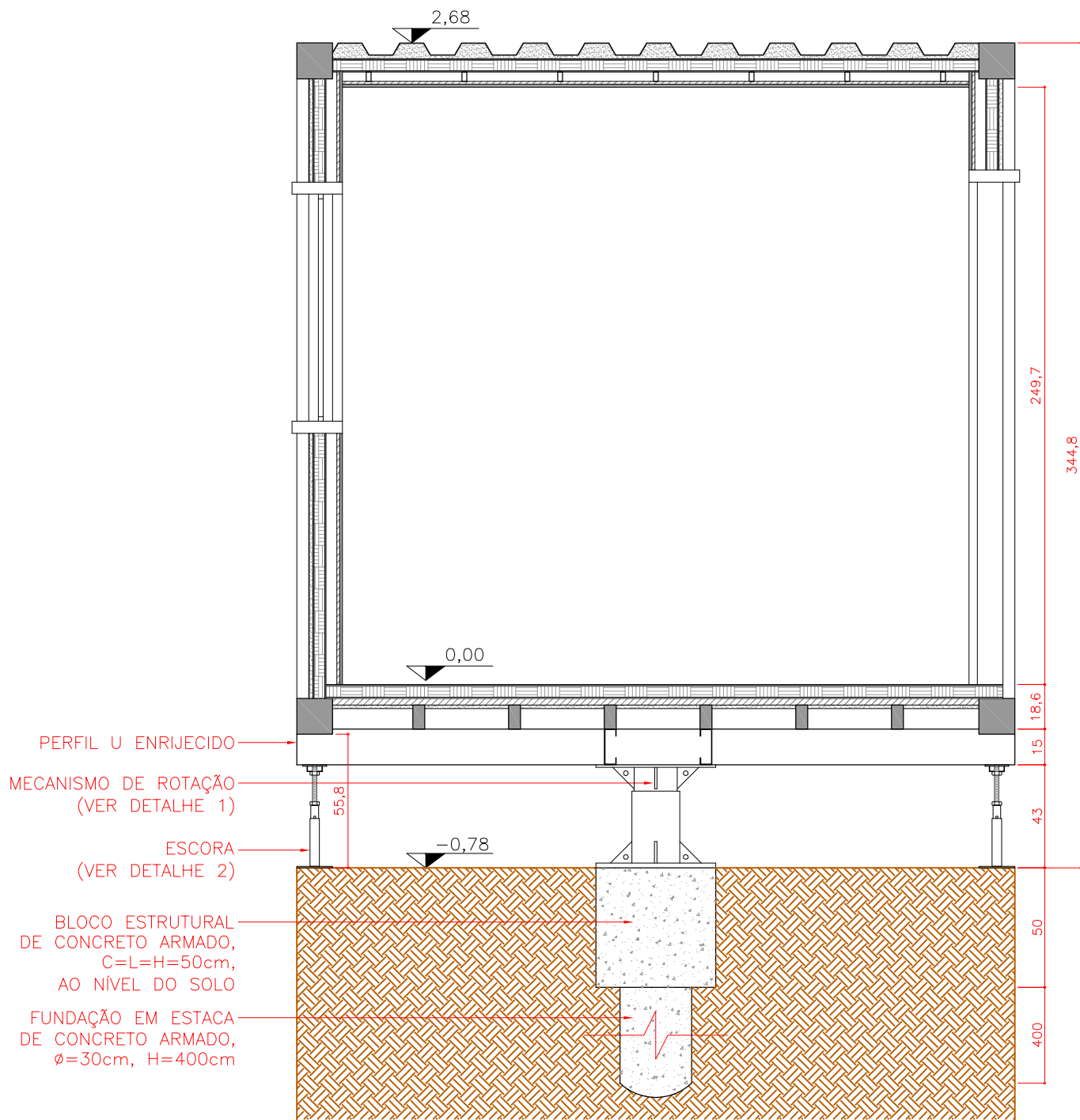
ESTRADO DE AÇO EXISTENTE
SOB O PISO DE MADEIRA
NAVAL DO CONTAINER



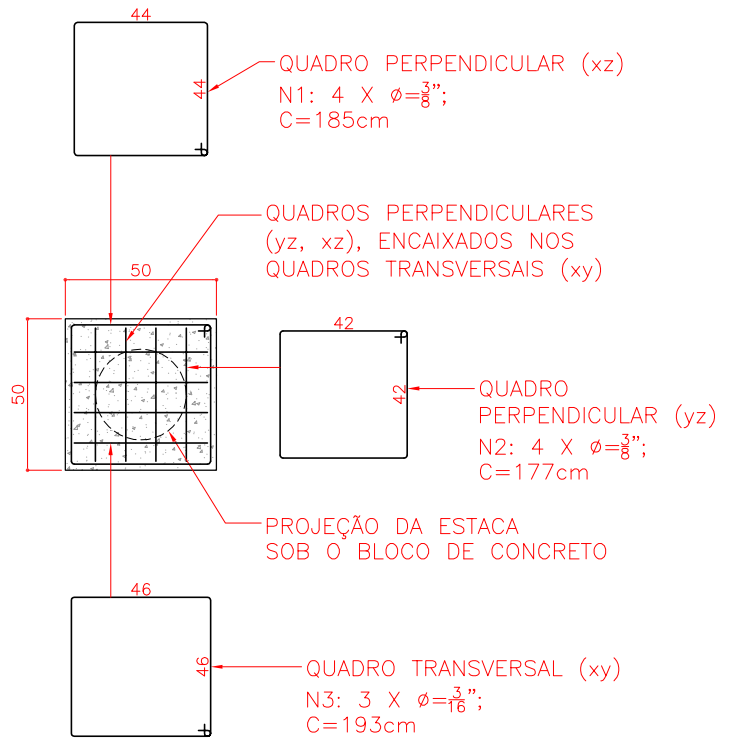
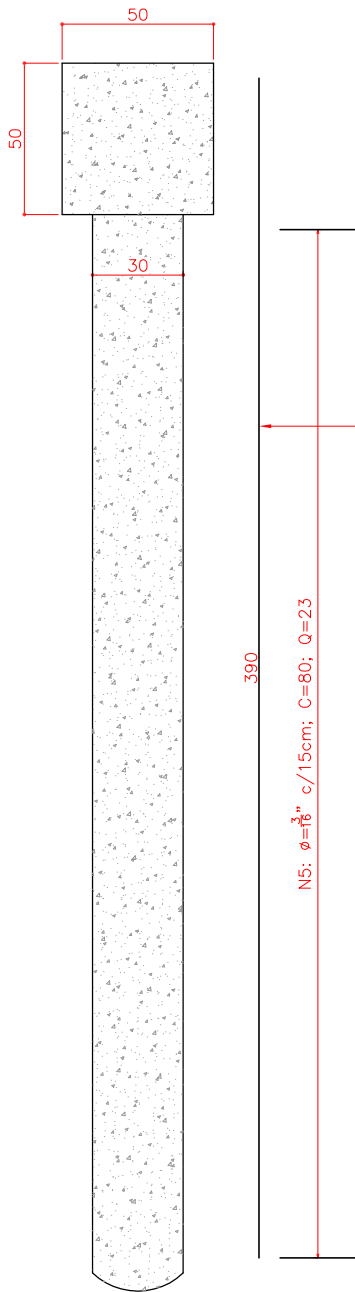
BASE METÁLICA REFORÇADA
OCTAGONAL, L=30cm, E= $\frac{5}{16}$ "
PARAFUSADA SOB ESTRUTURA DE
TRANSIÇÃO (VER DETALHE 1)

EIXO EM TUBO METÁLICO
 ϕ EXTERNO=180mm, E= $\frac{3}{8}$ "
SOLDADO NA BASE METÁLICA
(VER DETALHE 1)

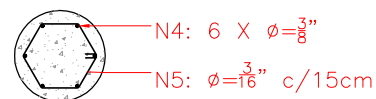
MÓDULO DE CONTROLE
VISTA INFERIOR
ESCALA 1:25



MÓDULO DE CONTROLE
CORTE AA'
ESCALA 1:25

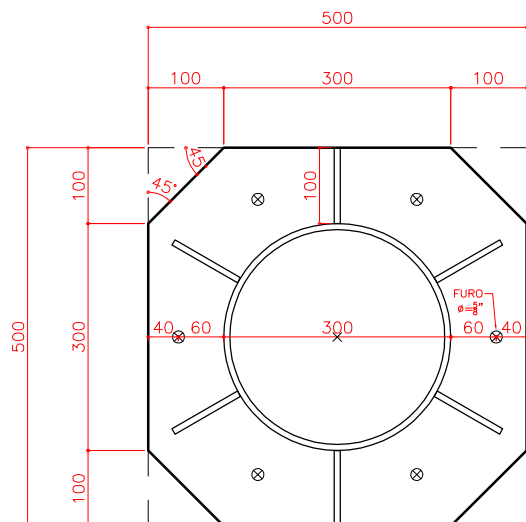


BLOCO DE CONCRETO
SEÇÃO TRANSVERSAL
ESCALA 1:25

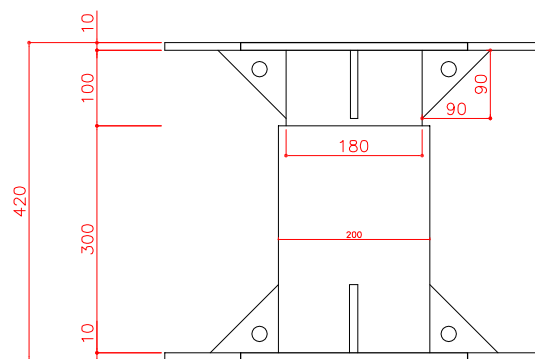


BLOCO DE CONCRETO E ESTACA
SEÇÃO LONGITUDINAL
ESCALA 1:25

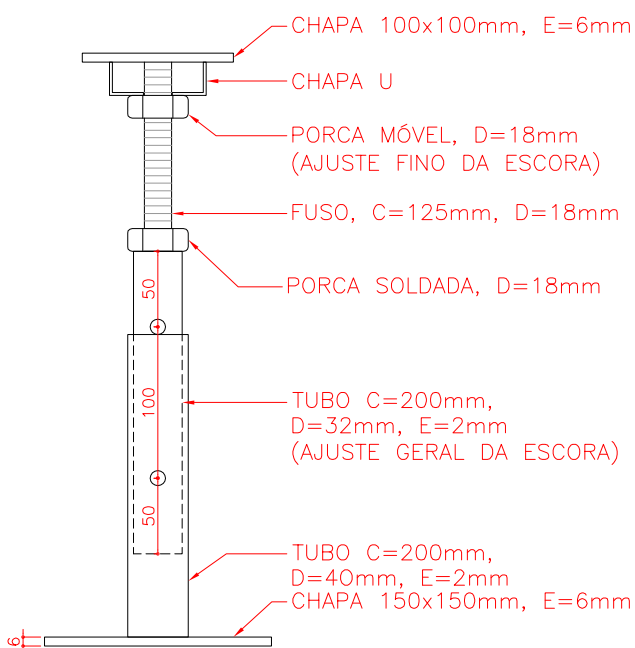
ESTACA DE CONCRETO
SEÇÃO TRANSVERSAL
ESCALA 1:25



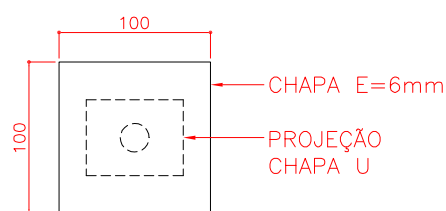
MECANISMO DE ROTAÇÃO
DETALHE 1 – BASE
ESCALA 1:10 (COTAS EM mm)



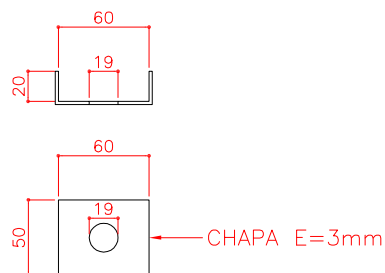
MECANISMO DE ROTAÇÃO
DETALHE 1 – VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5 (COTAS EM mm)



ESCORA
DETALHE 2 – VISTA FRONTAL
ESCALA 1:5 (COTAS EM mm)



ESCORA: CHAPA SUPERIOR
PLANTA
ESCALA 1:5 (COTAS EM mm)



ESCORA: CHAPA U
VISTA FRONTAL E PLANTA
ESCALA 1:5 (COTAS EM mm)

ANEXO B - Questionário APO CBBC

O Questionário APO CBBC (TREVISAN, 2019) foi desenvolvido pelo GT-CBBC para aplicação nas sessões de levantamento de dados.

AValiação Pós-ocupação da Câmara Bioclimática de Baixo Custo (CBBC)

Este questionário tem por objetivo avaliar a satisfação do usuário da Câmara Bioclimática de Baixo Custo (CBBC) instalada em Curitiba/PR. A pesquisa está sendo desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (PPGEC - UTFPR).

O questionário é composto por 25 questões distribuídas em 5 tópicos (Percepção Térmica, Percepção Lumínica, Percepção Acústica, Ergonomia e Percepção Ambiental) e o seu preenchimento leva entre 5 e 10 minutos.

Por favor, leia atentamente os itens do questionário e reflita sobre as questões levantadas antes de marcar a sua opção.

Dados gerais:

1. Sexo biológico

- Masculino
 Feminino

2. Gênero (preenchimento opcional)

3. Idade (anos)

4. Peso (kg)

5. Altura (cm)

6. Há quanto tempo mora em Curitiba ou Região Metropolitana? *

- 1 - 6 meses *Vá para a questão 8*
 Há mais de 6 meses *Vá para a questão 8*
 Moro em outra cidade

7. Em qual cidade você mora?

Percepção Térmica

8. Qual é a sua sensação térmica neste exato momento?

Muito frio Pouco frio Nem frio nem calor Pouco calor Muito calor

9. Como está a temperatura na CBBC?

Desconfortável Não sei dizer Confortável

10. Como você gostaria que estivesse a temperatura da CBBC?

Com muito mais frio Com um pouco mais de frio Sem mudanças Com um pouco mais de calor Com muito mais calor

11. Em relação à ventilação, como você percebe o vento nesse exato momento dentro da CBBC?

Fraco Um pouco fraco Estável Um pouco forte Forte

12. Em relação à resposta anterior, você considera isso:

Extremamente desconfortável Muito desconfortável Desconfortável Ligeiramente desconfortável Confortável

13. Neste momento, você preferiria que o vento estivesse

Mais fraco Como está Mais forte

Percepção Lumínica

14. Quão satisfeito você está com a iluminação na CBBC?

Muito insatisfeito Insatisfeito Neutro Satisfeito Muito satisfeito

15. Como você percebe, no momento, a claridade na CBBC como um todo?

Muito escuro Um pouco escuro Confortável Um pouco claro Muito claro

16. Como você preferiria que estivesse a iluminação na CBBC?

Muito mais escuro Um pouco mais escuro Sem mudanças Um pouco mais claro Muito mais claro

17. Como você percebe, no momento, a claridade na mesa?

Muito escuro Um pouco escuro Confortável Um pouco claro Muito claro

18. Como você preferiria que estivesse a mesa?

Muito mais escuro Um pouco mais escuro Sem mudanças Um pouco mais claro Muito mais claro

19. Como você percebe, no momento, o ofuscamento (desconforto causado pelo excesso de luz) na mesa?

1 2 3 4 5

Imperceptível Intolerável

Percepção Acústica

20. Quão satisfeito você está com o nível de ruído na CBBC?

Muito insatisfeito Insatisfeito Neutro Satisfeito Muito satisfeito

21. Quais ruídos estão lhe incomodando? (marque 1 ou mais alternativas)

- Nenhum
- Pessoas
- Tráfego
- Música
- Anúncios
- Ar Condicionado
- Outro: _____

Ergonomia

22. Quais elementos do mobiliário da CBBC você considera inadequados? (marque uma ou mais alternativas)

- Nenhum
- Altura da mesa
- Superfície da mesa
- Altura da cadeira
- Conforto da cadeira
- Outro: _____

Percepção Ambiental

23. Quais componentes construtivos da CBBC você considera inadequados, quanto à cor? (marque uma ou mais alternativas)

- Nenhum
- Paredes
- Piso
- Teto
- Outro: _____

24. Quais componentes construtivos da CBBC você considera inadequados, quanto ao material? (marque uma ou mais alternativas)

- Nenhum
- Paredes
- Piso
- Teto
- Outro: _____

25. Quais características do ambiente interno da CBBC você considera inadequadas? (marque uma ou mais alternativas)

- Nenhuma
- Área de piso
- Altura do teto (pé-direito)
- Tamanho da janela
- Peitoril (distância entre o piso e a base da janela)
- Privacidade visual
- Outro: _____

ANEXO C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TREVISAN, 2019) foi aproveitado pelo GT-CBBC nas diversas campanhas de levantamentos de dados.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: Avaliação Pós-Ocupação em Câmara Bioclimática de Baixo Custo	
Pesquisadores responsáveis pela pesquisa: Eduardo L. Krüger – prof. DACOC e PPGEC/UTFPR (41) 3279- 6821/ekruger@utfpr.edu.br	
Gabriel Celligoi - aluno mestrado PPGEC (41)99631-6964/gabriel.2018@alunos.utfpr.edu.br	Livia Trevisan – aluna doutorado PPGEC (45)99972-2237/livia.iwamura@gmail.com
Psicólogo supervisor: Helmuth Ricardo Krüger – prof. Universidade Católica de Petrópolis	
Local de realização: UTFPR Ecoville - Av. Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000, Curitiba/PR	

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa

Você está sendo convidado a participar do estudo “Avaliação Pós-Ocupação em Câmara Bioclimática de Baixo Custo”. A Câmara Bioclimática de Baixo Custo (CBBC) é um equipamento inédito no país, destinado a estudos nas áreas de conforto ambiental e desempenho da edificação. Compõe-se por dois módulos idênticos de 5,4m², equivalentes a dois escritórios. A Avaliação Pós-Ocupação (APO) da CBBC visa analisar a infraestrutura original e a pertinência de melhorias e adequações no modelo.

2. Objetivos da pesquisa

O objetivo da presente pesquisa é analisar a satisfação do ocupante da CBBC e a correlação entre seu desempenho cognitivo e fatores ambientais.

3. Participação na pesquisa

Essa pesquisa prevê a participação de 200 estudantes voluntários da UTFPR. Ao aceitar participar do estudo, você ficará sozinho no interior do módulo da CBBC por 20-30 minutos. No período inicial de aclimatação, você terá a opção de estudar (ex.: ler, resolver exercícios) ou realizar o Teste G-38, um teste de atenção e raciocínio. Após, você será convidado a responder o Questionário APO. Você estará sob observação visual constante dos pesquisadores, os quais estarão no exterior dos módulos e zelarão por seu bem-estar. Como os módulos são iguais, você preencherá o questionário só uma vez.

4. Confidencialidade

Se você realizar o Teste G-38, suas respostas serão analisadas junto ao questionário APO, conforme métodos científicos pré-determinados. Seus dados serão armazenados e utilizados exclusivamente pelos pesquisadores responsáveis. Os pesquisadores asseguram seu anonimato e confidencialidade.

5. Riscos e Benefícios

a) Riscos: Caso passe por algum constrangimento durante o preenchimento do questionário, ao responder perguntas pessoais (ex.: sexo biológico, idade, peso) ou de percepção ambiental (ex.: frio/calor, escuro/claro), comunique os pesquisadores. Caso você sinta algum desconforto ou mal-estar (ex.: claustrofobia), os pesquisadores vão lhe acompanhar a um centro de atendimento médico, para sua recuperação plena.

b) Benefícios: Um benefício direto a você será utilizar um ambiente exclusivo, equipado com mobiliário ergonômico e computador, provido de sistema de iluminação controlada, condicionamento de ar e internet de alta velocidade. Como benefício indireto, os resultados dessa pesquisa poderão ser utilizados para melhorar o conforto humano, o desempenho e a eficiência energética de edificações.

6. Critérios de inclusão e exclusão

a) Inclusão: estudantes de Arquitetura e Urbanismo e de Engenharia Civil da UTFPR.

b) Exclusão: Menores de idade.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

Você terá o direito de deixar o estudo a qualquer momento, receber esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa e retirar seu consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalização.

Os resultados dessa pesquisa serão divulgados em tese de doutorado, a ser defendida em 2018.

- Você gostaria de receber os resultados dessa pesquisa? () Sim () Não
- Você tem interesse em participar da 2ª etapa dessa pesquisa (reaplicação do mesmo questionário em outra condição climática, a ser realizada em até 1 ano)? () Sim () Não

8. Ressarcimento e indenização

Sua participação é facultativa e não gera ganho ou despesa, portanto o ressarcimento não é aplicável. É garantida a indenização no caso de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação do voluntário na pesquisa, precedida de decisão judicial ou extrajudicial.

B) CONSENTIMENTO DO PARTICIPANTE DE PESQUISA

Declaro ter conhecimento das informações contidas nesse documento e ter recebido respostas claras às questões colocadas e quanto a minha participação direta na pesquisa. E declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo. Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Após reflexão em tempo razoável, decidi livre e voluntariamente participar deste estudo.

Nome: _____ Curso: _____

RG: _____ CPF: _____ Data de Nascimento: ___/___/___

E-mail: _____ Fone: _____

Assinatura: _____ Data: ___/___/___

Declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Agendamento da participação como voluntário: ___/___/___, ____ª feira, das ___:___ às ___:___

Pesquisador: Eduardo L. Krüger - Assinatura: _____ Data: ___/___/___

* Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, entre em contato:

Pesquisador: Eduardo L. Krüger **Telefone:** 3279-6821 **E-mail:** ekruger@utfpr.edu.br

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o CEP.

Contato do CEP/UTFPR para denúncia, recurso ou reclamações do participante da pesquisa:

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba/PR

Telefone: 3310-4494 **E-mail:** coep@utfpr.edu.br