



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM BACHARELADO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E
AMBIENTAL**

CÉZAR VICTOR ALVES DE LIMA

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE
INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**

**CAMPINA GRANDE – PB
2024**

CÉZAR VICTOR ALVES DE LIMA

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE
INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

Área de concentração: Conforto ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rui de Oliveira

CAMPINA GRANDE – PB
2024

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

L732a Lima, Cezar Victor Alves de.
Avaliação dos níveis de conforto térmico em habitações de interesse social na cidade de Campina Grande – PB [manuscrito] / Cezar Victor Alves de Lima. - 2024.
83 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2024.
"Orientação : Prof. Dr. Rui de Oliveira, Coordenação do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental - CCT. "

1. Conforto ambiental. 2. Desempenho térmico. 3. IBUTG.
4. Índices PMV e PPD. 5. Transferência de calor. I. Título

21. ed. CDD 628

CÉZAR VICTOR ALVES DE LIMA

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO EM HABITAÇÕES DE
INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental.

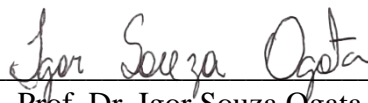
Área de concentração: Conforto ambiental.

Aprovado em: 27/06/2024.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rui de Oliveira (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Igor Souza Ogata
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Ruth Silveira do Nascimento
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A Deus, porque Dele e por Ele são todas as coisas, e à minha família que sempre me apoiou em todas as etapas da minha vida e nunca mediu esforços para a realização deste sonho, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria e inspiração, cuja presença guiou cada passo da minha trajetória, e a Nossa Senhora, Mãe e Protetora, sob seu manto maternal encontrei conforto e amparo, sentindo sua intercessão em cada desafio enfrentado ao longo da minha vida.

A minha família, pilar fundamental em minha vida, especialmente a minha mãe, Mônica, pelo amor incondicional e apoio inabalável que foram meu porto seguro; a minha querida avó, Maria José, exemplo de força e sabedoria, cujos ensinamentos e conselhos enriqueceram não apenas minha jornada, mas também moldaram os valores que carrego comigo e que guiam minhas escolhas; e ao meu pai, César, cujo incentivo incansável e apoio constante foram cruciais em cada etapa deste caminho, sempre me motivando a perseguir meus sonhos com dedicação e persistência.

A Lorrane, minha namorada e melhor amiga, cujo apoio incondicional e compreensão foram essenciais em momentos desafiadores. Agradeço também a sua família por estender seu carinho e suporte ao longo desta jornada.

Aos meus eternos orientadores, Prof. Rui de Oliveira, Prof. Igor Ogata, Profa. Ruth Silveira e Profa. Maria Cordão, pela orientação exemplar, paciência e sabedoria compartilhadas ao longo desta trajetória. Suas brilhantes orientações foram fundamentais para meu desenvolvimento acadêmico e profissional, reforçando ainda mais minha admiração por eles.

Aos demais professores do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UEPB, especialmente aos professores William de Paiva e Ligia Maria, agradeço pela oportunidade de ter sido monitor de suas disciplinas, o que contribuiu significativamente para meu crescimento acadêmico. Agradeço também ao professor Whelton Brito, pela dedicação e orientação ao longo deste percurso acadêmico. A todos os professores, meu sincero agradecimento pelo conhecimento compartilhado e pela chance de aprendizado que me proporcionaram.

A Rodrigo Andrade, sócio proprietário da Torrencial Projetos, pela valiosa oportunidade de estágio e pelo apoio essencial que ofereceu ao meu crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas que fiz durante a graduação, meu sincero agradecimento por compartilharem comigo os desafios e as conquistas deste percurso.

Ao Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental – UEPB.

E a todos que contribuíram para o êxito desta pesquisa.

I don't have dreams, I have goals.

(Harvey Specter).

RESUMO

Uma moradia adequada transcende a simples provisão de abrigo, exercendo influência significativa no bem-estar, saúde, produtividade e qualidade de vida dos indivíduos. Em habitações de interesse social, em que a população é vulnerável, o desafio de proporcionar esse nível de bem-estar torna-se ainda mais crítico, exigindo soluções inovadoras que considerem, entre outras coisas, as condições de conforto térmico. Nessa perspectiva, esta pesquisa objetivou avaliar os níveis de conforto térmico em habitações de interesse social na cidade de Campina Grande na Paraíba, identificando os fatores que afetam o bem-estar térmico dos moradores. Para isso, foi aplicada uma metodologia constituída de pesquisas de campo, onde foram aplicados questionários para a coleta das percepções dos moradores em relação ao conforto térmico e medições das variáveis ambientais. Adicionalmente, a pesquisa empregou a análise dos índices Predicted Mean Vote (PMV) e Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) através da ferramenta CBE Comfort Tool, para avaliar a satisfação dos moradores com as condições térmicas atuais. A avaliação das grandezas térmicas demonstrou que, apesar das temperaturas internas serem consistentemente mais baixas do que as externas, elas ainda excediam os limites de conforto térmico estabelecidos pela Carta Bioclimática de Givoni, que sugere uma faixa ideal entre 18°C e 29°C. Especificamente, o IBUTG interno foi consistentemente superior ao externo, evidenciando um desconforto térmico significativo dentro das residências. Esse resultado é corroborado pelo elevado índice de insatisfação dos moradores, com 92% dos entrevistados reportando desconforto térmico. Os índices PMV e PPD reforçaram essa percepção, registrando valores de 2,65 e 96%, respectivamente, os quais categorizam a sensação térmica interna como “quente” segundo a escala de Fanger (1973). Este desconforto térmico predominante é fortemente influenciado pela radiação, um fator crítico que amplifica as temperaturas internas além dos limites confortáveis. A radiação, como principal vetor de calor nas habitações, destaca a insuficiência das práticas construtivas atuais em mitigar seus efeitos, ressaltando a necessidade imperativa de revisar e aplicar estratégias bioclimáticas eficazes. Esses achados apontam uma necessidade urgente de aprimorar as práticas construtivas e as políticas habitacionais para integrar efetivamente o conforto térmico às construções em habitações de interesse social, visando não apenas a eficiência energética, mas também uma melhoria substancial na qualidade de vida dos moradores.

Palavras-Chave: conforto ambiental; desempenho térmico; IBUTG; índices PMV e PPD; transferência de calor.

ABSTRACT

Adequate housing goes beyond the simple provision of shelter, exerting a significant influence on the well-being, health, productivity and quality of life of individuals. In social housing, where the population is vulnerable, the challenge of providing this level of well-being becomes even more critical, requiring innovative solutions that consider, among other things, thermal comfort conditions. From this perspective, this research aimed to evaluate the levels of thermal comfort in social housing in the city of Campina Grande in Paraíba, identifying the factors that affect the thermal well-being of residents. To this end, a methodology consisting of field research was applied, where questionnaires were applied to collect residents' perceptions regarding thermal comfort and measurements of environmental variables. Additionally, the research used the analysis of the Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) indexes through the CBE Comfort Tool, to assess residents' satisfaction with current thermal conditions. The assessment of indoor thermal conditions demonstrated that, although indoor temperatures were consistently lower than outdoor temperatures, they still exceeded the thermal comfort limits established by the Givoni Bioclimatic Chart, which suggests an ideal range between 18°C and 29°C. Specifically, the indoor IBUTG was consistently higher than the outdoor one, evidencing significant thermal discomfort inside the residences. This result is corroborated by the high level of dissatisfaction among residents, with 92% of respondents reporting thermal discomfort. The PMV and PPD indices reinforced this perception, registering values of 2.65 and 96%, respectively, which categorize the indoor thermal sensation as “hot” according to the Fanger scale (1973). This predominant thermal discomfort is strongly influenced by radiation, a critical factor that amplifies indoor temperatures beyond comfortable limits. Radiation, as the main vector of heat in homes, highlights the insufficiency of current construction practices in mitigating its effects, highlighting the imperative need to review and implement effective bioclimatic strategies. These findings point to an urgent need to improve construction practices and housing policies to effectively integrate thermal comfort into social housing construction, aiming not only at energy efficiency but also at a substantial improvement in the quality of life of residents.

Keywords: environmental comfort; thermal performance; IBUTG; PMV and PPD indexes; heat transfer.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro	24
Figura 2 – Diagrama bioclimático de Olgyay	25
Figura 3 – Diagrama bioclimático de Givoni	26
Figura 4 – Carta bioclimática adaptada ao Brasil.....	27
Figura 5 – Variação mensal média da temperatura do ar (°C) em Campina Grande (1981-2010)	34
Figura 6 – Variação mensal da umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s) em Campina Grande (1981-2010).....	35
Figura 7 – Esquema dos setores do Complexo Aluizio Campos.....	36
Figura 8 – Mapa de Localização do Complexo Habitacional Aluizio Campos em Campina Grande, Paraíba	38
Figura 9 – Delimitação Módulo III no Complexo Habitacional Aluizio Campos	39
Figura 10 – Planta baixa da residência unifamiliar geminada.....	39
Figura 11 – Planta baixa detalhando uma unidade habitacional	40
Figura 12 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa	41
Figura 13 – Divisão da área de estudo de acordo com a orientação da fachada principal da residência	43
Figura 14 – Residências selecionadas para avaliação do conforto térmico.....	45
Figura 15 – Termômetro de globo (a) e termoanemômetro digital com sensor externo (b) utilizados nas medições	47
Figura 16 – Equipamento utilizado para o monitoramento preliminar das variáveis ambientais	48
Figura 17 – Variação das variáveis ambientais no monitoramento preliminar das unidades habitacionais	51
Figura 18 – Percepção de calor na unidade habitacional.....	55
Figura 19 – Percepção dos moradores quanto aos cômodos nas unidades habitacionais por orientação da fachada e período do dia	56
Figura 20 – Percepção dos moradores quanto à ventilação dos cômodos nas unidades habitacionais por orientação da fachada.....	58
Figura 21 – Ações adotadas pelos moradores para reduzir o desconforto térmico	59
Figura 22 – Frequência de uso de ventiladores por turno.....	60
Figura 23 – Frequência de votos de sensações térmicas	61

Figura 24 – Distribuição das variáveis ambientais externas no Complexo Habitacional Aluizio Campos	62
Figura 25 – Comparação das variáveis ambientais internas e externas ao longo do dia.....	64
Figura 26 – Recomendações bioclimáticas para a zona bioclimática 8	67
Figura 27 – Gráfico psicrométrico das condições ambientais nas unidades habitacionais do Complexo Aluizio Campos	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala de sete pontos de PMV, com indicação da sensação térmica referente a cada ponto da escala.....	28
Tabela 2 – Distribuição percentual das residências e definição das amostras por orientação no Complexo Habitacional Aluízio Campos	43
Tabela 3 – Resumo estatístico dos dados pessoais dos participantes da pesquisa	54
Tabela 4 – Dados ambientais e pessoais utilizados para cálculo dos índices PMV e PPD	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	American National Standards Institute
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
IBUTG	Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISO	International Organization for Standardization
LabEEE	Laboratório de Eficiência Energética em Edificações
NASA	National Aeronautics and Space Administration
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PMV	Predicted Mean Vote
PPD	Predicted Percentage of Dissatisfied
TA	Temperatura do Ar
TG	Temperatura de Globo
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
UR	Umidade relativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo geral	15
2.2	Objetivos específicos	15
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
3.1	Habitacões de interesse social	16
3.2	Conforto ambiental	19
3.3	Conforto térmico	20
3.3.1	<i>Estudos precedentes sobre conforto térmico</i>	24
3.3.2	<i>Conforto térmico, saúde e produtividade</i>	32
4	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	34
5	METODOLOGIA	41
5.1	Cálculo amostral e definição das amostras	41
5.2	Procedimentos de coleta de dados	46
5.2.1	<i>Coleta de dados de percepção dos moradores</i>	46
5.2.2	<i>Ensaio de conforto térmico</i>	46
5.3	Análise de resultados	49
5.3.1	<i>Tratamento estatístico dos dados coletados</i>	49
5.3.2	<i>Aplicação dos dados na ferramenta CBE Comfort Tool</i>	50
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
6.1	Monitoramento preliminar	51
6.2	Análise das variáveis pessoais	53
6.3	Análise das variáveis ambientais	62
6.4	Avaliação do ambiente segundo a ANSI/ASHRAE 55:2023	69
7	CONCLUSÃO	71
	REFERÊNCIAS	73
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MORADORES DO COMPLEXO HABITACIONAL ALUÍZIO CAMPOS	82

1 INTRODUÇÃO

Considerando o cenário de mudanças climáticas, marcado por variações de temperatura cada vez mais severas (Muniz; Caracristi, 2021), é imperativo repensar os sistemas construtivos das moradias, para harmonizar as demandas humanas, energéticas e ambientais, visando garantir a qualidade de vida dos usuários, a eficiência energética e a redução dos impactos sobre o planeta (Sousa, 2022).

Sendo assim, uma das funções primordiais da moradia é resguardar os indivíduos das intempéries, oferecendo proteção contra as severidades do clima (Luiz, 2023), uma vez que moradias inadequadas podem expor seus ocupantes a condições de desconforto, resultando em impactos negativos na saúde física e mental (Braga, 2013; Santos; Torres, 2023).

Contudo, com a industrialização do mercado da construção civil e o subsequente abandono da arquitetura vernacular, edifícios inadequados ao clima local foram sendo admitidos e, até, assimilados como símbolo de poder e status (Sousa, 2022). Nessas edificações, as questões de conforto ambiental, especificamente o conforto térmico, foram delegadas a sistemas eletromecânicos (Lamberts; Dutra; Pereira, 2014).

Uma moradia adequada é reconhecida como um direito humano fundamental pela Declaração Universal dos Direitos Humanos (ONU, 1948). No entanto, proporcionar um teto e quatro paredes não é suficiente, sendo necessário que a moradia transcenda a simples provisão de abrigo, fomentando paz, dignidade e saúde física e mental, além de incorporar princípios de conforto (Santos; Torres, 2023).

Nesse sentido, o conforto ambiental pode ser definido como um estado de contentamento psicológico e físico do indivíduo, que se traduz na harmonia entre as condições do ambiente e suas necessidades pessoais. Essa satisfação é essencialmente multidimensional, incluindo o conforto térmico, acústico, lumínico e a qualidade do ar (Fanger, 1970; Nicol e Humphreys, 2002). Dentre os aspectos do conforto ambiental, o conforto térmico se destaca pois, como apontam Nicol e Humphreys (2002), ele influencia diretamente a saúde física e mental, além de impactar significativamente na produtividade e no bem-estar dos indivíduos. Assim, a adequação térmica dos espaços habitacionais torna-se um componente essencial, contribuindo para a criação de ambientes que suportem uma vida saudável e plena.

Esses elementos do conforto são essenciais para assegurar que as habitações ofereçam um ambiente de vida saudável e seguro para seus ocupantes, alinhando-se com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 da ONU, que visa tornar as cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.

Para além do ODS 11 que enfatiza a necessidade de moradias adequadas que proporcionem bem-estar e qualidade de vida (Bianchi, 2021), o cuidado com o conforto das moradias também se interrelaciona com o ODS 3, que assegura uma vida saudável e promove o bem-estar para todos, uma vez que está diretamente ligada à qualidade térmica das habitações, pois ambientes inadequados podem levar a problemas de saúde física e mental (Binda, 2021). Isto também está associado ao ODS 7, que promove o acesso à energia limpa e acessível, e ao ODS 13, que trata da ação contra a mudança global do clima, visto que sublinham a importância de soluções arquitetônicas que melhorem a eficiência energética e reduzam a pegada ambiental das construções (Bianchi, 2021).

Esses objetivos são ainda mais importantes no contexto das habitações de interesse social, pois sua produção em larga escala, muitas vezes, comprometem a qualidade em nome da redução de custos, o que, de acordo com Ferreira *et al.* (2023), frequentemente resulta em desempenho térmico insuficiente. Essas moradias, padronizadas e replicadas nacionalmente com materiais de baixo custo, muitas vezes não atendem às exigências climáticas locais, exacerbando o desconforto térmico (Marra; Morille; Assis, 2017).

Essa preocupação com o conforto térmico em habitações de interesse social é justificada, pelo fato desses locais abrigarem populações vulneráveis que, devido à limitação de renda, são adversamente afetadas por condições de moradia precárias (Leite; Giannotti; Gonçalves, 2022). Assim, é imperativo que tais habitações ofereçam condições térmicas adequadas para minimizar impactos negativos à saúde e à produtividade decorrentes do desconforto térmico (Vakalis *et al.*, 2021).

Nesse contexto, avaliar o conforto térmico nas habitações de interesse social não só melhora a qualidade de vida dos moradores, mas também avança na concretização dos ODS, contribuindo para um desenvolvimento urbano mais sustentável e inclusivo. Dessa forma, este estudo se propõe a avaliar as condições de conforto térmico no Complexo Habitacional Aluizio Campos, do município de Campina Grande, com o objetivo de identificar fatores que afetam o bem-estar térmico dos moradores e propor recomendações para a melhoria das condições ambientais nas habitações de interesse social.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar as condições de conforto térmico nas habitações de interesse social no Complexo Habitacional Aluízio Campos, Campina Grande - Paraíba, identificando os fatores que afetam o bem-estar térmico dos moradores, a fim de propor recomendações para a melhoria das condições ambientais nas habitações de interesse social.

2.2 Objetivos específicos

- Monitorar e analisar as variáveis ambientais no interior das residências ao longo de quatro dias, identificando padrões de variação térmica e sua influência no conforto dos moradores.
- Avaliar a percepção dos moradores sobre o conforto térmico em suas residências, realizando entrevistas semiestruturadas para capturar suas experiências pessoais.
- Aplicar os modelos Predicted Mean Vote (PMV) e Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) para avaliação quantitativa do conforto térmico, relacionando as percepções subjetivas dos moradores com medidas objetivas de conforto térmico.
- Elaborar recomendações para aprimorar o conforto térmico das habitações, enfatizando estratégias de ventilação natural e outros métodos passivos de resfriamento.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Habitações de interesse social

Com o significativo avanço da urbanização e conseqüente crescimento populacional, o déficit habitacional tornou-se uma preocupação prioritária, uma vez que essa carência acarreta problemas nos âmbitos social, econômico e ambiental, comprometendo, assim, o bem-estar e a qualidade de vida da população (Rubin; Bolfe, 2014).

No Brasil, onde o direito à habitação é consagrado no corpo da Constituição Federal, uma das soluções abordadas para essa problemática é a construção de conjuntos habitacionais populares em zonas especiais de interesse social, visando garantir moradia adequada para todos (Pereira, 2021; Polucha; Nascimento Neto, 2023).

Essas habitações de interesse social são definidas como moradias destinadas a famílias de baixa renda, com a finalidade de garantir uma moradia digna e adequada (Brasil, 2023). Segundo o Ministério das Cidades (Brasil, 2023), essas habitações são voltadas para famílias urbanas com renda mensal de até R\$ 7.000,00 e para famílias rurais com renda anual de até R\$ 84.000,00. Esse conceito está enraizado na ideia de que o direito à moradia é fundamental para a dignidade humana e deve ser acessível a todos, independentemente de sua condição econômica.

A trajetória das habitações de interesse social no Brasil pode ser traçada desde os anos 30, quando o governo federal, impulsionado pelo processo de industrialização do país, começou a se envolver mais diretamente na construção de habitações populares (Moreira, 2020). Durante esse período, os Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs) foram os principais responsáveis pela subscrição de moradias acessíveis, atendendo à crescente demanda urbana resultante da migração rural (Moreira, 2020). Nos anos 1960, com a criação do Banco Nacional de Habitação (BNH), houve um marco significativo nas políticas habitacionais, com a implementação de programas que buscavam não só suprir a demanda por moradia, mas também fomentar o desenvolvimento urbano (Moreira, 2020).

Em busca de políticas mais abrangentes, surgiu em 1992, o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), resultado de um projeto de lei de iniciativa popular que visava criar um fundo público para atender às necessidades habitacionais da população de baixa renda. Este sistema foi formalizado com a Lei nº 11.124/2005, que estabeleceu o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) e seu conselho gestor. Esse marco legal proporcionou uma estrutura mais robusta e integrada para a implementação de políticas habitacionais (Ferreira *et al.*, 2019).

Como resultado dessa legislação e em resposta à crise econômica mundial de 2008, foi instituído em 2009, em colaboração com os setores imobiliário e da construção civil, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), uma das mais ambiciosas iniciativas habitacionais do Brasil. Esse programa foi desenhado não apenas para reduzir o déficit habitacional, mas também para atuar como um estímulo econômico, gerando empregos e movimentando a indústria da construção civil. Até hoje, o Programa Minha Casa Minha Vida representa uma das principais políticas de habitação do país, embora também enfrente críticas e desafios significativos, conforme aponta Blumenschein, Peixoto e Guinancio (2015).

No Brasil, os programas habitacionais como PMCMV apresentam objetivos para redução do déficit habitacional no país. [No entanto,] As avaliações do programa nos estudos de Villa e Ornstein (2013) demonstram que, frente aos objetivos da superação do déficit habitacional, as ações priorizam as relações quantitativas como números de famílias atendidas, faixa econômica e o impacto das edificações sobre as questões do déficit habitacional local, descuidando totalmente do contexto da qualidade global do produto (Blumenschein; Peixoto; Guinancio, 2015, p. 11).

Apesar dos avanços nas políticas habitacionais, as habitações de interesse social enfrentam várias problemáticas, sendo a qualidade construtiva uma das principais questões, uma vez que muitas dessas habitações são construídas com materiais de baixa qualidade e técnicas inadequadas, resultando em problemas estruturais frequentes e altos custos de manutenção (Caccia *et al.*, 2017). Blumenschein, Peixoto e Guinancio (2015) apontam que a padronização excessiva dos projetos, sem consideração das particularidades regionais e climáticas, compromete o desempenho das edificações e a satisfação dos moradores. Ademais, a desconexão com o contexto urbano, devido à localização dessas habitações em áreas periféricas com infraestrutura deficiente, agrava a exclusão social e econômica dos habitantes (Sousa *et al.*, 2022).

Simultaneamente, a falta de participação popular no processo de planejamento e execução dos projetos de habitações de interesse social é outro desafio crítico. A ausência de envolvimento ativo das comunidades conduz frequentemente a soluções desconectadas das verdadeiras necessidades dos moradores, gerando descontentamento generalizado e a percepção de que essas habitações não são adequadas para promover uma melhoria significativa na qualidade de vida (Schulte, 2020).

Para enfrentar esses desafios, várias soluções têm sido propostas e, em alguns casos, implementadas com sucesso. Uma abordagem central é a integração da qualidade no projeto desde a fase inicial, assegurando que as habitações sejam construídas com materiais duráveis e técnicas adequadas. Adicionalmente, a aplicação de tecnologias sustentáveis pode não apenas

e elevar a qualidade das habitações, mas também diminuir o impacto ambiental e os custos de operação a longo prazo (Schulte, 2020).

Incorporar a participação popular é outra estratégia fundamental, pois envolver as comunidades no processo de planejamento e construção das habitações de interesse social pode garantir que as soluções adotadas sejam mais alinhadas com as necessidades e expectativas dos moradores (Scotton; Miron; Lersch, 2021). Isso pode incluir desde consultas públicas até a participação ativa na definição dos projetos e na gestão dos recursos.

Paralelamente, além da qualidade construtiva e da participação popular, o conforto ambiental, notadamente o conforto térmico, emerge como um componente crucial para o bem-estar dos moradores das habitações de interesse social, conforme evidenciado nos trabalhos de Bragatto *et al.* (2022), Bortoli e Villa (2020), Castro, Chaves e Martins (2019), Ferreira *et al.* (2023), Lima (2022), Sacramento (2022), Santos e Torres (2019) e Souza (2023). Além disso, segundo Silva (2019), um projeto de residências que considere apenas a forma, dimensões e quantidade de cômodos, sem atentar para o conforto térmico, não é suficiente para suprir as necessidades dos habitantes e garantir sua plena satisfação com os espaços. Portanto, é fundamental que o projeto arquitetônico integre elementos que favoreçam a ventilação natural, a iluminação adequada e a eficiência térmica, assegurando um ambiente interno saudável e confortável para os moradores.

A partir da visão de Frota e Schiffer (2001) de que, para alcançar um ambiente habitável, é fundamental que a arquitetura sirva ao homem e ao seu conforto, torna-se imprescindível que a habitação seja projetada de acordo com o clima da região em que será inserida. Contudo, conforme Santos, Porto e Silva (2020), a replicação em grande escala dos sistemas construtivos das habitações de interesse social frequentemente desconsidera as recomendações de estratégias do Zoneamento Bioclimático Brasileiro, definidas pela NBR 15220-3/2005. Como resultado, essas habitações muitas vezes não são adaptadas às condições climáticas específicas de cada região, o que pode levar a ambientes internos excessivamente quentes no verão e frios no inverno, comprometendo a saúde e o bem-estar dos moradores.

Nessa perspectiva, a resposta qualitativa da edificação deve estar intimamente relacionada ao projeto, de modo que as habitações construídas ofereçam condições concretas de habitabilidade, alcançando a máxima de Blumenschein, Peixoto e Guinancio (2015, p. 59) de que “o princípio da habitabilidade aplicado à moradia envolve as questões de conforto, segurança e salubridade”.

3.2 Conforto ambiental

O conforto é essencial para o bem-estar humano, impactando significativamente a qualidade das atividades diárias, sejam elas profissionais, domésticas ou escolares (Alves *et al.*, 2019; Straub, 2022). Quando as condições do ambiente, como temperatura, iluminação e acústica, não são adequadas, o desconforto rapidamente se instala, prejudicando o desempenho e a satisfação dos indivíduos, assim, a criação de ambientes que promovam conforto é fundamental (Torres, 2015).

O conceito de conforto ambiental refere-se a um estado de satisfação do ser humano em um espaço específico, abrangendo uma sensação de bem-estar completo, tanto físico quanto mental (Motta, 1990). Conforme Motta (1990), o conceito de conforto ambiental surgiu da necessidade das pessoas de sentirem-se mais do que apenas seguras e saudáveis em suas residências. Nesse contexto, Brasil (2014, p. 17) define conforto ambiental como “um estado prazeroso de harmonia fisiológica, física e psicológica entre o ser humano e o ambiente”, enquanto Nerbas (2009, p. 91) o entende como “adequação ao uso do homem”. Em termos práticos, o conforto ambiental em edificações está vinculado às áreas de conforto térmico, lumínico e acústico, resultando da harmonia entre vários condicionantes ambientais (Brasil, 2014).

A adequação das edificações ao uso humano envolve respeitar parâmetros como temperatura, ventilação, exposição solar e qualidade acústica. Integrar estratégias que favoreçam a ventilação natural, uma iluminação eficiente e um controle térmico adequado é crucial para garantir um ambiente confortável e saudável para os moradores (Perbeils, 2019). Assim, contemplar esses elementos no projeto e na construção de habitações melhora não só o conforto ambiental como também promove o bem-estar geral e a eficiência energética das edificações.

No entanto, as habitações de interesse social frequentemente enfrentam desafios em proporcionar conforto ambiental adequado. Escolhas inadequadas de materiais, projetos arquitetônicos desfavoráveis e a ineficaz disposição de aberturas podem comprometer gravemente o conforto térmico, acústico e lumínico dos moradores. Essas falhas são recorrentes nos projetos de habitações de interesse social e resultam em residências que não satisfazem plenamente as necessidades dos seus ocupantes (Torres, 2015).

Diante desse cenário, considerando essa miscelânea de variáveis que influenciam o conforto ambiental em edificações, não basta apenas construir uma habitação, é necessário que esta ofereça as condições de conforto necessárias para proporcionar boa comodidade aos

moradores. Frota e Schiffer (2001, p. 15) afirmam que “o homem tem melhores condições de vida e de saúde quando seu organismo pode funcionar sem ser submetido à fadiga ou estresse, inclusive térmico”. Desta forma, a habitabilidade e a qualidade de vida em uma habitação são fortemente influenciadas pelo nível de conforto térmico proporcionado, o que torna essa dimensão do conforto ambiental particularmente crítica para a avaliação de habitações de interesse social (Ferreira, 2023).

3.3 Conforto térmico

O conforto térmico é uma exigência fundamental para o bem-estar humano e um critério essencial na busca por abrigos que ofereçam condições climáticas favoráveis. Desde os primórdios da civilização, a busca por proteção contra as condições adversas do clima ilustra uma necessidade intrínseca do ser humano em atingir um estado de conforto térmico, conforme elucidado por Fanger (1973).

Essa busca por um ambiente adequado não é apenas essencial para a saúde e produtividade dos indivíduos, mas também constitui uma base sólida para o desenvolvimento de espaços habitáveis e acolhedores. No contexto da definição e compreensão do conforto térmico, diversos estudiosos oferecem perspectivas distintas, a exemplo de Givoni (1981), que o define como a ausência de irritação e incômodo devido ao calor ou frio. Enquanto isso, a Norma Técnica ABNT NBR 15220/2005 oferece uma perspectiva complementar, definindo-o como a satisfação psicofisiológica de um indivíduo com as condições térmicas do ambiente. Adicionalmente, a descrição clássica de Fanger (1973) aponta o conforto térmico como uma condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. Essas definições, amplamente adotadas por normas e manuais, refletem a importância da subjetividade na percepção do conforto térmico e sua influência na qualidade dos ambientes construídos.

As exigências humanas de conforto térmico estão relacionadas com o funcionamento de seu organismo, cujo mecanismo, complexo, pode ser, grosso modo, comparado a uma máquina térmica que produz calor segundo sua atividade. O homem precisa liberar calor em quantidade suficiente para que sua temperatura interna se mantenha da ordem de 37°C — homeotermia (Frota; Schiffer, 2001, p. 15).

A condição necessária, mas não suficiente, para que uma pessoa esteja em conforto térmico é a neutralidade térmica. Esta condição pode ser definida como sendo a troca em igual proporção do calor gerado pelo indivíduo com o ambiente ao redor, não havendo acúmulo, nem perda excessiva de calor, mas mantendo a temperatura corporal constante (Brasil, 2014;

Lamberts *et al.*, 2011). Portanto, a sensação de bem-estar em relação à temperatura, sendo subjetiva, varia de pessoa para pessoa e é influenciada por diversos fatores.

O entendimento do conforto térmico exige análise detalhada de várias variáveis, não se limitando à temperatura e umidade do ar. Segundo Fanger (1973), essas variáveis também incluem temperatura radiante média e velocidade do ar, juntamente com fatores pessoais como atividade metabólica e vestuário. Além disso, é crucial reconhecer que a percepção do conforto térmico também é moldada por aspectos psicológicos, culturais e hábitos pessoais.

Nessa perspectiva, o conceito de conforto térmico pode ser abordado de duas maneiras distintas, a perspectiva individual e a ambiental. Na primeira, a preocupação está na sensação térmica experimentada por cada pessoa em seu ambiente imediato. Na segunda, o objetivo é estabelecer condições que garantam o conforto da maioria dos ocupantes de um espaço, considerando variáveis como características construtivas, atividade realizada no ambiente e vestimenta. Ao equilibrar esses elementos, é possível projetar ambientes que promovam o bem-estar térmico de forma mais eficaz.

Outro aspecto importante relacionado ao conforto térmico é a alteração da temperatura do ambiente causada por mudanças no clima, o que ocasiona fadiga térmica, que por sua vez acarreta uma série de problemas, tais como, queda de rendimento no trabalho e agravos a saúde (Frota; Schiffer, 2001).

A definição de desempenho térmico de uma edificação, conforme Luiz (2023), corresponde à resposta da habitação aos parâmetros climáticos internos, adaptando-se ao clima local. Essa adaptação é crucial, considerando que o desempenho térmico de uma edificação está intrinsecamente ligado às condições climáticas do ambiente circundante. Um mesmo sistema construtivo pode ter um desempenho térmico variado em diferentes ambientes, ressaltando a necessidade de considerar cuidadosamente as características climáticas locais durante o processo de concepção e construção, desse modo, ignorar essas condições pode resultar não apenas em problemas de construção, mas também em um aumento significativo no consumo de energia elétrica, com possíveis impactos adversos na saúde física e psicológica dos ocupantes (Silva, 2015).

Nesse contexto, é essencial levar em conta as condições climáticas e ambientais durante o planejamento de uma edificação. A relevância disso, conforme Andrade (2021), é devido aos múltiplos processos de troca de calor entre a estrutura e o meio externo. Esses processos incluem fluxos de calor por condução através dos materiais utilizados, por convecção através da transferência de calor entre as superfícies e a atmosfera e radiação através da radiação solar que atravessa elementos transparentes e é absorvida pelas superfícies internas dos

ambientes (Andrade, 2021). As propriedades termofísicas dos materiais e o projeto arquitetônico desempenham, portanto, um papel crucial na regulação dos fluxos energéticos internos.

A avaliação do desempenho térmico, segundo Santos, Porto e Silva (2020), envolve a análise do ambiente interno em relação a um conjunto de critérios. Estes critérios incluem as condições climáticas, como temperatura, umidade do ar exterior, velocidade e direção dos ventos, e radiação solar direta e difusa, as condições de implantação, como orientação solar, latitude e longitude, e as condições de uso da edificação, como número de ocupantes, atividades desenvolvidas e renovação do ar. Todos esses aspectos são pré-estabelecidos com base nas necessidades do usuário em relação ao seu conforto térmico.

Por sua vez, os materiais de construção desempenham um papel fundamental na regulação do desempenho térmico da edificação, uma vez que são responsáveis pelas trocas de calor (Andrade, 2021). Assim, é importante ressaltar a necessidade de considerar cuidadosamente as propriedades dos materiais a serem utilizados na envoltória da construção. Isso inclui a condutividade térmica, que determina a capacidade de um material conduzir calor, a resistência térmica de elementos e componentes, que influencia na capacidade de um material resistir à transferência de calor, e a emissividade, que indica a capacidade de um material emitir radiação térmica (Luiz, 2023).

Portanto, para garantir um desempenho energético satisfatório, é essencial que a arquitetura não apenas atenda às necessidades dos usuários, mas também respeite as condições climáticas específicas de cada local (Perbeils, 2019). A integração do clima local à prática projetual deveria ser uma premissa fundamental para todos os profissionais envolvidos na concepção de construções habitacionais, no entanto, muitas vezes essas características qualitativas são negligenciadas (Silva, 2019).

Como destacam Frota e Schiffer (2001, p. 53), "adequar a arquitetura ao clima de um determinado local significa construir espaços que proporcionem conforto ao homem". Deste modo, o projeto arquitetônico deve desempenhar um papel crucial na mitigação dos impactos climáticos, promovendo ambientes que sejam termicamente eficientes e propícios ao bem-estar dos ocupantes.

[Assim,] [...] à arquitetura cabe, tanto amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como os de excessivo calor, frio ou ventos, como também propiciar ambientes que sejam, no mínimo, tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas amenos (Frota; Schiffer, 2001, p. 53).

É evidente que as demandas por conforto no interior das edificações diferem de uma região para outra, não apenas devido às variações climáticas, mas também devido a fatores físicos, subjetivos e culturais entre os indivíduos (Andrade, 2021). Nesse sentido, a concepção de uma arquitetura bioclimática inicia-se com uma análise meticulosa do clima local, estabelecendo uma conexão profunda entre as condições ambientais e as necessidades humanas. Esse processo envolve tanto a maximização dos benefícios proporcionados pelo clima quanto o desenvolvimento de estratégias inovadoras para atenuar os desafios impostos pelas condições climáticas adversas (Andrade, 2021).

Um marco importante para alinhar as construções às especificidades climáticas locais foi a implementação da Norma Técnica ABNT NBR 15220/2005, que introduziu um zoneamento bioclimático para o Brasil, dividido em oito zonas distintas. Cada zona apresenta estratégias passivas e recomendações construtivas ajustadas, assegurando que edificações em diferentes climas adotem abordagens apropriadas para maximizar o conforto térmico.

A proposta do zoneamento e definição dessas diretrizes teve como intuito contribuir para elevar o padrão de habitabilidade das edificações residenciais em diferentes realidades climáticas do país e, sobretudo, melhorar o desempenho térmico delas (Andrade, 2021). Para isso, a norma se baseou em um conjunto de dados climáticos obtidos das normais climatológicas de 330 cidades brasileiras, o que representa aproximadamente 6% do total de cidades do país, segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) (Torres, 2015).

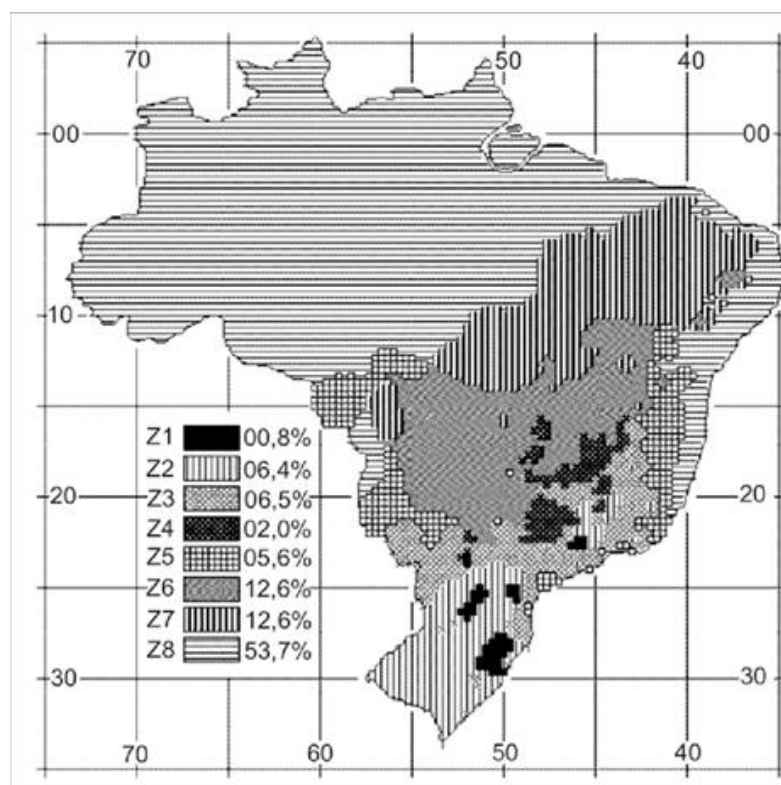
Na categorização das zonas bioclimáticas, foram considerados parâmetros essenciais como temperaturas mínimas e máximas e umidade relativa do ar, com base nas médias mensais. No entanto, devido à ausência de estações de monitoramento em muitos municípios, foi necessário estimar os dados climáticos de diversas localidades por meio da interpolação de dados de cidades próximas. Este processo resultou na divisão do território brasileiro em 6500 células distintas, cada uma com características climáticas atribuídas (Perbeils, 2019).

Originalmente, as células foram classificadas de acordo com a carta bioclimática de Givoni (1992) (explicado na Seção 3.3.1), porém, essa classificação não refletia adequadamente a diversidade climática do Brasil, uma vez que climas distintos eram agrupados em uma mesma zona, enquanto climas semelhantes eram separados em zonas diferentes. Para resolver essas incongruências, foram feitas adaptações, incluindo ajustes nos limites de temperatura da zona de conforto, a divisão das estratégias bioclimáticas e a criação da Zona F, visando melhorar a troca de ar úmido interno por ar seco externo (Roriz, Ghisi, Lamberts, 1999).

Essa metodologia resultou na criação de grandes áreas climáticas homogêneas, como a zona 8, caracterizada por um clima quente e úmido, cobrindo 53,7% do território brasileiro,

abrangendo desde a região da Amazônia até grande parte do litoral. Por outro lado, a zona 1, que representa o clima mais frio do sul do país, abrange apenas 0,8% do território, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: ABNT (2005).

Embora a Norma Técnica ABNT NBR 15220/2005 forneça diretrizes valiosas para o desempenho térmico das edificações, ela não impõe obrigatoriedade em sua aplicação. Isso resulta em uma padronização nacional na concepção arquitetônica, onde o conforto térmico é frequentemente alcançado através de soluções de condicionamento artificial. Essa abordagem, embora amplamente adotada, é marcada por um alto consumo energético, o que levanta preocupações significativas sobre sua sustentabilidade (Andrade, 2021).

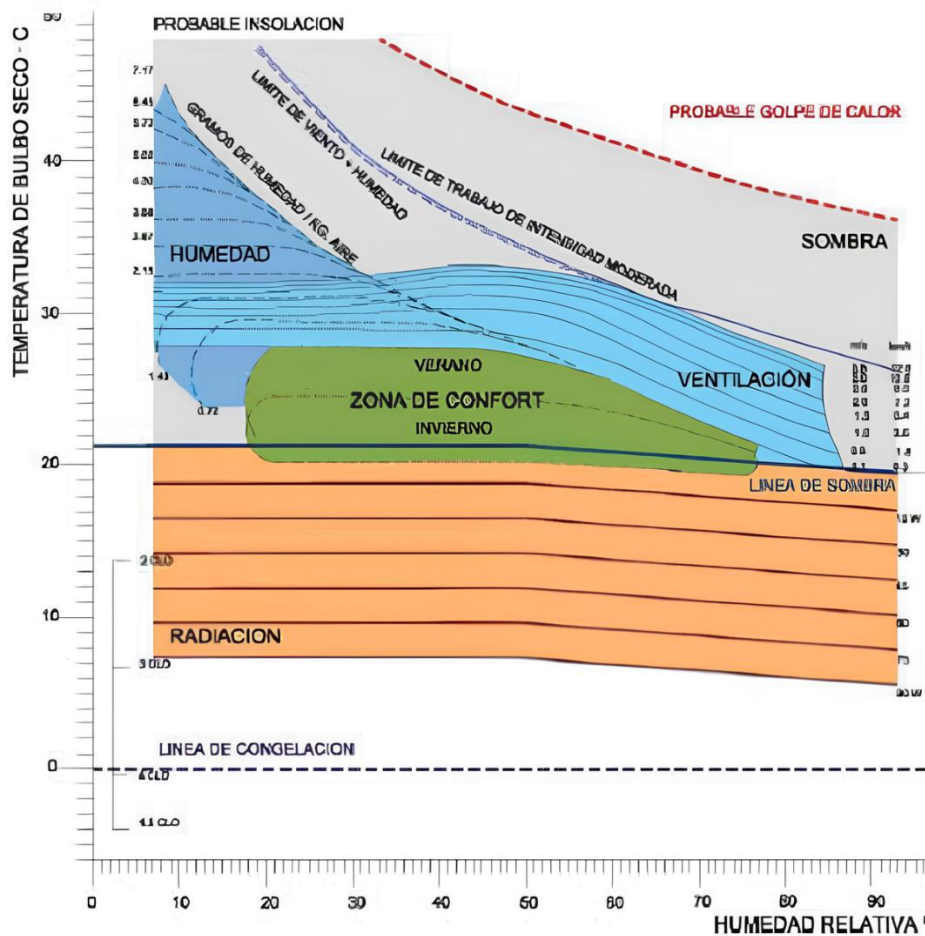
3.3.1 Estudos precedentes sobre conforto térmico

O interesse pelas condições térmicas ambientais é antiquíssimo, contudo, os estudos sobre conforto térmico ganharam destaque particularmente durante os séculos XVIII e XIX, período marcado pelo crescimento explosivo das populações urbanas, em paralelo ao desenvolvimento da Revolução Industrial. Isso levou ao aumento das temperaturas médias observadas em centros urbanos densos como Londres e ao fenômeno das ilhas de calor em cidades como Madri e Birmingham, amplamente documentado na literatura (Souza, 2017).

A medida que os estudos sobre o clima urbano avançaram, os pesquisadores passaram a examinar de perto a influência direta que a temperatura e a umidade do ar exerciam sobre o desempenho das atividades humanas. Esse interesse crescente impulsionou uma maior atenção para as condições de conforto nos ambientes, levando ao surgimento de pesquisas mais detalhadas e abrangentes em todo o mundo (Souza, 2017).

Nos anos 1960, os irmãos Victor e Aladar Olgay introduziram o conceito de bioclimatismo, que considera condicionantes climáticas e locais nas premissas do projeto arquitetônico, buscando maior integração com o ambiente, redução do consumo de energia e promoção do conforto térmico. Um dos maiores legados de suas pesquisas foi a carta bioclimática de Olgay (1963) (Figura 2), que utiliza escalas de temperatura e umidade para orientar a adaptação de edificações ao clima, utilizando dados climáticos externos (Perbeils, 2019).

Figura 2 – Diagrama bioclimático de Olgay

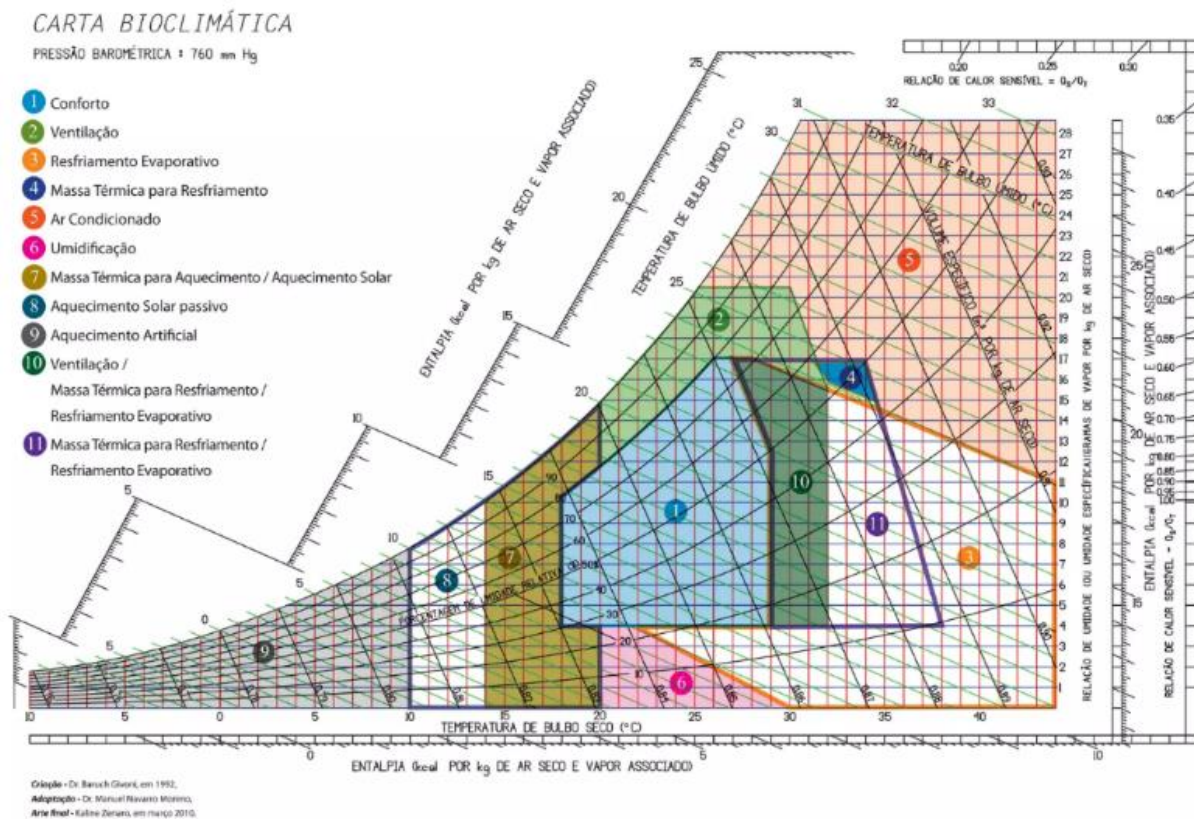


Fonte: Hernández (2014).

Esta carta destaca a "zona de conforto" no centro, cercada por curvas que indicam as correções necessárias para reestabelecer a sensação de conforto fora desta zona. Contudo, devido a algumas limitações — como a premissa de que as temperaturas externas e internas eram similares — essa ferramenta gerou críticas que levaram à sua revisão em 1968, expandindo sua aplicabilidade para climas mais quentes (Perbeils, 2019).

Com o intuito de corrigir as limitações do diagrama bioclimático idealizado por Olgay, Baruch Givoni apresentou, em 1969, uma nova carta bioclimática, denominada Carta Bioclimática de Construções (Building Bioclimatic Chart - BBCC) (Figura 3). Essa nova carta foi elaborada com base nas premissas da carta de Olgay, porém adaptada às temperaturas internas observadas em estudos realizados nos Estados Unidos, Europa e Israel. Essa abordagem inovadora de Givoni proporcionou ajustes e melhorias cruciais, aumentando a utilidade e precisão das estratégias bioclimáticas propostas.

Figura 3 – Diagrama bioclimático de Givoni



Fonte: Moreno (2010).

Conforme Silva (2019), uma das principais distinções entre os dois diagramas bioclimáticos reside na configuração de seus eixos. O diagrama de Olgay (1963) utiliza dois eixos ortogonais: o vertical para temperaturas secas e o horizontal para umidades relativas. Em contrapartida, a carta de Givoni é elaborada sobre uma base psicrométrica convencional,

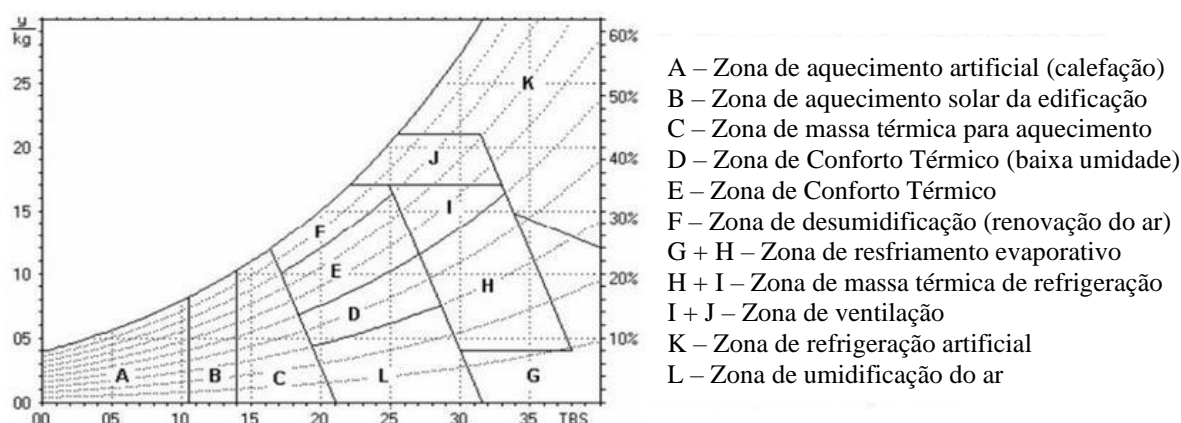
englobando eixos adicionais como saturação, umidade relativa, temperaturas de bulbo úmido e entalpias, proporcionando uma análise mais compreensiva das condições climáticas.

Outra diferença significativa entre os dois modelos é a fonte de dados utilizada para as temperaturas. Givoni baseia-se em temperaturas internas, projetadas a partir de cálculos que estimam condições expectáveis no interior das edificações. Já o diagrama de Olgyay foca estritamente em condições externas, embora as estratégias propostas visem influenciar o ambiente interno das edificações (Perbeils, 2019; Silva, 2019).

Contudo, assim como a carta de Olgyay, a carta de Givoni delineia várias zonas, incluindo a zona de conforto, além de áreas destinadas a estratégias específicas como ventilação, resfriamento evaporativo, uso de massa térmica para aquecimento e resfriamento, e sistemas de aquecimento passivo e artificial. Essas zonas são sugeridas como possíveis medidas de controle para mitigar desconforto térmico e melhorar o ambiente interno (Givoni, 1992).

Em revisões subsequentes, em 1979 e 1992, Givoni refinou sua carta para melhor adequá-la às zonas de conforto de climas mais quentes, incorporando dados e estratégias mais pertinentes aos desafios de tais climas. Essas modificações foram essenciais para otimizar a carta às necessidades de países em desenvolvimento, tornando-a especialmente apropriada para o Brasil, conforme apontam Lamberts, Dutra e Pereira (2014). A Figura 4 ilustra a versão da carta bioclimática de Givoni adaptada para o Brasil.

Figura 4 – Carta bioclimática adaptada ao Brasil



Fonte: Adaptado de ABNT (2005).

Na década de 1970, Pavel Ole Fanger empreendeu esforços para quantificar a sensação subjetiva de conforto, fórmulas que antecipam a sensação térmica em ambientes fechados. A partir da equação inicial de equilíbrio térmico do corpo humano (Equação 1), Fanger derivou duas equações: PMV – Predicted Mean Vote (Voto Médio Predito) (Equação 2) e PPD – Predicted Percentage of Dissatisfied (Porcentagem de Pessoas Insatisfeitas) (Equação 3). A

PMV estima o voto médio esperado, enquanto a PPD calcula a porcentagem de pessoas provavelmente insatisfeitas (Perbeils, 2019; Silva, 2019).

$$S = M \pm C \pm R - E \quad (1)$$

Onde:

S = Calor acumulado pelo corpo;

M = Calor de metabolismo;

C = Ganho ou perda de calor por condução e convecção;

R = Ganho ou perda de calor por radiação; e

E = Ganho ou perda por evaporação.

$$PMV = (0,303e^{-0,036M} + 0,028) \times L \quad (2)$$

$$PPD = 1 - 95e^{-(0,03353PMV^{-4} + 0,2179PMV^2)} \quad (3)$$

Onde:

PMV = voto médio estimado, ou voto de sensação de conforto térmico;

M = Atividade desempenhada pelo indivíduo;

L = Carga térmica atuante sobre o corpo; e

PPD = Porcentagem de pessoas insatisfeitas.

Diante disso, o PMV estabelece uma escala que traduz a sensibilidade humana ao frio e ao calor, indo de -3 (muito frio) a +3 (muito quente), conforme observado na Tabela 1, sendo essencial para compreender o conforto térmico em ambientes construídos (Souza, 2017).

Tabela 1 – Escala de sete pontos de PMV, com indicação da sensação térmica referente a cada ponto da escala

PMV	Sensação
-3	Muito frio
-2	Frio
-1	Levemente frio
0	Neutro (Conforto)
+1	Levemente quente
+2	Quente
+3	Muito quente

Fonte: Adaptado de Fanger (1973).

A equação do PPD, por sua vez, prevê que, mesmo nas condições ideais de conforto térmico ($PMV = 0$), espera-se que pelo menos 5% das pessoas estejam insatisfeitas com as condições térmicas do ambiente, indicando a inerente subjetividade e a diversidade de preferências humanas (Andrade, 2021; Silva, 2019).

As formulações de Fanger, que levam em conta variáveis ambientais e pessoais como temperatura radiante média, velocidade do ar, umidade relativa, temperatura do ar, taxa metabólica e tipo de vestimenta, são fundamentais para compreender e prever o conforto térmico. A norma ISO 7730 de 1994, inspirada nos trabalhos de Fanger, estabelece que os índices de PPD devem ser inferiores a 10% em ambientes termicamente moderados, correspondendo a um PMV entre -0,5 e +0,5 (Lamberts, Dutra e Pereira, 1997).

O crescente interesse pelos estudos de conforto térmico é global e se reflete fortemente no Brasil, onde pesquisas intensificaram a exploração sobre as condições que promovem conforto térmico adequado. Essas investigações não se limitam apenas a atingir o estado de conforto térmico, mas também visam entender os mecanismos subjacentes, as variáveis influenciadoras e os impactos dessas condições na saúde e produtividade dos indivíduos (Luiz, 2023; Souza, 2017; Xavier, 1999).

No contexto brasileiro, destacam-se as pesquisas conduzidas por Landi (1976), que, com base na utilização de câmaras climáticas, investigaram a sensibilidade humana às variáveis como temperatura do ar, temperatura média radiante, velocidade do ar, pressão parcial do vapor d'água, atividade física e vestimenta. O estudo concluiu pela existência de dois mecanismos de adaptação, um gradual, denominado "estrutural", e outro mais rápido, frente às variações de temperatura. Essa pesquisa pioneira já indicava, há décadas, a importância da adaptação na predição do conforto térmico.

Em 2000, Xavier desenvolveu um estudo aprofundado sobre o modelo de Fanger, propondo um algoritmo para calcular a taxa metabólica baseado em dados antropométricos. Esse trabalho enfatizou a pouca influência da velocidade do ar no conforto térmico durante atividades sedentárias, seja em ambientes climatizados ou não.

Ruas (2002) destacou a frequente ocorrência de desconforto térmico nos ambientes de trabalho no Brasil, atribuindo isso à escassez de literatura, à falta de pesquisas na área e à ausência de normas e legislação específicas. O autor ressaltou a carência de conhecimento atualizado e ferramentas práticas para avaliação do conforto térmico, e, a partir do método de avaliação da ISO 7730/1994, desenvolveu um *software* para simulação de intervenções nos ambientes e avaliação da sensação térmica humana, tanto na fase de projeto quanto na pós-ocupação.

No amplo campo das pesquisas sobre conforto térmico, diferentes tipos de edificações, como indústrias, escritórios, ambientes de ensino e residências, têm sido objeto de estudo. No contexto das residências, foco desta pesquisa, uma variedade de estudos têm sido conduzidas em diversas cidades, cada uma com características climatológicas específicas.

Um estudo conduzido por Veiga (2023) investigou o desempenho térmico de uma habitação unifamiliar do Programa Minha Casa, Minha Vida em três diferentes climas brasileiros. Por meio de simulações computacionais conforme a NBR 15575/2021, o estudo ressaltou a importância de projetos adaptados às características climáticas locais para garantir o conforto térmico e a eficiência energética das habitações.

Oliveira (2023), analisou o impacto das modificações realizadas pelos usuários em habitações de interesse social no Brasil. O estudo investigou variações em habitações unifamiliares em Uberlândia-MG, considerando adições de muros, garagem e quarto, e diferentes cores de paredes externas. Os resultados destacaram a importância de considerar as demandas dos moradores desde as fases iniciais de projeto para evitar problemas no conforto térmico e no desempenho térmico das habitações. Essas descobertas ressaltam a relevância de políticas habitacionais que priorizem o conforto térmico e o desempenho energético em ambientes residenciais, visando melhor qualidade de vida para a população e redução do consumo energético.

Em Goiânia, o estudo de Barbosa (2017) investigou a influência da orientação solar e do comportamento do usuário no desempenho térmico de tipos de residências unifamiliares. Utilizando simulação computacional, o estudo seguiu etapas de monitoramento, calibração, definição de padrões de uso, simulação e análise dos dados, concluindo que as orientações norte e sul proporcionam melhor desempenho térmico. Notou-se também que o comportamento do usuário afeta significativamente o desempenho térmico, mostrando a importância de integrar a orientação solar e o comportamento humano nas fases iniciais do projeto.

Um estudo focado na avaliação do desempenho térmico de habitações térreas e unifamiliares no bairro Sumaré, em Sobral/Ceará, foi realizado por Braga (2013). Utilizando métodos da NBR 15220/2005, foram analisados parâmetros térmicos das edificações, além da percepção dos moradores por meio de questionários. Os resultados revelaram um desempenho térmico insatisfatório nas habitações avaliadas, refletindo a percepção de desconforto dos entrevistados.

Sousa (2022) investigou modelos preditivos de conforto térmico adaptativos em ambientes naturalmente ventilados na cidade de Campina Grande, Paraíba. Entrevistando 1441 pessoas ao longo de três anos, o estudo considerou variáveis ambientais e individuais, como

temperatura do ar, umidade relativa, gênero e idade. Os resultados indicaram uma temperatura neutra de 26,05°C e destacaram a influência do gênero e do índice de massa corpórea na preferência térmica, além da importância da temperatura operativa, ventilação do ar e umidade relativa. O índice preditivo de conforto térmico adaptativo da ASHRAE 55:2010 mostrou-se adequado para estimar a aceitabilidade térmica dos usuários, enquanto o PMV apresentou baixo poder preditivo. Além disso, a autora observou que há uma preferência por sensações levemente frias, ampliando a faixa de conforto.

Após explorar essas pesquisas diretamente relacionadas ao tema, é instrutivo considerar estudos que oferecem informações complementares. Um exemplo é a tese de Ramos (2020), que analisou o impacto dos fatores socioeconômicos no comportamento relacionado ao conforto térmico em residências brasileiras, destacando a importância de considerar esses fatores na concepção de ambientes confortáveis.

A análise dessas pesquisas destaca a complexidade e a importância do conforto térmico em habitações de interesse social. Cada trabalho fornece uma perspectiva valiosa, abordando desde a adaptação às condições climáticas locais até o impacto do comportamento do usuário nas estratégias de projeto.

A diversidade de abordagens metodológicas e os locais estudados refletem a variedade das condições climáticas e socioeconômicas do Brasil (Andrade, 2021). Essa pluralidade evidencia a necessidade de considerar contextos específicos ao planejar e projetar habitações de interesse social, visando não apenas o conforto térmico, mas também a eficiência energética e a qualidade de vida dos moradores.

A inclusão de fatores socioeconômicos, como salientado por Ramos (2020), introduz uma dimensão crítica ao debate, indicando que políticas habitacionais eficazes devem integrar tanto os aspectos técnicos quanto as realidades sociais e econômicas das comunidades envolvidas.

Adicionalmente, estudos sobre modelos preditivos de conforto térmico adaptativos, como o realizado por Sousa (2022), demonstram o potencial de avanços tecnológicos e investigativos para aprimorar o design e o desempenho das habitações de interesse social.

Ao sintetizar as conclusões dessas pesquisas, identificamos tendências e dados que enriquecem nosso entendimento sobre o conforto térmico e fornecem diretrizes valiosas para políticas públicas, práticas de projeto e pesquisas futuras. Esse acervo de conhecimentos é fundamental para fomentar a criação de habitações mais confortáveis, sustentáveis e acessíveis em todo o Brasil.

3.3.2 Conforto térmico, saúde e produtividade

A importância do conforto térmico transcende a simples comodidade, pois está intimamente ligada à saúde e ao desempenho das pessoas. Como salientado por Fanger (1973), um ambiente termicamente confortável não só melhora a concentração como também potencializa o rendimento intelectual, manual e perceptivo dos indivíduos. Isso destaca a necessidade crítica de assegurar condições ideais de conforto, não apenas para impulsionar a produtividade, mas também para promover o bem-estar físico e mental dos ocupantes.

Nos últimos anos, a influência do conforto térmico na saúde humana tem recebido crescente atenção, uma vez que, de acordo com Fernandes *et al.* (2019) e Silveira, Sousa e Leder (2020), as variações térmicas do ambiente podem desencadear respostas comportamentais e fisiológicas em todas as pessoas. Assim, quando os ambientes não proporcionam o conforto térmico adequado, surgem vários problemas, desde a redução no desempenho humano até problemas de saúde graves, como dor de cabeça, fraqueza, estresse térmico e até lesões neurológicas (Floss; Barros, 2020; Lamberts *et al.*, 2011).

Considerando a definição de saúde da Organização Mundial da Saúde (OMS), como sendo um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não, simplesmente, a ausência de doenças ou enfermidades, torna-se evidente que um edifício que não proporciona as condições de conforto térmico, gera condições inadequadas para os usuários, cuja saúde pode vir a ser comprometida. Isso se torna ainda mais crítico quando consideramos que os seres humanos passam a maior parte do tempo em ambientes fechados, seja em locais de trabalho, estudo ou em suas próprias residências (Luiz, 2023).

Estudos realizados por Araújo (2023), Brasil (2014), Frota e Schiffer (2001), Queiroga (2019), Santos *et al.* (2017), Santos e Torres (2019) e Vieira (2016) confirmam que a qualidade do conforto térmico nesses espaços exerce uma influência significativa na saúde e na qualidade de vida das pessoas.

Outro problema influenciado pelo não atendimento ao conforto térmico é o desempenho humano, afinal, a dificuldade para realizar atividades em ambientes muito quentes ou muito frios é significativamente maior, e para garantir um desempenho otimizado, é essencial manter uma temperatura agradável. Essa afirmação vem sendo comprovada nas pesquisas desenvolvidas por Andrade e Frozza (2019), Correia (2023), Fagundes e Carotenuto (2023), Frota e Schiffer (2001), Lamberts *et al.* (2011), Mandú *et al.* (2021), Mendonça *et al.* (2020), Neves (2022), Sicflux (2019) e Vieira (2016), que confirmam a importância de um ambiente termicamente confortável para a produtividade e o bem-estar.

Essa relação entre temperatura e eficiência no trabalho é ainda mais evidenciada por estudos como o relatório da NASA, que indica que uma temperatura ambiente de 30°C pode reduzir a produtividade em 20% e aumentar a frequência de erros em 75%, evidenciando a importância crítica de controlar eficazmente as condições térmicas para otimizar a produtividade e minimizar os erros (Muller, 2024). Adicionalmente, estudos mostram que melhorias na qualidade do ambiente interno podem resultar em um aumento da produtividade entre 0,5% e 5%, destacando o impacto significativo que o conforto térmico pode ter no desempenho no local de trabalho (Bueno; Xavier; Broday, 2021).

Lima (2022) destaca em seu trabalho que, no Brasil, as habitações de interesse social são frequentemente construídas sem considerar aspectos como sustentabilidade, conforto ambiental e eficiência energética, o que contribui diretamente para a baixa qualidade de vida de seus habitantes. Avaliações dessas residências, realizadas em diversas regiões do país e abrangendo tanto construções autoconstruídas quanto aquelas construídas por programas públicos habitacionais, apresentam problemas recorrentes de habitabilidade e conforto térmico insatisfatório.

Em suma, os estudos destacam a importância crucial do conforto térmico não apenas como um luxo, mas como um elemento essencial para a saúde, o bem-estar e a produtividade das pessoas. Desde as variações térmicas nas residências até os desafios enfrentados nos ambientes de trabalho, fica evidente que o conforto térmico não deve ser negligenciado. É fundamental que políticas habitacionais e práticas de construção considerem seriamente essas questões para garantir ambientes saudáveis, eficientes e confortáveis para todos. A melhoria do conforto térmico não apenas beneficia os indivíduos, mas também contribui para uma sociedade mais sustentável e equitativa, promovendo o bem-estar de toda a comunidade.

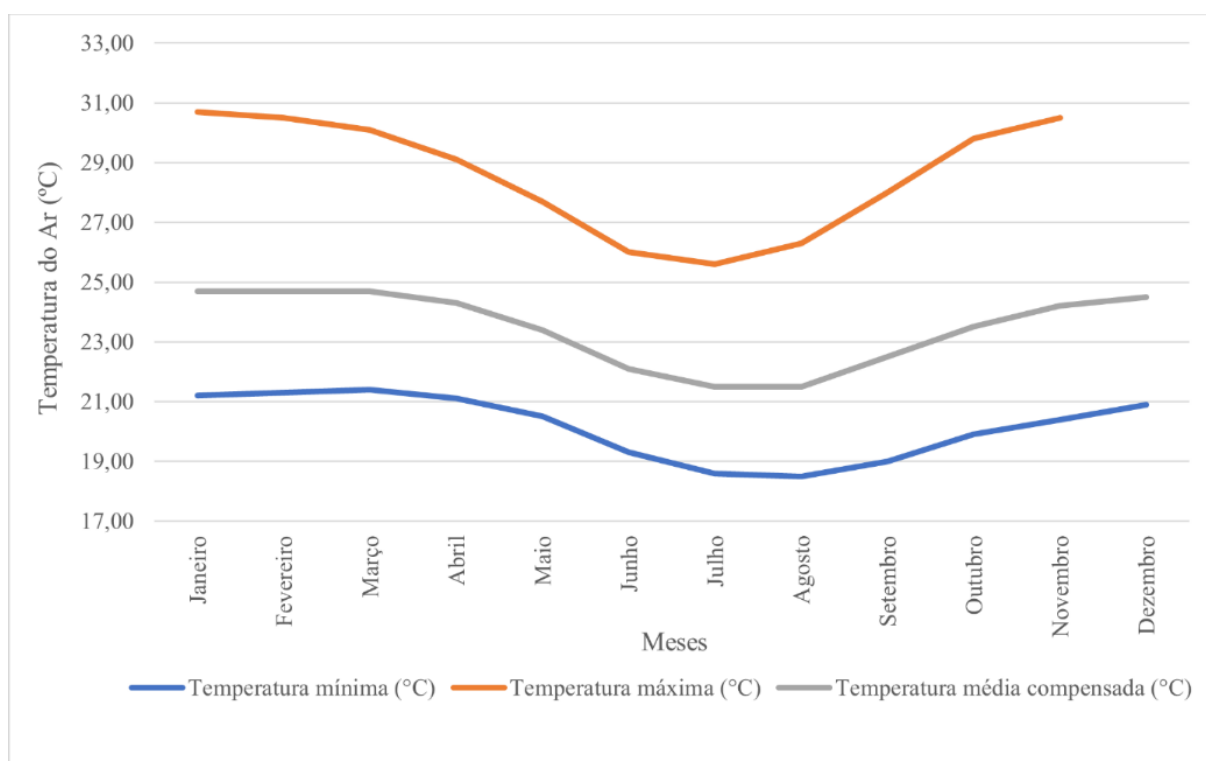
4 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Campina Grande, na Paraíba está localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano, com sua posição geográfica determinada pelo paralelo 7° 13' 50" de latitude sul e pelo meridiano 35° 52' 52" de longitude oeste (CPRM, 2005).

Classificado como semiárido pelo Ministério da Integração Nacional em 2005, Campina Grande encontra-se numa zona climática de transição, influenciada pela altitude que modula o clima típico da região. Esta particularidade climática resulta em variações pluviométricas anuais que, ocasionalmente, ultrapassam 800 mm (Sousa, 2022).

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima de Campina Grande é definido como As', com chuvas concentradas entre março e agosto. As normais climatológicas para Campina Grande no período de 1981 a 2010 mostram uma variação mensal da temperatura entre 18,5°C e 30,8°C, com média anual de 23,5°C (Figura 5).

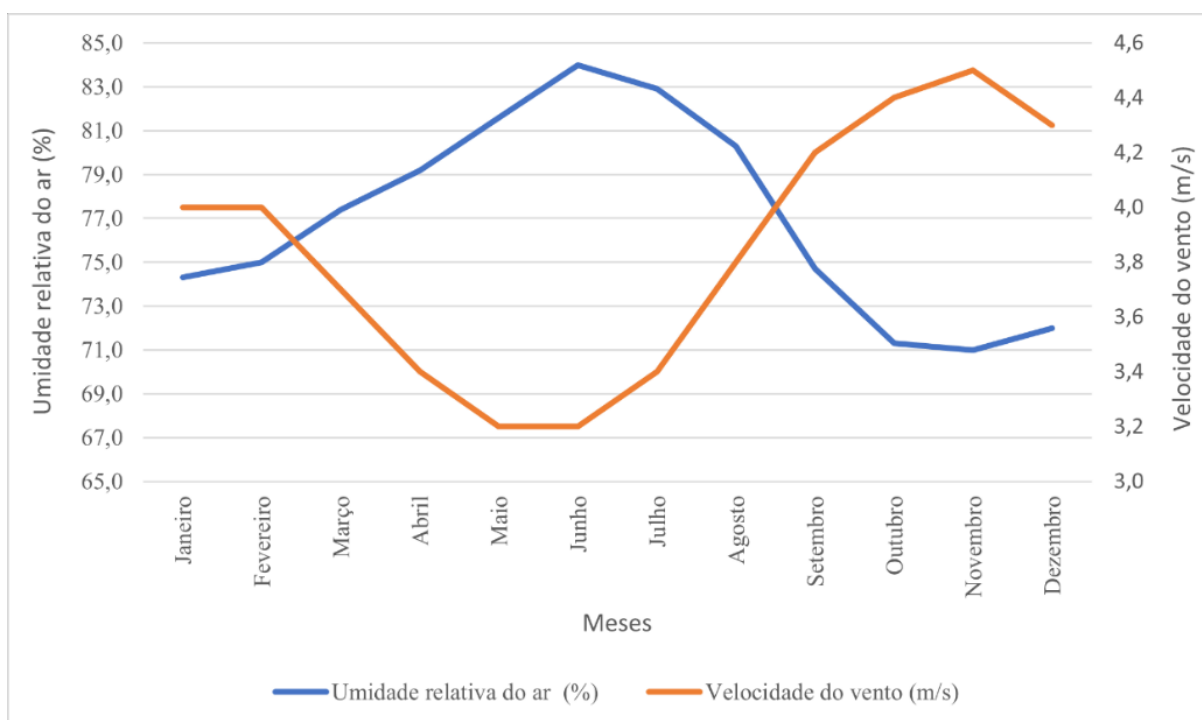
Figura 5 – Variação mensal média da temperatura do ar (°C) em Campina Grande (1981-2010)



Fonte: INMET (2018).

Por sua vez, a umidade relativa do ar varia entre 71% e 84%, sendo junho o mês mais úmido e novembro o mais seco, enquanto a velocidade do vento oscila entre 3,2 m/s e 4,5 m/s, com maior intensidade na primavera e no verão (Figura 6).

Figura 6 – Variação mensal da umidade relativa do ar (%) e velocidade do vento (m/s) em Campina Grande (1981-2010)



Fonte: INMET (2018).

Como o segundo maior município da Paraíba, Campina Grande experimentou um significativo crescimento populacional entre os anos de 1991 e 2022, passando de 320.188 habitantes em 1991 para 419.379 em 2022 (IBGE, 2022). Esse crescimento populacional ocasionou a expansão do espaço urbano, especialmente nas áreas periféricas da cidade, sendo a construção do Complexo Aluizio Campos um exemplo notável dessa tendência.

Idealizado pela Prefeitura Municipal de Campina Grande entre 2013 e 2014, o Complexo Aluizio Campos foi detalhado à população através dos documentos "Apresentação do Complexo Multimodal Aluizio Campos – Prefeitura Municipal de Campina Grande" de 2016 e "Campina Grande 2035: Visão de Futuro" de 2017 (PMCG, 2017). Esse empreendimento inovador e ambicioso surgiu de uma parceria entre a Federação das Indústrias do Estado da Paraíba (FIEP) e a Prefeitura Municipal de Campina Grande, visando orientar o desenvolvimento da cidade em articulação com os municípios vizinhos, com um horizonte de 20 anos.

Estrategicamente localizado próximo aos entroncamentos das rodovias BR-104 e BR-230, o Aluizio Campos situa-se a aproximadamente 9 km do centro urbano, na área que anteriormente abrigava a fazenda homônima. Esta localização favorece não apenas a integração logística, mas também o desenvolvimento de uma nova dinâmica urbana com áreas destinadas

a diferentes funcionalidades, como condomínios residenciais, espaços logísticos, industriais e de serviços, zonas de uso misto e áreas verdes. Além disso, contempla setores para conjuntos habitacionais e infraestrutura urbana, essenciais para a comunidade local (PMCG, 2017).

Com vistas a se tornar um Complexo Multimodal, o Aluízio Campos é parte integral da estratégia de desenvolvimento econômico de Campina Grande, promovendo inovação e crescimento econômico, fortalecendo a economia local e gerando empregos, de acordo com as projeções da Secretaria de Planejamento (PMCG, 2017). A Figura 7 ilustra a disposição planejada dos setores dentro do Complexo Aluízio Campos.

Figura 7 – Esquema dos setores do Complexo Aluízio Campos



Fonte: PMCG (2016).

O Complexo Aluízio Campos, que ocupa aproximadamente 800 hectares — cerca de 20% a 25% da mancha urbana de Campina Grande —, representa um marco em habitação social no contexto brasileiro. Destinados principalmente às faixas mais vulneráveis da população, 110 hectares do complexo foram reservados para habitações no âmbito do Programa Federal Minha Casa Minha Vida, Faixa I, beneficiando famílias com renda mensal de até R\$ 1.800,00 (Mota; Cavalcanti, 2020). A construção foi viabilizada através de investimentos substanciais do Governo Federal, superando R\$ 250 milhões, com contribuições adicionais da Prefeitura Municipal de Campina Grande, responsável pela edificação de espaços sociais e comunitários (Brasil, 2022).

Inaugurado em novembro de 2019, o complexo foi desenhado para abrigar inicialmente cerca de 20 mil pessoas (PMCG, 2016). Contudo, já acolhe um número superior a 30 mil moradores, conforme observações de profissionais sociais atuantes na região. A comunidade é

servida por 4.100 unidades de habitação social, sendo 3.012 casas e 1.088 apartamentos, distribuídas de maneira que cada residência foi projetada com características sustentáveis marcantes.

Entre os aspectos mais notáveis está o sistema de captação de energia solar integrado a cada moradia, que inclui placas solares e boilers para o aquecimento da água. Essa solução, juntamente com a adoção de estruturas metálicas com 50 anos de garantia e o uso de esquadrias de alumínio nas janelas, reflete uma abordagem consciente no uso de recursos e materiais duráveis. Ademais, as residências possuem forro em PVC, o que influencia o conforto térmico e acústico (PMCG, 2016).

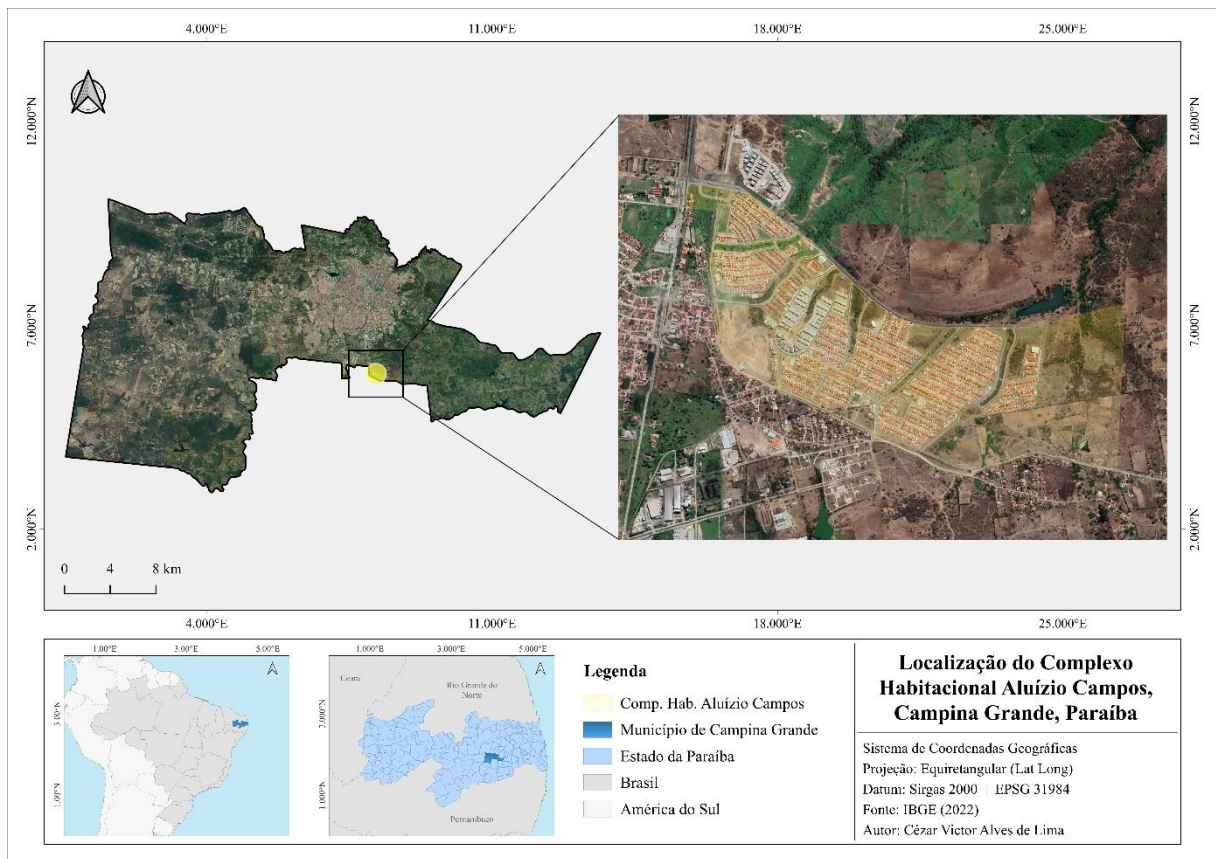
Além das características construtivas, o complexo também foi equipado com infraestrutura fundamental para a qualidade de vida dos moradores. No que diz respeito ao saneamento básico, todas as unidades habitacionais são abastecidas com água potável e contam com sistemas eficientes de coleta de esgoto e gerenciamento de resíduos sólidos. Para garantir o fornecimento adequado de água, foram instalados dois reservatórios com capacidade para armazenar 750 mil litros. As instalações educacionais e de saúde, como escolas, creches e unidades básicas de saúde, são complementadas por espaços de lazer e esporte, incluindo praças e ginásios, que fomentam a convivência comunitária e o bem-estar (PMCG, 2016).

A economia local foi igualmente fortalecida com a chegada de três indústrias, que iniciaram operações concomitantemente à inauguração do complexo, propiciando empregos e dinamizando o desenvolvimento econômico regional (PMCG, 2016).

No entanto, apesar desses avanços, o Complexo Aluizio Campos enfrenta desafios significativos relacionados à adequação das habitações às necessidades dos moradores e às limitações de suas estruturas físicas, que têm exigido contínuas intervenções desde o início do projeto, pois garantir o direito à moradia não é suficiente, é crucial assegurar que as condições básicas necessárias para a permanência das pessoas nesses conjuntos habitacionais sejam atendidas (PMCG, 2017).

Diante desse contexto, esta pesquisa foi conduzida no Complexo Habitacional Aluizio Campos (Figura 8) devido ao fato de o complexo ser composto integralmente por habitações de interesse social e possuir um grande potencial de impacto na cidade. Além disso, conforme Silva (2022), o complexo habitacional enfrenta problemas físicos e estruturais desde o seu lançamento.

Figura 8 – Mapa de Localização do Complexo Habitacional Aluízio Campos em Campina Grande, Paraíba



Fonte: Elaborada pelo autor.

Dado o vasto número de unidades habitacionais mencionadas anteriormente, esta pesquisa focou exclusivamente nas casas unifamiliares para garantir um escopo adequado para a coleta detalhada de dados e análises precisas do conforto térmico. Além disso, o complexo, organizado em três módulos, teve o Módulo III selecionado para o estudo (Figura 9) devido à sua facilidade de acesso e condições de segurança, além de ser considerado representativo para este tipo de análise.

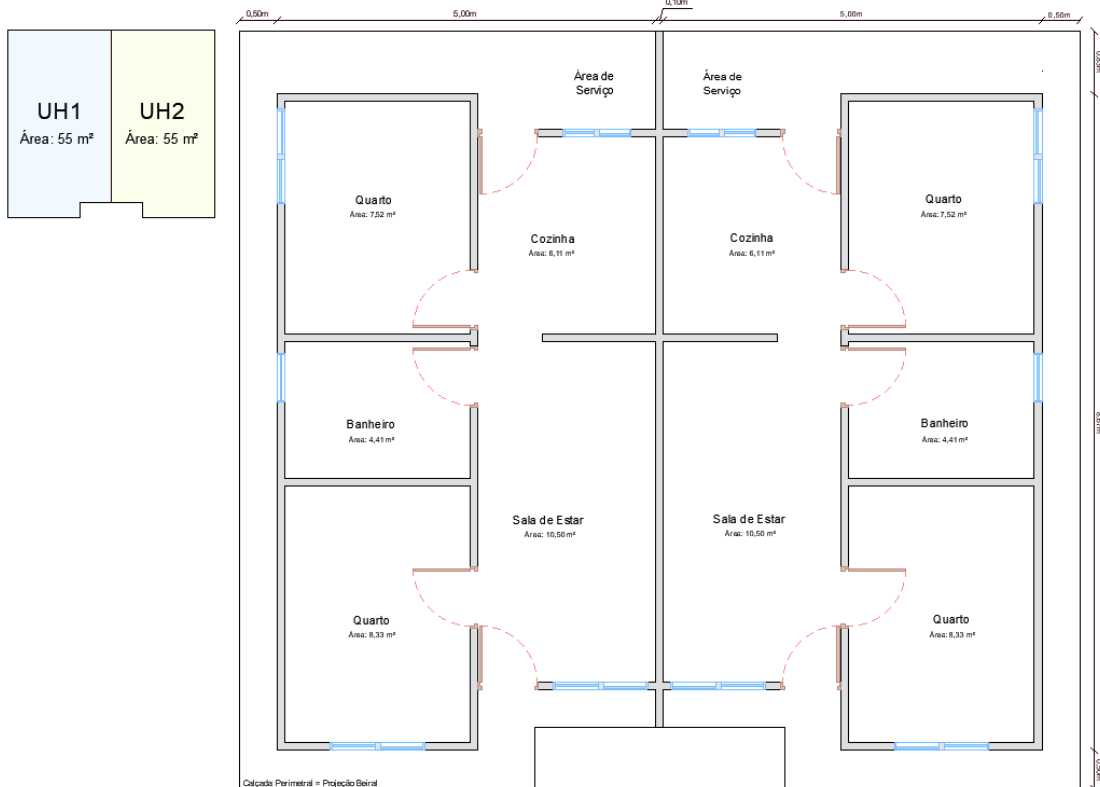
É fundamental ressaltar que todas as casas são geminadas – ocupam o mesmo lote, compartilham uma parede comum e possuem plantas simétricas que são apenas espelhadas – e seguem um único padrão construtivo, sem variações tipológicas, abrangendo uma área total de cerca de 55 m² cada. As Figuras 10 e 11 ilustram, respectivamente, a planta baixa de uma residência unifamiliar geminada e uma representação detalhada de uma unidade habitacional, ambas criadas a partir de medições realizadas *in loco*.

Figura 9 – Delimitação Módulo III no Complexo Habitacional Aluizio Campos



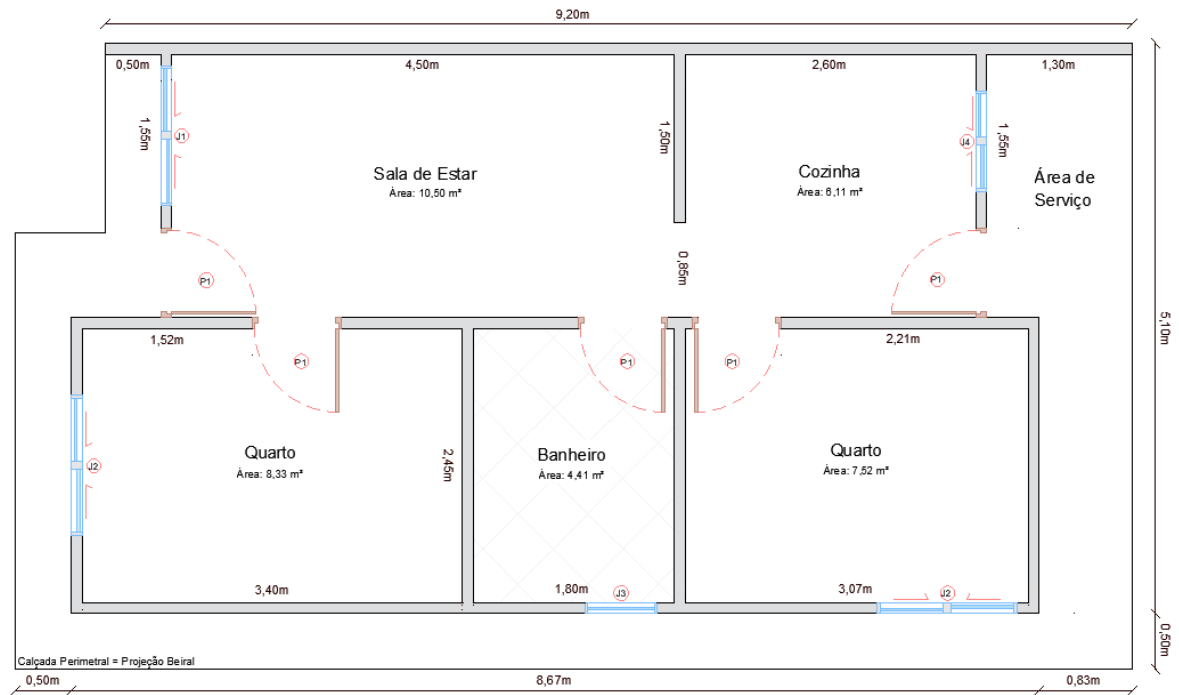
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 10 – Planta baixa da residência unifamiliar geminada



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 – Planta baixa detalhando uma unidade habitacional



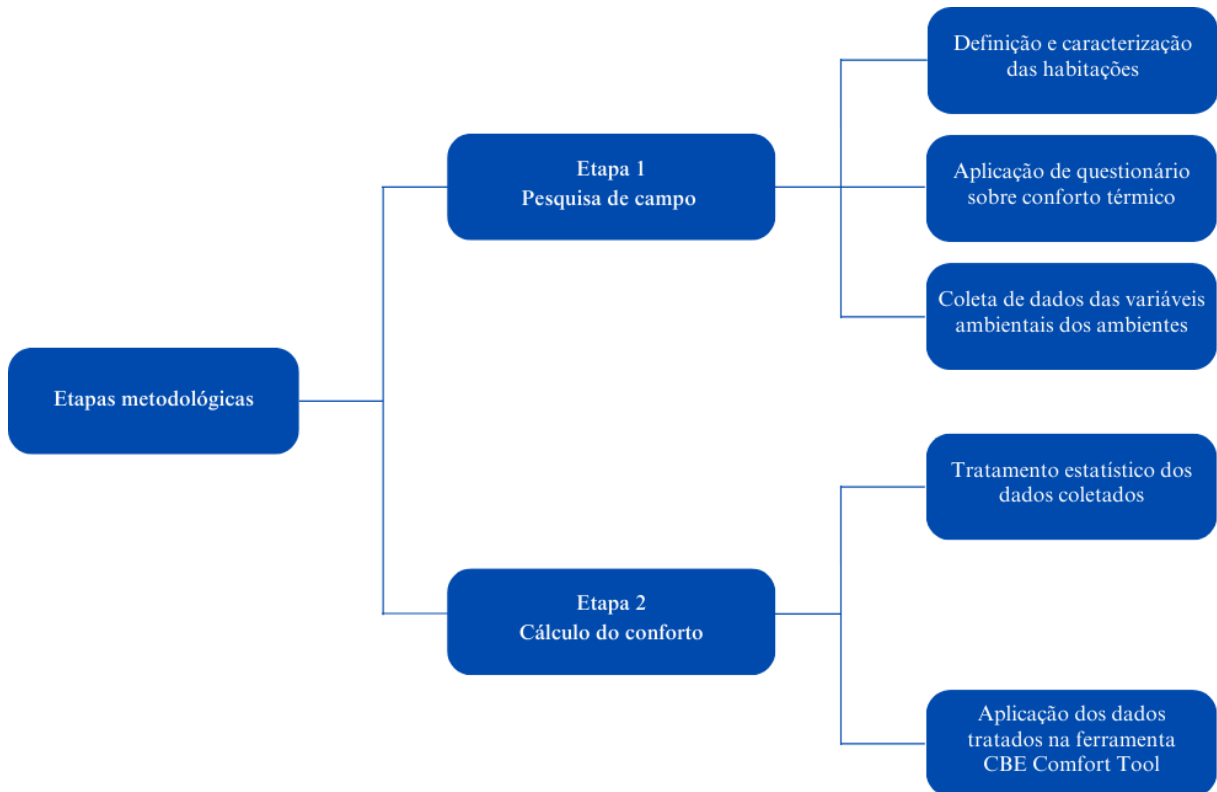
QUADRO DE ESQUADRIAS			
ID	Dimensões (L x A x P)	Tipo	Material
P1	0,80 x 2,10	Abrir	Madeira
J1	1,30 x 1,55 x 0,80	Correr	Alumínio e vidro
J2	1,25 x 1,15 x 1,20	Correr	Alumínio e vidro
J3	0,65 x 0,45 x 1,70	Abrir	Alumínio e vidro
J4	0,90 x 0,40 x 1,80	Correr	Alumínio e vidro

Fonte: Elaborada pelo autor.

5 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos desta pesquisa, adotou-se uma abordagem metodológica dividida em duas etapas distintas, conforme ilustrado na Figura 12. Inicialmente, realizou-se uma pesquisa de campo, que envolveu a caracterização detalhada da área de estudo, a coleta de dados por meio de questionários aplicados aos usuários das edificações e a utilização de equipamentos para registrar as variáveis ambientais dos ambientes. Em seguida, conduziram-se simulações computacionais utilizando a ferramenta CBE Comfort Tool, seguindo os protocolos estabelecidos pela Norma ANSI/ASHRAE 55:2023. Essa abordagem metodológica integrada permitiu uma avaliação abrangente e detalhada do conforto térmico nas habitações em estudo.

Figura 12 – Fluxograma das etapas metodológicas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1 Cálculo amostral e definição das amostras

Com o objetivo de assegurar a representatividade e confiabilidade das inferências nesta pesquisa, determinou-se a amostra de residências a serem avaliadas e a população alvo para responder aos questionários. Métodos estatísticos cuidadosamente selecionados foram aplicados, considerando as particularidades dos dados disponíveis.

Inicialmente, para estabelecer o tamanho da amostra de residências, aplicou-se um método estatístico destinado a populações finitas (Equação 4). Essa abordagem, fundamentada em dados concretos sobre o número de unidades residenciais na área de estudo, proporcionou um cálculo preciso da amplitude amostral, garantindo que a seleção das residências refletisse adequadamente a diversidade de condições habitacionais.

No entanto, a definição do número de participantes para os questionários enfrentou o desafio da ausência de dados precisos sobre a população residente. Diante dessa lacuna, adotou-se um método estatístico projetado para populações de tamanho desconhecido ou infinito, conforme a Equação 5. Essa estratégia garantiu que, mesmo sem informações exatas sobre o total de habitantes, a amostra populacional fosse robusta o suficiente para sustentar as análises e conclusões do estudo.

$$n = \frac{z^2 \times p \times q \times N}{e^2 \times (N - 1) + z^2 \times p \times q} \quad (4)$$

$$n = \frac{z^2 \times p \times q}{e^2} \quad (5)$$

Onde:

N = tamanho da população;

z = abscissa da distribuição normal padrão;

p = estimativa da proporção;

q = 1 - p;

e = erro amostral; e

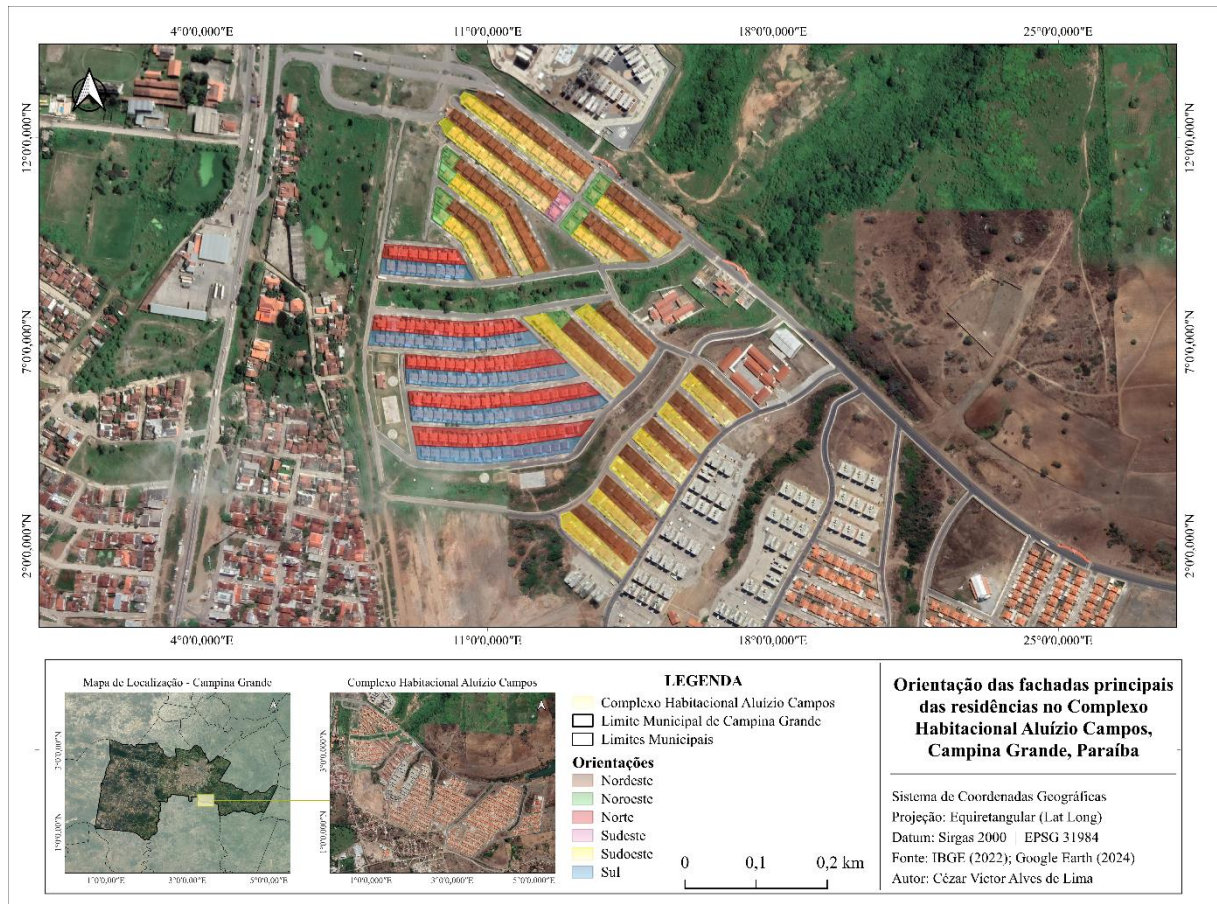
n = tamanho da amostra aleatória simples a ser selecionada da população.

Este estudo combinou métodos quantitativos e qualitativos para o dimensionamento da amostra, definindo um intervalo de confiança de 90% e uma margem de erro de 10%. Os parâmetros adotados incluíram uma proporção estimada de p = 50% e q = 50%, uma abscissa z da distribuição normal padrão de 1,65 e um erro amostral de 10%. Baseando-se em uma população de 760 residências, calculou-se que seriam necessárias 63 avaliações para assegurar a representatividade. Adicionalmente, estabeleceu-se uma amostra de 68 habitantes para responder aos questionários, fortalecendo a robustez dos dados coletados.

Posteriormente, procedeu-se à estratificação para selecionar as residências específicas a serem avaliadas. Inicialmente, a área de estudo foi segmentada de acordo com a orientação da fachada principal das residências, como ilustrado na Figura 13. Depois, determinou-se o

percentual de residências em cada orientação e aplicaram-se esses percentuais à amostra. Os resultados dessa distribuição estão detalhados na Tabela 2.

Figura 13 – Divisão da área de estudo de acordo com a orientação da fachada principal da residência



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 2 – Distribuição percentual das residências e definição das amostras por orientação no Complexo Habitacional Aluizio Campos

Orientação	Residências		Amostras
	Quantidade	Percentual (%)	
Nordeste	226	29,74	18
Sudoeste	223	29,34	18
Sul	147	19,34	12
Norte	142	18,68	11
Noroeste	18	2,37	2
Sudeste	4	0,53	2
Total	760	100,00	63

Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a estratificação da amostra, as residências foram numeradas e um sorteio aleatório selecionou as 63 unidades onde as condições de conforto térmico seriam avaliadas, conforme ilustrado na Figura 14.

Para assegurar a fluidez do processo de coleta de dados e superar possíveis obstáculos, estabeleceram-se critérios de substituição sistemáticos e precisos, detalhados a seguir:

- i. Caso a residência inicialmente selecionada esteja indisponível, a avaliação ocorrerá na casa imediatamente à direita.
- ii. Se a última casa de uma orientação específica estiver inacessível, o procedimento será reiniciado na primeira casa da mesma orientação, continuando até que uma esteja disponível.
- iii. Quando a residência sorteada for um estabelecimento comercial, a avaliação se deslocará para a próxima unidade residencial à direita.
- iv. Para as residências com fachada voltada para o sudeste, que totalizam apenas quatro, se persistir a inacessibilidade mesmo após a aplicação do primeiro critério, as análises serão redirecionadas para as casas voltadas para o sul, iniciando pela primeira disponível.

Figura 14 – Residências selecionadas para avaliação do conforto térmico



5.2 Procedimentos de coleta de dados

5.2.1 Coleta de dados de percepção dos moradores

A fase de coleta de dados sobre a percepção dos moradores constituiu um componente crítico para entender as condições de conforto térmico no Complexo Habitacional Aluizio Campos. Esse processo iniciou com visitas ao complexo, ocasião em que foram realizadas interações com moradores, assistente social e líderes comunitários, que forneceram informações valiosas e ajudaram a identificar questões relevantes para a pesquisa.

Em seguida, foram conduzidas entrevistas aos moradores utilizando um questionário desenvolvido pelos pesquisadores do Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da UEPB. Este instrumento, descrito em detalhe no Apêndice A, foi projetado para abranger uma vasta gama de informações sobre os moradores e suas percepções de conforto térmico.

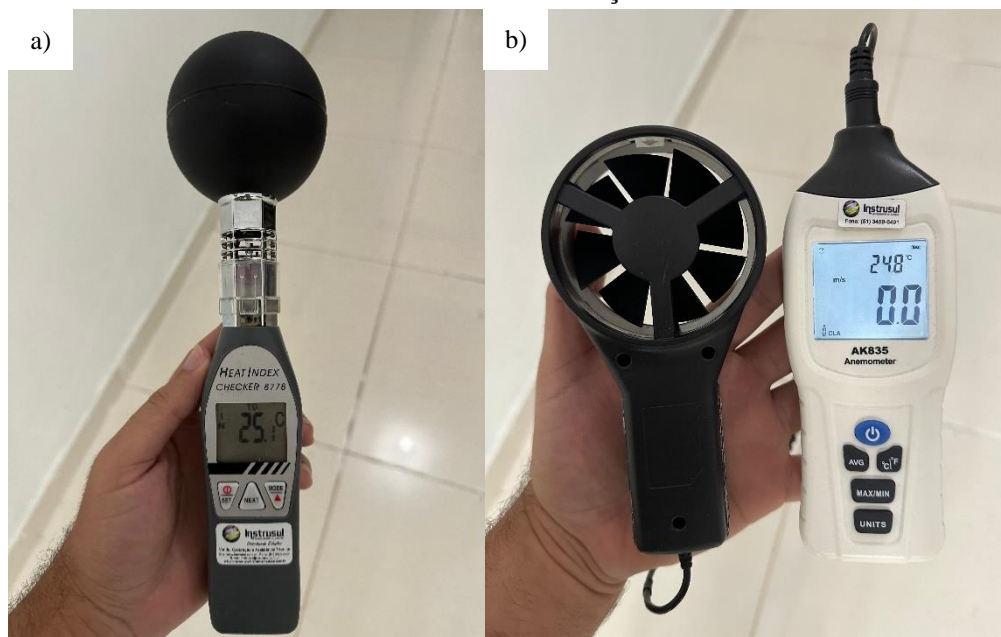
O questionário foi estruturado em quatro partes principais, começando com a coleta de dados demográficos dos entrevistados, incluindo idade, sexo, estatura, peso, tempo de residência e número de moradores, estabelecendo um contexto essencial para as análises seguintes. A segunda parte concentrou-se na percepção dos moradores acerca da temperatura e da ventilação em suas residências, explorando quais cômodos eram percebidos como mais ou menos quentes ao longo do dia e durante a noite.

Na terceira parte, foram investigados os hábitos cotidianos dos moradores para lidar com o calor, incluindo o uso de ventiladores e estratégias para reduzir a sensação de calor, além de identificar os cômodos com maior permanência, fornecendo dados sobre comportamentos adaptativos e preferências relacionadas ao conforto térmico. A última parte focou na sensação térmica atual dos moradores e suas preferências de vestuário, elementos necessários para calcular o PMV, que é essencial para correlacionar as condições de conforto térmico percebidas com as condições reais nas residências.

5.2.2 Ensaios de conforto térmico

Os ensaios de conforto térmico realizados nas residências do Complexo Habitacional Aluizio Campos buscaram obter dados objetivos sobre as condições térmicas, utilizando-se para isso equipamentos especializados fornecidos pelo Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da UEPB. Nesse caso, foram utilizados um termômetro de globo, modelo WBGT 8778, e um anemômetro, modelo AK835.

Figura 15 – Termômetro de globo (a) e termoanemômetro digital com sensor externo (b) utilizados nas medições



Fonte: Elaborada pelo autor.

As variáveis térmicas mensuradas incluíram a temperatura do ar (TA), a temperatura de globo preto (TG), a umidade relativa (UR) e o índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG), todas fundamentais para a representação das diferentes modalidades de transferência de calor e percepção térmica nos ambientes. A temperatura do ar (TA) é uma variável, que influencia diretamente a transferência de calor por convecção e envolve o aquecimento do ar em contato com a pele, permitindo a movimentação e a transferência de calor do corpo para o ambiente. A temperatura de globo preto (TG), por sua vez, reflete a radiação térmica, avaliando a transferência de calor por radiação entre as superfícies e os ocupantes, considerando tanto a temperatura do ar quanto a radiação das superfícies próximas (Callejas; Bianchi, 2022).

A umidade relativa (UR) representa a quantidade de vapor d'água no ar, influenciando a transferência de calor por evaporação; níveis altos de umidade podem diminuir a eficácia do resfriamento do corpo pela evaporação do suor (Callejas; Bianchi, 2022). O índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG) integra a temperatura do ar, a temperatura de globo e a umidade relativa, fornecendo uma avaliação compreensiva do estresse térmico e do conforto térmico dentro de um ambiente (Callejas; Bianchi, 2022; Cruz, 2021).

O IBUTG é particularmente importante para avaliar o estresse térmico, com seu cálculo ajustado para ambientes internos ou externos, conforme demonstrado nas Equações 6 e 7.

$$\text{IBUTG}_{\text{interno}} = 0,7 \text{ TBn} + 0,3 \text{ TG} \quad (6)$$

$$\text{IBUTG}_{\text{externo}} = 0,7\text{TBn} + 0,1\text{TBs} + 0,2 \text{ TG} \quad (7)$$

Onde:

$\text{IBUTG}_{\text{interno}}$ = Índice de bulbo úmido e temperatura de globo para ambientes internos;

$\text{IBUTG}_{\text{externo}}$ = Índice de bulbo úmido e temperatura de globo para ambientes externos;

TBn = Temperatura de bulbo úmido natural;

TBs = Temperatura de bulbo úmido seco; e

TG = Temperatura de globo.

Com o objetivo determinar o melhor horário para os ensaios de conforto térmico, foi realizado um monitoramento preliminar das grandezas térmicas. As leituras foram feitas a cada 30 minutos, das 08h às 19h, em uma residência no módulo II do complexo habitacional. Este monitoramento ocorreu nesta residência, fora da área delimitada para estudo, porque foi a única que tivemos acesso e que ofereceu condições adequadas para a instalação segura dos equipamentos durante todo o dia, garantindo a integridade dos dados coletados.

Esse monitoramento, realizado em triplicata, estabeleceu um perfil horário que permitiu identificar o pico de temperatura, auxiliando na determinação do melhor horário para a realização dos ensaios nas demais residências. O *software* HandHeld, desenvolvido pela empresa AZ Instrument Corp, foi utilizado para garantir a precisão e a consistência dos dados coletados.

Figura 16 – Equipamento utilizado para o monitoramento preliminar das variáveis ambientais



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após definir o horário ideal, os ensaios de conforto térmico foram executados em triplicata, visando garantir a repetibilidade e a robustez dos dados obtidos. A necessidade de realizar medições triplicadas se justifica pela intenção de validar os dados coletados e assegurar que as variações observadas não sejam resultado de flutuações pontuais, mas sim representativas das condições típicas das residências.

Os ensaios foram realizados no mês de maio, período do outono, abrangendo medições em ambientes internos e externos das residências. Internamente, as medições ocorreram na sala de estar, local onde os moradores passam grande parte do tempo, enquanto as medições externas foram efetuadas a cada 20 minutos, permitindo uma comparação direta e consistente com os dados internos. Para ambos os casos, os sensores foram posicionados a 0,75m acima do nível do piso e, após um período de estabilização, eram registrados dados da temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa, IBUTG e velocidade do vento, proporcionando uma avaliação comparativa detalhada das condições ambientais.

Os dados coletados nesses ensaios foram posteriormente comparados com as respostas dos questionários aplicados aos moradores, permitindo uma análise cruzada entre as percepções subjetivas de conforto térmico e as condições ambientais objetivas.

5.3 Análise de resultados

A análise dos resultados obtidos nos ensaios de conforto térmico, bem como das respostas aos questionários aplicados aos moradores do Complexo Habitacional Aluizio Campos, foi realizada de maneira detalhada e sistemática. Esse processo foi dividido em duas etapas principais: o tratamento estatístico dos dados coletados e a aplicação desses dados em uma ferramenta especializada para o cálculo do conforto térmico.

5.3.1 Tratamento estatístico dos dados coletados

O tratamento estatístico dos dados foi crucial para assegurar a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos nesta pesquisa. Todos os dados coletados em campo foram inicialmente organizados e tabulados usando planilhas eletrônicas no *software* Excel. Essa etapa preliminar incluiu a aplicação de análises estatísticas descritivas para resumir e caracterizar os principais parâmetros amostrais, como médias e desvios padrões. Essas análises proporcionaram uma visão geral das variáveis ambientais, incluindo temperatura do ar, temperatura de globo, umidade relativa, velocidade do ar e IBUTG, fornecendo uma compreensão clara das condições térmicas prevalentes.

Em relação aos dados sobre atividades desenvolvidas no ambiente e o nível de vestimenta dos participantes, não foi necessário um tratamento estatístico adicional, uma vez

que a mesma condição foi considerada para todos os participantes, conforme estabelecido pela norma ANSI/ASHRAE 55:2023.

Os demais dados coletados por meio do questionário foram submetidos a tratamentos estatísticos adicionais, incluindo a determinação de médias, desvio padrão, valores mínimos e máximos. Essa abordagem não só consolidou o entendimento dos dados demográficos e das percepções de conforto térmico, mas também facilitou a identificação de padrões e tendências significativas.

5.3.2 Aplicação dos dados na ferramenta CBE Comfort Tool

Para uma análise aprofundada das condições térmicas no Complexo Habitacional Aluizio Campos, foi empregada a ferramenta CBE Comfort Tool, do Center for the Built Environment da University of California, Berkeley. Recomendada por pesquisadores do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) – Universidade Federal de Santa Catarina – essa ferramenta é desenvolvida para executar cálculos de conforto térmico alinhados ao padrão ASHRAE 55-2023. Destinada a ser uma plataforma gratuita e acessível para profissionais e projetistas, a CBE Comfort Tool facilita a visualização da zona de conforto e dos índices PMV e PPD, conforme estabelecido pela norma ASHRAE Standard 55-2023.

A utilização da CBE Comfort Tool permite a geração de relatórios sobre o índice de conforto térmico e as trocas de calor corporal, sem necessidade de cálculos complexos, como os de balanço energético e PMV. Essa metodologia, enriquecida pelos dados coletados, possibilitou traduzir comportamentos térmicos dos ambientes investigados, cujos resultados serão expostos na próxima seção.

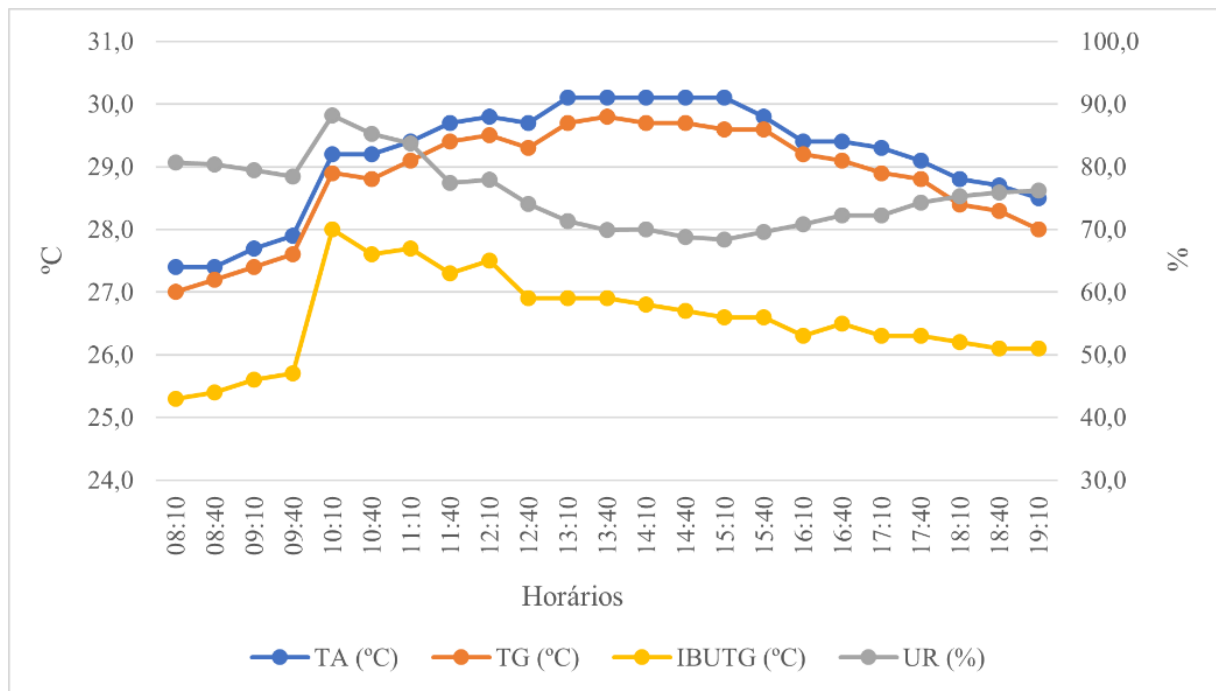
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, será discutido os resultados obtidos durante a etapa de coleta de dados em campo e cálculo do conforto, fundamentais para atingir os objetivos deste trabalho. Os dados das residências selecionadas foram cuidadosamente analisados, e uma discussão abrangente dos resultados será conduzida, com especial atenção à orientação das fachadas das habitações.

6.1 Monitoramento preliminar

No estágio inicial desta pesquisa, realizou-se um monitoramento preliminar das variáveis ambientais dentro de uma residência escolhida no Complexo Habitacional Aluizio Campos. Esse processo teve como objetivo fundamental desenvolver um perfil horário das condições térmicas, que serviu para orientar a execução dos ensaios de conforto térmico que se seguiram. Os dados coletados (Figura 17) ofereceram uma visão detalhada das variações diárias de temperatura e umidade dentro da habitação. Esse entendimento aprofundado permitiu não apenas identificar padrões relevantes, mas também instrumentalizar a programação dos ensaios subsequentes, otimizando a coleta de dados e maximizando a eficácia das análises de conforto térmico.

Figura 17 – Variação das variáveis ambientais no monitoramento preliminar das unidades habitacionais



Fonte: Elaborada pelo autor.

Conforme ilustrado na Figura 17, a temperatura do ar (TA) apresentou um padrão de elevação gradual ao longo da manhã, atingindo seu pico a partir de 9:40, com valores próximos a 30°C, seguido por um declínio suave até o final do dia. Esse comportamento é típico de regiões tropicais, onde as temperaturas tendem a subir durante o dia devido à radiação solar intensa, além disso, picos de TA durante as horas mais quentes do dia indicam um potencial desconforto térmico para os moradores, especialmente em ambientes internos sem ventilação adequada.

A análise da temperatura de globo (TG), que incorpora tanto a radiação térmica quanto a temperatura do ar, revela um padrão de comportamento similar ao da temperatura do ar (TA). Ambas as temperaturas aumentam progressivamente ao longo da manhã, atingindo picos durante o período de maior radiação solar. No entanto, é notável que os valores de TG, apesar de seguirem a tendência de aumento da TA, permanecem consistentemente um pouco inferiores.

Por sua vez, a umidade relativa (UR) apresentou uma tendência decrescente ao longo do dia, iniciando acima de 80% pela manhã e diminuindo para aproximadamente 65% no final da tarde. A alta UR no início do dia pode ser atribuída à evapotranspiração e à menor temperatura do ar durante a madrugada. À medida que o dia avança e a temperatura do ar aumenta, a umidade relativa tende a diminuir. Isso acontece porque o ar quente tem capacidade para conter uma maior quantidade de vapor d'água, o que se deve ao aumento da energia cinética das moléculas de água, ampliando sua capacidade de retenção de vapor (Trindade; Pereira Filho, 2024). Essas variações na umidade relativa impactam diretamente a sensação térmica dos moradores, potencializando o desconforto durante os períodos mais quentes.

O índice de bulbo úmido e temperatura de globo (IBUTG), representado pela linha amarela no gráfico, atingiu seu valor máximo por volta das 10:10 e depois apresentou uma leve queda, estabilizando-se em torno de 27°C durante o período mais quente do dia. O IBUTG é um índice crucial para avaliar o conforto térmico, pois combina a temperatura do ar, a radiação térmica e a umidade relativa, proporcionando uma medida mais abrangente da carga térmica percebida pelos indivíduos.

Com base na análise detalhada dos dados monitorados, o horário ideal para realizar os ensaios de conforto térmico foi identificado como sendo entre 09h e 15h. Este intervalo foi escolhido por abranger as horas em que as temperaturas do ar (TA) e de globo (TG) alcançam seus valores máximos refletindo as condições mais extremas de calor.

Durante esse mesmo período, observa-se uma diminuição significativa na umidade relativa (UR), que cai para os seus níveis mais baixos. Essa redução na UR, combinada com

altas temperaturas, intensifica a sensação de desconforto térmico. Embora a baixa UR promova uma evaporação mais rápida do suor, facilitando o resfriamento inicial do corpo, ela também pode causar uma sensação de secura e desidratação, especialmente quando o calor é extremo, o que pode não proporcionar alívio suficiente e levar a uma percepção aumentada de desconforto (Arsad *et al.*, 2023).

Além disso, o índice de bulbo úmido e termômetro de globo (IBUTG), que considera a temperatura do ar, a temperatura de globo e a umidade relativa, atinge seus valores mais elevados dentro desse mesmo intervalo de tempo. Os altos valores de IBUTG registrados destacam as condições de estresse térmico acentuado, sublinhando a necessidade de uma avaliação cuidadosa e de planejamento de intervenções para mitigar o desconforto térmico.

Portanto, a escolha desse horário é estratégica e justificada pela necessidade de capturar as condições de maior estresse térmico, considerando a interação complexa entre as variáveis ambientais.

6.2 Análise das variáveis pessoais

Para uma compreensão aprofundada dos participantes deste estudo, a Tabela 3 apresenta dados detalhados sobre suas características pessoais. Essas informações são essenciais para contextualizar os resultados, sendo organizadas de forma a fornecer uma visão abrangente dos perfis dos indivíduos envolvidos na pesquisa.

Tabela 3 – Resumo estatístico dos dados pessoais dos participantes da pesquisa

Perguntas	Tratamento estatístico	Respostas
Gênero	Masculino	19 (27,94%)
	Feminino	49 (72,06%)
Idade (anos)	Máxima	69
	Mínima	14
	Média	37,12
	Desvio Padrão	14,11
Estatura (m)	Máxima	1,83
	Mínima	1,40
	Média	1,61
	Desvio Padrão	0,10
Peso (kg)	Máximo	107
	Mínimo	44
	Média	69,40
	Desvio Padrão	14,52
Tempo de residência (meses)	Máximo	55
	Mínimo	2
	Média	47,52
	Desvio Padrão	16,54
Número de moradores na residência	Máximo	9
	Mínimo	1
	Média	3,63
	Desvio Padrão	1,59

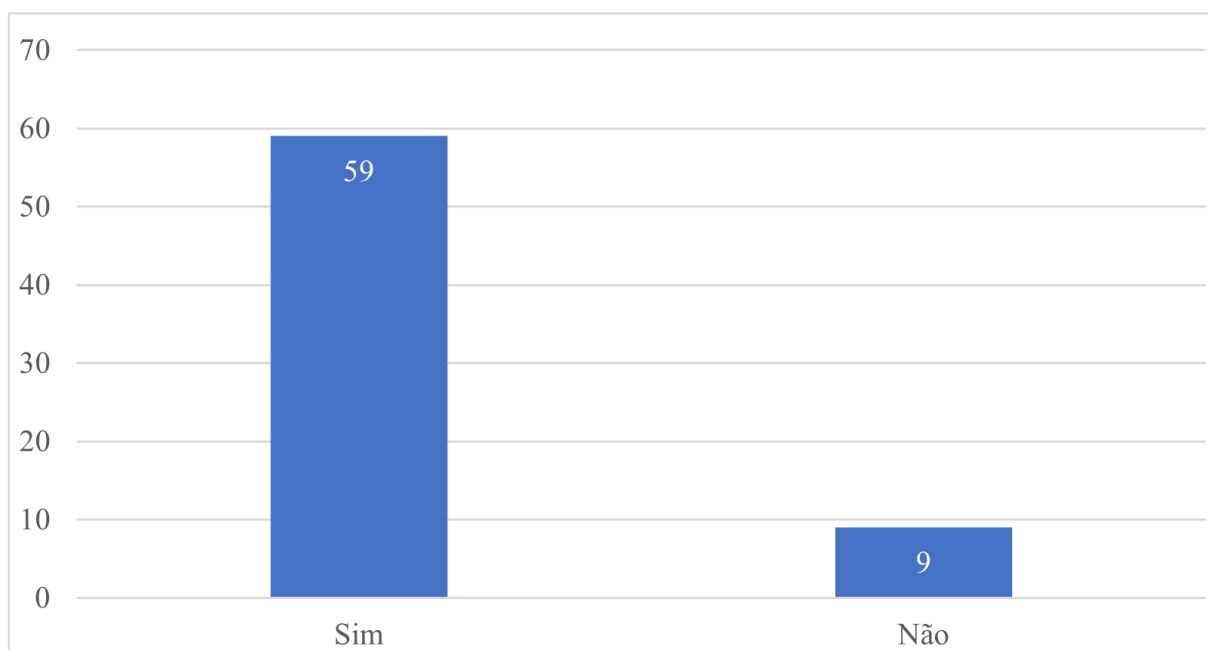
Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise do perfil dos participantes envolvidos nesta pesquisa indica uma predominância feminina, com a idade média situando-se em 37,12 anos. Esses participantes, em sua maioria, dedicam-se integralmente às atividades domésticas sem qualquer remuneração, permanecendo em casa durante todos os turnos ao longo da semana. Os moradores apresentavam condições normais de saúde e, antes de responder ao questionário, estavam envolvidos em atividades de baixa taxa metabólica, como assistir televisão, dormir ou realizar tarefas domésticas simples, tais como varrer a casa e lavar louça ou roupas.

Além disso, os participantes habitam suas residências há cerca de 47,52 meses, ou aproximadamente quatro anos, o que sugere uma adaptação às condições térmicas do ambiente.

Contudo, apesar dessa longa estadia, a maioria dos moradores, 86,74% (59 pessoas), relata perceber suas casas como sendo quentes, conforme ilustrado na Figura 18. Em contraste, apenas 13,24% (9 pessoas) não percebem suas residências dessa maneira. Essa predominância de percepções de calor sugere um desafio significativo de conforto térmico nas habitações de interesse social, apontando para uma possível ineficácia das estratégias de mitigação de calor empregadas nessas construções.

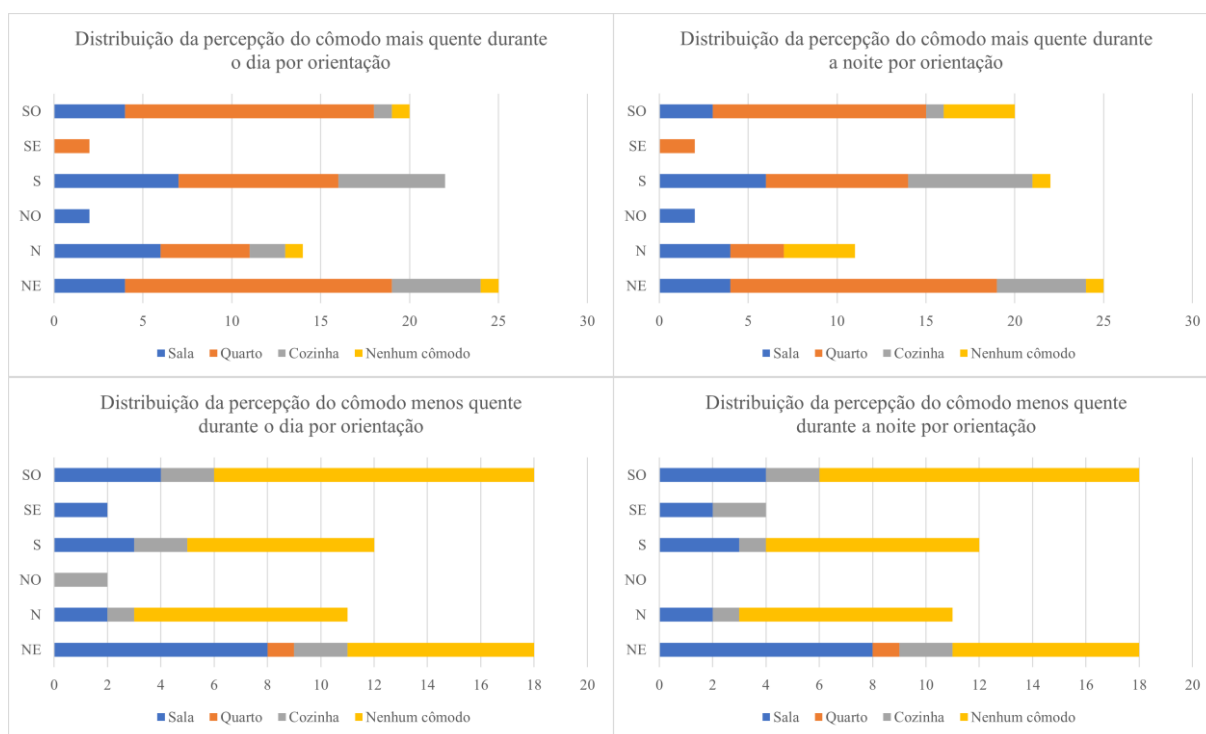
Figura 18 – Percepção de calor na unidade habitacional



Fonte: Elaborada pelo autor.

No que se refere à percepção dos moradores quanto aos cômodos, os resultados dos questionários aplicados revelam percepções variadas sobre quais cômodos são considerados mais quentes ou menos quentes durante o dia e à noite, como mostrado na Figura 19.

Figura 19 – Percepção dos moradores quanto aos cômodos nas unidades habitacionais por orientação da fachada e período do dia



Fonte: Elaborada pelo autor.

A planta baixa da unidade habitacional, ilustrada na Figura 11, mostra a disposição dos cômodos com duas janelas na fachada frontal (Norte) e duas janelas na fachada lateral (Oeste), com porta e janela adicionais na parte traseira (Sul). A observação dessa configuração é importante para as análises a seguir.

Durante o dia, os quartos são frequentemente apontados como os cômodos mais quentes, especialmente nas orientações Nordeste e Sudoeste. Isso pode ser atribuído à exposição direta à radiação solar durante a maior parte do dia, considerando que as janelas dos quartos voltadas para essas direções recebem a maior quantidade de luz solar matinal e da tarde, respectivamente. As janelas voltadas para o Norte e Oeste também contribuem para o aquecimento dos quartos, especialmente no período da tarde, quando o sol está mais intenso.

À noite, esses mesmos quartos permanecem quentes devido ao calor acumulado ao longo do dia, um fenômeno amplificado pela insuficiente ventilação cruzada e pela orientação das janelas, que não facilita a dissipação eficiente do calor.

Contrastando, as salas, especialmente aquelas com janelas voltadas para o Nordeste, são consideradas menos quentes durante o dia, possivelmente devido à melhor ventilação e à menor exposição solar direta nas tardes, quando o sol já está em posição mais alta e se deslocando para

o Oeste. Entretanto, em algumas orientações como Sudoeste e Norte, a sensação de calor persiste em todos os cômodos, indicando desconforto térmico contínuo durante o dia.

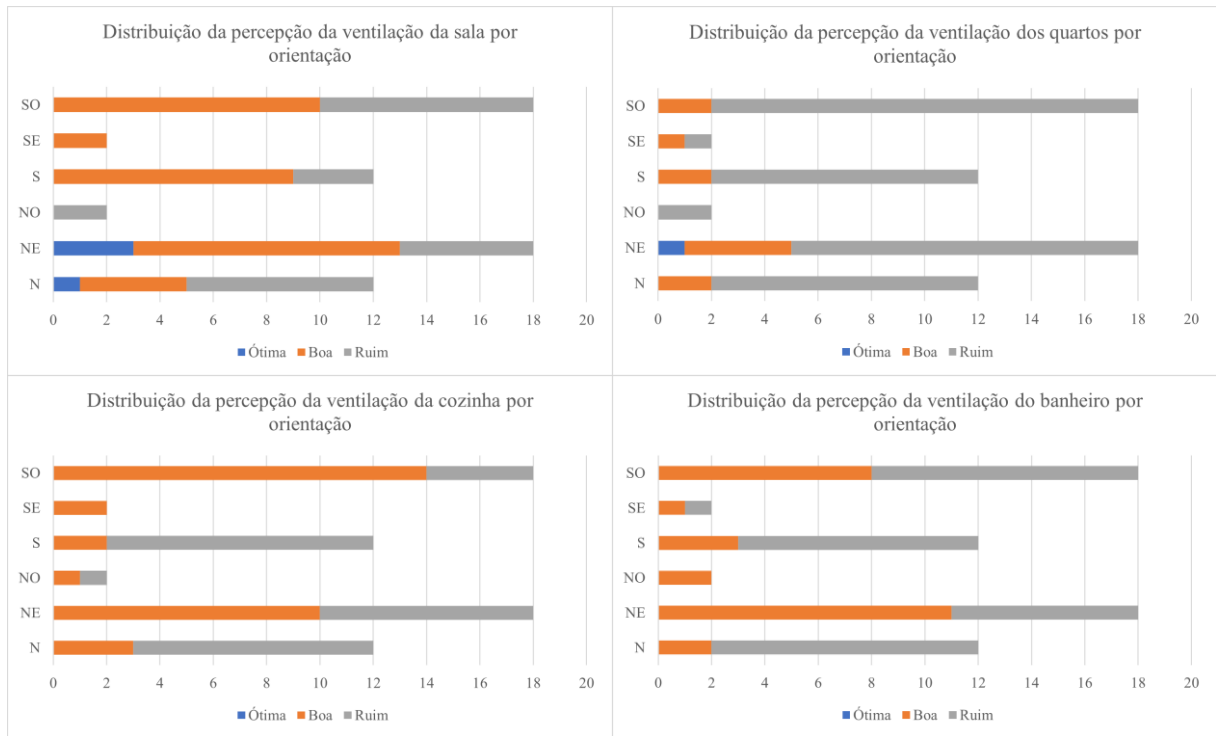
A frequência de respostas indicando "nenhum cômodo" sugere que, para muitos moradores, não há um alívio significativo do calor em nenhum cômodo durante a noite, o que é um ponto crítico para o conforto térmico.

Esta variação na percepção térmica, influenciada pela orientação dos cômodos e pela radiação solar recebida, enfatiza a necessidade de abordagens que considerem a orientação solar e o isolamento térmico. Os quartos voltados para o Nordeste e Sudoeste, por exemplo, acumulam calor significativo, impactando negativamente o conforto durante todo o dia e estendendo-se pela noite. Isso destaca a crítica necessidade de melhorias no design e na estrutura das habitações para mitigar os efeitos da radiação solar e maximizar o conforto dos moradores.

Considerando que, conforme Scherer e Masutti (2019), a ventilação natural é uma estratégia arquitetônica essencial para promover a circulação natural do ar, oferecendo benefícios ambientais e promovendo a sustentabilidade, o questionário incluiu perguntas específicas sobre a ventilação dos cômodos na unidade habitacional.

Analisando a Figura 20, verifica-se que a percepção de ventilação varia significativamente entre os diferentes cômodos e orientações das residências. A análise seguinte levou em conta a direção predominante dos ventos em Campina Grande, que é Sudeste (SE), conforme as Normas Climatológicas (1981-2010) (INMET, 2018).

Figura 20 – Percepção dos moradores quanto à ventilação dos cômodos nas unidades habitacionais por orientação da fachada



Fonte: Elaborada pelo autor.

A análise revela que, nas orientações Nordeste e Sul, a sala é frequentemente percebida como bem ventilada, uma observação que pode ser atribuída à eficácia da ventilação cruzada proporcionada pelas janelas. No entanto, a ventilação é considerada inadequada nas orientações Norte e Noroeste, indicando a necessidade de melhorias na circulação do ar. A fachada Sudeste recebeu avaliações positivas, o que é alinhado com a influência benéfica da direção predominante dos ventos.

Nos quartos, as orientações Norte e Nordeste foram amplamente criticadas por sua pobre ventilação, provavelmente devido à ineficácia da ventilação cruzada e ao posicionamento desfavorável das janelas. Isso resulta em um acúmulo de calor, exacerbando o desconforto térmico, especialmente à noite. Por sua vez, as orientações Sudeste e Sudoeste também demonstraram desafios de ventilação, sugerindo problemas no projeto da habitação que impede uma circulação de ar eficiente.

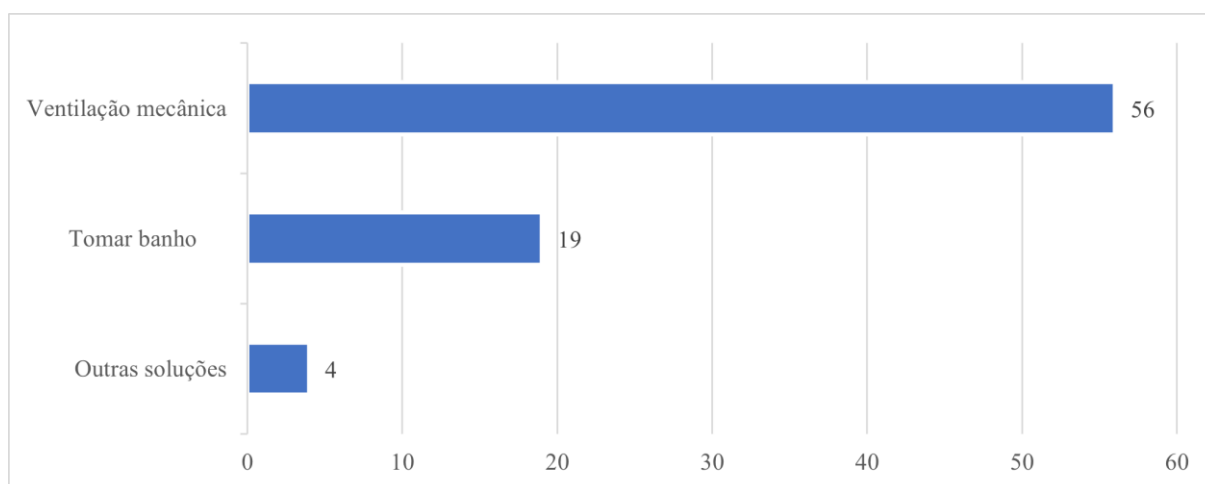
A ventilação da cozinha foi bem avaliada na orientação Sudoeste, onde a maioria dos moradores classificou a ventilação como boa. Essa percepção positiva pode ser atribuída à disposição das janelas que facilitam a ventilação cruzada. Em contraste, nas orientações Norte e Sul, a ventilação foi predominantemente classificada como "ruim", indicando que a circulação

de ar é inadequada e possivelmente agravada pelo calor gerado durante a cocção. A ventilação na orientação Sudeste foi considerada boa, beneficiando-se novamente da direção dos ventos.

Nos banheiros, as orientações Nordeste e Sudoeste se destacaram por uma boa ventilação, ao passo que as orientações Norte e Sudoeste enfrentaram críticas pela ventilação insuficiente, o que pode conduzir a problemas como umidade excessiva e mofo, além de desconforto térmico. A eficiência da ventilação nos banheiros é crucial, dado o potencial de condensação e a necessidade de expulsar odores e umidade.

Ao responderem sobre as estratégias utilizadas para mitigar a sensação de calor, os moradores do Complexo Habitacional Aluizio Campos indicaram preferências claras, conforme apresentado na Figura 21. Notavelmente, 82,35% dos participantes afirmaram usar ventiladores, ressaltando a relevância da ventilação mecânica para o conforto térmico e revelando uma percepção generalizada de que a ventilação natural é insuficiente para manter condições térmicas confortáveis. Essa observação é confirmada pelas avaliações de ventilação em diferentes cômodos, onde muitos apontaram falhas, especialmente em faces voltadas para o Norte e Nordeste.

Figura 21 – Ações adotadas pelos moradores para reduzir o desconforto térmico



Fonte: Elaborada pelo autor.

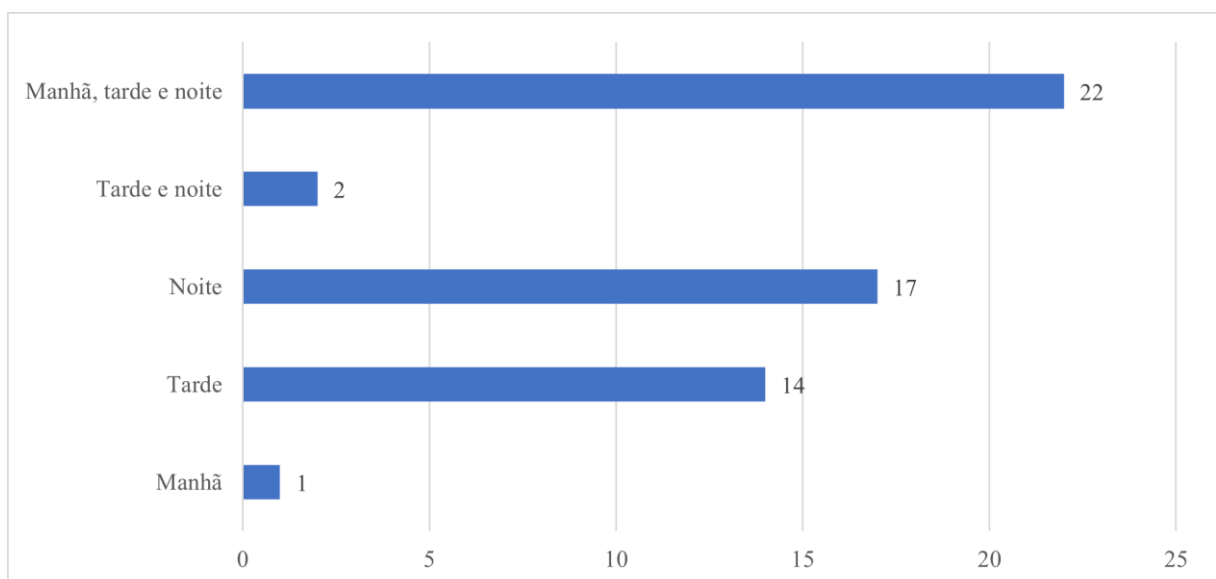
Por outro lado, 27,94% dos moradores recorrem a banhos frequentes como forma de alívio imediato do calor, uma medida que, embora efetiva temporariamente, sublinha a gravidade do desconforto térmico enfrentado. Adicionalmente, 5,88% dos entrevistados mencionaram outras táticas, como abrir janelas, reduzir a quantidade de roupa ou mesmo buscar refúgio em áreas externas, estratégias estas que, apesar de variadas, destacam a busca contínua por condições mais amenas.

É relevante destacar que a escolha por não utilizar ventiladores, expressa por uma parcela dos moradores, está vinculada principalmente às restrições econômicas, tanto para a aquisição dos aparelhos quanto para o consumo de energia que acarretam. Esse fato realça não apenas as dificuldades financeiras, mas também a importância de considerar soluções de conforto térmico que sejam economicamente viáveis para essa população.

A análise dessas estratégias revela que, embora o uso de ventiladores seja predominante, ele não é uma solução definitiva ou sustentável, refletindo a necessidade de melhorias nas estratégias de ventilação natural. A promoção da ventilação cruzada, a instalação de janelas estrategicamente posicionadas para aproveitar a direção dos ventos predominantes e a implementação de técnicas de sombreamento, como brise e beirais amplos, poderiam diminuir a dependência de dispositivos mecânicos, contribuindo para a redução do consumo de energia e melhorando a eficiência térmica das residências.

Ao analisar o uso de ventilação mecânica, constata-se um padrão distinto no emprego de ventiladores pelos moradores ao longo do dia, conforme detalhado na Figura 22. Predominantemente, o uso de ventiladores intensifica-se durante as tardes (14 menções) e noites (17 menções), períodos nos quais a sensação de desconforto térmico se acentua devido às altas temperaturas ou ao calor acumulado ao longo do dia. Isso sublinha uma falha na ventilação natural, que parece insuficiente para dissipar o calor, implicando uma dependência contínua de ventilação mecânica para manter um ambiente confortável. Além disso, 22 moradores indicaram o uso do ventilador continuamente — pela manhã, tarde e noite —, o que ressalta a constância do desconforto térmico enfrentado.

Figura 22 – Frequência de uso de ventiladores por turno

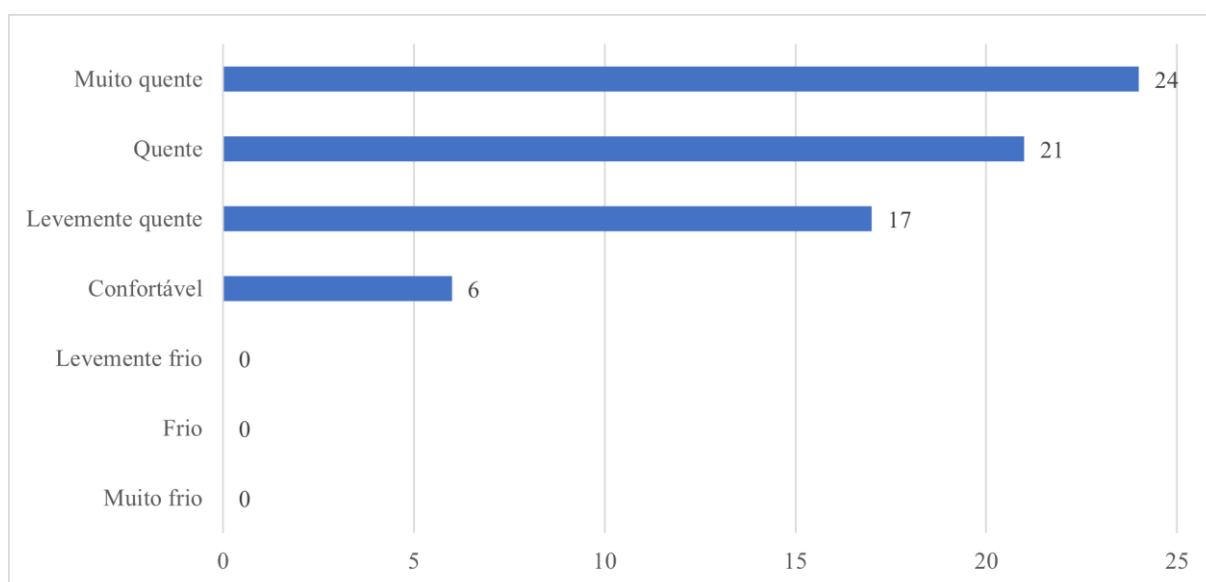


Fonte: Elaborada pelo autor.

Ademais, questionados sobre o uso de outros aparelhos para reduzir a sensação de calor além do ventilador, somente 5 residentes mencionaram usar ar-condicionado. Essa proporção limitada é provavelmente consequência do alto custo associado à aquisição e ao uso do ar-condicionado, o que espelha as dificuldades financeiras predominantes entre os moradores. Esse contexto enfatiza a dependência substancial de ventiladores para conforto térmico, evidenciando a importância de explorar soluções mais acessíveis e eficazes.

A avaliação da sensação térmica dos moradores, baseada na escala de Fanger, oferece uma perspectiva detalhada sobre o conforto térmico nas habitações. De acordo com os resultados, apenas 6 moradores relataram sentir-se confortáveis, enquanto 17 sentiram-se levemente quentes, 21 consideraram o ambiente quente e 24 descreveram-no como muito quente, conforme ilustrado na Figura 23.

Figura 23 – Frequência de votos de sensações térmicas



Fonte: Elaborada pelo autor.

Esta distribuição indica que cerca de 92% dos residentes experimentam algum grau de desconforto térmico, com muitos relatando extremo calor. Esses resultados corroboram com os estudos anteriores de Massaneiro, Santos e Villela Filho (2022), Passos (2016), e Silva *et al.* (2018), que evidenciam alta prevalência de desconforto térmico em habitações de interesse social. Fatores como ventilação insuficiente, isolamento térmico deficiente e a falta de consideração das condições climáticas locais são frequentemente citados como causas. A predominância de sensações térmicas de “quente” a “muito quente” destaca deficiências nas estratégias de resfriamento passivo, como a ventilação cruzada e o sombreamento adequado das

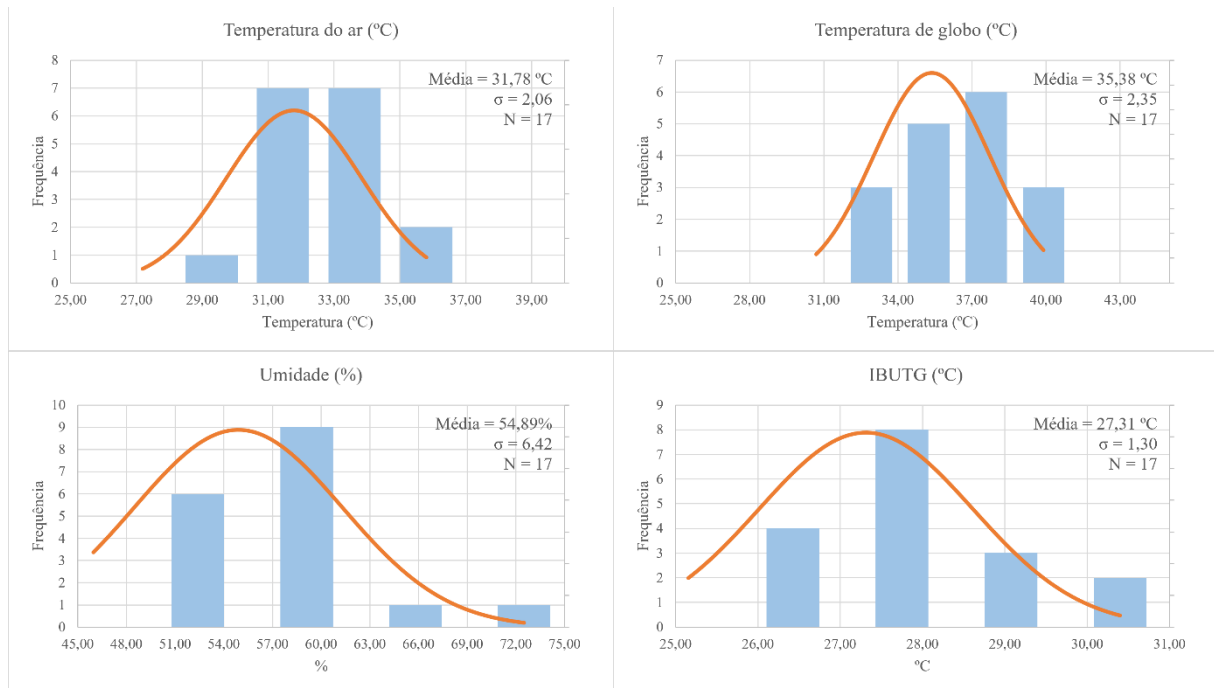
aberturas, fundamentais para manter uma temperatura interna agradável sem a dependência exclusiva da ventilação mecânica.

6.3 Análise das variáveis ambientais

Esta subsecção inicia-se com a apresentação dos dados coletados externamente às residências, uma etapa crucial para contextualizar as condições climáticas externas que influenciam diretamente o ambiente interno das habitações. A compreensão dessas variáveis externas permite uma análise mais acurada das medições internas e de suas implicações no conforto térmico dos moradores. Posteriormente, serão explorados os dados internos e discutida suas relações, culminando na avaliação dos índices de PMV e PPD que quantificam o conforto térmico percebido pelos residentes.

Os histogramas na Figura 24 ilustram as distribuições TA, TG, UR e IBUTG fornecendo um panorama das condições ambientais externas no Complexo Habitacional Aluizio Campos.

Figura 24 – Distribuição das variáveis ambientais externas no Complexo Habitacional Aluizio Campos



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os resultados indicam que a temperatura média do ar externo foi de 31,78°C, predominando valores entre 30°C e 34°C. Esta faixa de temperatura reflete uma exposição contínua ao calor, com potencial impacto direto no conforto térmico das residências. Apesar disso, a variabilidade dessas temperaturas mostrou-se moderada, sugerindo que a temperatura externa se manteve estável ao longo do período monitorado.

Em relação à temperatura de globo, que considera a radiação térmica, observou-se uma média mais alta, de 35,38°C, refletindo a intensidade da radiação solar direta e indireta, com a maioria dos registros variando entre 34°C e 38°C, o que pode agravar significativamente o desconforto térmico durante os períodos de maior radiação solar.

Esta elevação na temperatura de globo sublinha como a radiação é um dos fatores preponderantes no conforto térmico dentro das residências. A significativa influência da radiação solar, mensurada pela temperatura de globo, destaca-se no estudo de conforto térmico, pois, conforme Kolokotroni *et al.* (2018), a radiação solar é o aspecto que mais impacta no conforto térmico de uma residência, reforçando a necessidade de considerar esse elemento ao avaliar e projetar soluções para mitigar o calor.

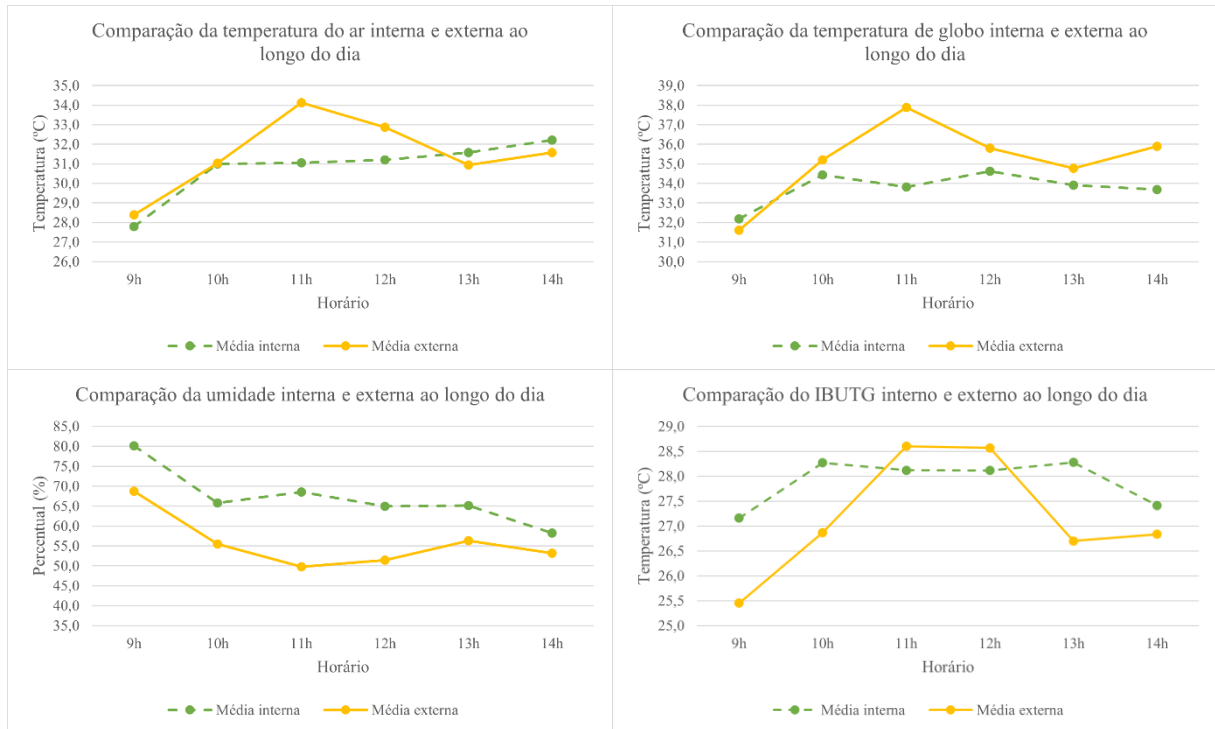
A umidade relativa do ar média foi de 54,89%, com as medições variando de 51% a 75%. Esses dados indicam uma umidade externa consideravelmente alta, capaz de intensificar a percepção de desconforto térmico. Contudo, a estabilidade da umidade ao longo do tempo revela que não ocorreram flutuações significativas, mantendo um nível constante que pode exacerbar a sensação de calor.

A alta umidade tende a piorar a sensação térmica nas pessoas, dado que um maior teor de umidade no ar reduz a eficácia da transpiração, que é um mecanismo chave pelo qual o corpo regula sua temperatura. Quando o ar está saturado de umidade, o suor evapora mais lentamente, o que pode fazer com que as pessoas se sintam mais quentes e desconfortáveis, especialmente em climas quentes (Abuhussain *et al.*, 2024). Estudos indicam que a umidade influencia significativamente o conforto térmico em ambientes internos, sendo fundamental considerar essas condições ao avaliar e planejar sistemas de climatização e ventilação para melhorar o conforto térmico (Arsad *et al.*, 2023).

Por fim, o IBUTG apresentou uma média de 27,31°C, com os valores do IBUTG concentrados entre 26°C e 28°C, refletindo um nível significativo de estresse térmico no ambiente externo. A baixa variação do IBUTG indica que o índice permaneceu estável, evidenciando a exposição contínua a condições térmicas desafiadoras.

Em relação às variáveis ambientais medidas no interior da residência, a Figura 25 apresenta uma comparação entre as grandezas registradas internamente e externamente. Importante notar que, durante o tratamento estatístico, não foram observadas variações significativas dessas variáveis entre as diferentes orientações, portanto, optou-se por calcular as médias de todos os ensaios e realizar comparações.

Figura 25 – Comparação das variáveis ambientais internas e externas ao longo do dia



Fonte: Elaborada pelo autor.

Analisando a Figura 25, com relação a temperatura do ar, nota-se que a temperatura externa apresentou um aumento significativo ao longo do dia, atingindo seu pico às 11h com aproximadamente 34°C. Em contrapartida, a temperatura interna exibiu uma variação mais estável, mantendo-se em torno de 31°C durante o dia. Este comportamento indica que as residências possuem algum nível de isolamento térmico, que atenua as flutuações extremas da temperatura externa.

No entanto, embora as habitações demonstrem algum nível de isolamento térmico, que atenua as flutuações extremas da temperatura externa, a temperatura interna ainda permanece acima da faixa ideal de conforto térmico estipulada entre 18°C e 29°C pelo diagrama de Givoni. Este fato sugere que, apesar do isolamento existente proporcionar uma moderação das variações térmicas, não é suficiente para manter as temperaturas internas dentro dos limites confortáveis em dias de calor intenso. Este cenário ressalta a necessidade de fortalecer as medidas de isolamento e considerar soluções adicionais de climatização para garantir um ambiente interno mais confortável, especialmente durante os períodos de maior incidência solar observados.

Levando em consideração a ventilação predominante de direção sudeste e a disposição das aberturas nas plantas baixas das residências, observa-se que a ventilação cruzada pode ter contribuído para a manutenção de temperaturas internas mais estáveis. Além disso, observou-se que, após o meio-dia, a temperatura externa começou a diminuir gradualmente, enquanto a

interna permaneceu praticamente constante, indicando que as habitações mantêm uma temperatura interna relativamente estável mesmo após a redução do calor externo.

Este comportamento já foi observado em pesquisas anteriores conduzidas em protótipos de habitações de interesse social, a nível de iniciação científica. Essas pesquisas incluíram duas investigações distintas: a primeira avaliou o desempenho de materiais alternativos em relação ao conforto térmico, enquanto a segunda focou no desempenho de materiais usados na cobertura dessas habitações. Ambos os estudos revelaram que o protótipo com tijolo cerâmico mantinha temperaturas mais elevadas durante os horários mais frios, indicando uma transmissão de calor mais gradual por esse material. O estudo que examinou o impacto dos materiais alternativos no conforto térmico foi detalhado por Martins (2022) em seu trabalho.

Ao analisar o comportamento da temperatura de globo ao longo do dia, é possível verificar que, inicialmente às 09h, a temperatura de globo interna era ligeiramente superior à externa, sugerindo que as residências começam o dia com uma acumulação de calor do dia anterior. Contudo, à medida que a manhã progredia, a temperatura externa aumentava rapidamente, alcançando um pico às 11h com aproximadamente 36°C, enquanto a interna mostrou um aumento mais moderado, estabilizando-se em torno de 34°C. Esse padrão indica que, apesar de certo grau de isolamento térmico, este não é totalmente eficiente em prevenir a acumulação inicial de calor.

A partir do meio-dia, a temperatura de globo externa começa a declinar gradualmente, enquanto a interna permanece mais estável. Este comportamento pode indicar uma limitação na eficácia das estratégias de ventilação e isolamento para dissipar o calor acumulado internamente, pois idealmente a temperatura interna deveria acompanhar a tendência de queda da temperatura externa. Logo, a persistência de temperaturas internas elevadas sugere que a ventilação cruzada e o isolamento térmico não estão sendo suficientemente eficazes para reduzir o calor interno, especialmente nos períodos de maior calor.

Especificamente após as 12h, ambas as temperaturas tendem a estabilizar-se, mas a interna permanece consistentemente elevada, embora ligeiramente inferior à externa. Este padrão reforça a necessidade de aprimoramento no isolamento e na ventilação para proporcionar um conforto térmico mais efetivo. A diferença relativamente pequena entre as temperaturas internas e externas durante os horários de pico destaca a urgência de melhorias nas estratégias de isolamento e ventilação.

Desse modo, é possível concluir que em condições externas adversas, as residências não conseguem manter condições internas confortáveis. O fato de que as temperaturas internas ainda atingem valores altos, em torno de 34°C, sugere que há margem para melhorias nas

estratégias de isolamento e ventilação. Adicionalmente, a orientação das aberturas e a ventilação natural, apesar de reduzirem a transferência de calor por radiação, não são suficientes para eliminar períodos de desconforto térmico nos horários mais quentes, apontando a necessidade de estratégias adicionais que melhorem o conforto dos moradores.

Com relação à umidade relativa do ar, inicialmente a umidade interna é significativamente maior que a externa, com valores de aproximadamente 78% e 68%, respectivamente. Conforme a manhã avança, a umidade externa diminui acentuadamente, alcançando um mínimo de 55% ao meio-dia, enquanto a variação interna é mais branda, estabilizando-se por volta de 70%. Durante a tarde, a umidade externa apresenta uma leve recuperação, atingindo 60% às 14h, em contraste com a umidade interna, que se mantém constante em torno de 68%, destacando uma persistente alta umidade interna.

A alta umidade interna constante, apesar das variações externas, pode ser atribuída à insuficiente ventilação, além das atividades internas que incluem cozinhar, tomar banho e a respiração dos moradores. Estes fatores apontam para a necessidade de intensificar a ventilação e adotar estratégias eficazes para a remoção de umidade, fundamentais para elevar o conforto térmico dos moradores.

Avaliando a dinâmica do Índice de Bulbo Úmido e Temperatura de Globo (IBUTG) ao longo do dia, nota-se que, inicialmente, o IBUTG interno é ligeiramente maior que o externo, com valores em torno de 27,5°C e 25,5°C, respectivamente, sugerindo que nas primeiras horas da manhã, as residências retêm calor e umidade, provavelmente devido à ventilação insuficiente durante a noite.

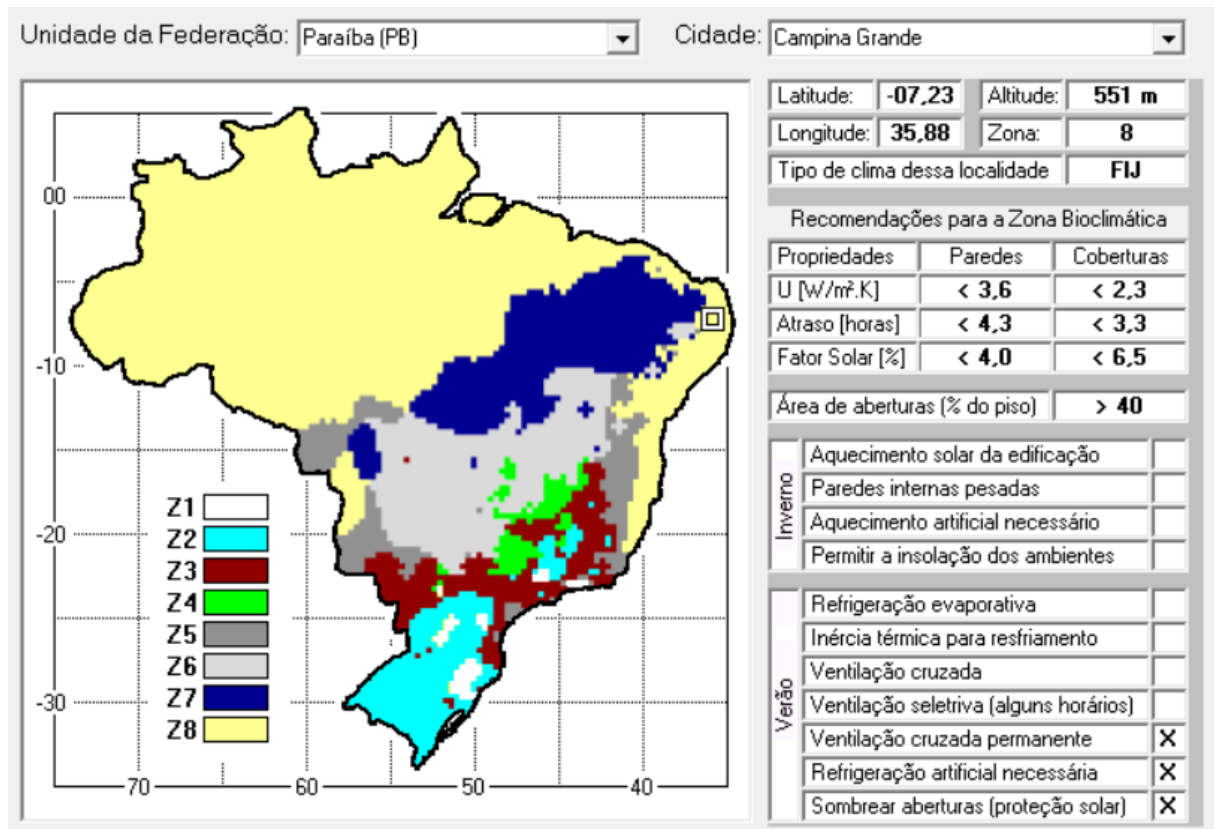
À medida que o dia avança, o IBUTG externo aumenta rapidamente, atingindo um pico de 28,5°C ao meio-dia, enquanto o interno se mantém mais estável, em torno de 28°C. Esse padrão sugere que, apesar de algum isolamento térmico, ele não previne completamente a acumulação de calor e umidade inicial. A temperatura de globo, que mede a radiação térmica, e a umidade relativa, que afeta a evaporação e o resfriamento corporal, contribuem significativamente para esse índice. Posteriormente, observa-se que, a partir do meio-dia, o IBUTG externo começa a declinar gradualmente, enquanto o interno mantém-se relativamente estável em torno de 28°C.

A persistência de valores elevados de IBUTG interno, mesmo com as flutuações externas, enfatiza a necessidade de melhorar as estratégias de ventilação e isolamento térmico. O IBUTG, que integra a temperatura do ar, a umidade relativa e a radiação térmica, revela um desconforto térmico pronunciado dentro das residências, culminando em um ambiente com considerável estresse térmico para os moradores.

Em síntese, a análise minuciosa do IBUTG fornece uma visão abrangente e precisa das condições de conforto térmico, essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes de mitigação do calor e para a melhoria geral da qualidade de vida dos residentes.

Campina Grande, situada na zona bioclimática 8, como ilustrado na Figura 26, possui recomendações bioclimáticas específicas para otimizar o conforto ambiental. Entre essas estratégias, destacam-se a necessidade de aberturas que superem 40% da área do piso para facilitar a ventilação, a implementação de ventilação cruzada contínua e o sombreamento eficaz das aberturas. Contudo, verifica-se que estas medidas não foram adequadamente incorporadas nas residências analisadas.

Figura 26 – Recomendações bioclimáticas para a zona bioclimática 8



Fonte: Adaptado do software ZBBR (2004).

Conforme observado, as aberturas em todos os cômodos apresentam uma proporção inferior a 40% da área do piso, o que restringe a renovação do ar e limita a eficácia da ventilação. Além disso, a ventilação cruzada, essencial para uma circulação de ar eficiente, é comprometida em muitas residências devido ao receio dos moradores em deixar portas e janelas abertas, por causa de problemas com segurança. Especificamente, a porta da cozinha, crucial para a ventilação cruzada, é frequentemente mantida fechada durante os picos de temperatura ao meio-dia – conforme evidenciado na Figura 25 – para não atrapalhar o cozimento. Adicionalmente,

a ausência de sombreamento nas aberturas contribui para a incidência direta de radiação solar, intensificando o aquecimento interno e exacerbando o desconforto térmico.

Essas falhas na implementação das estratégias bioclimáticas recomendadas intensificam o estresse térmico, como demonstrado nos gráficos de análise térmica, e ressaltam a urgente necessidade de ajustes e melhorias nas práticas construtivas, visando a criação de ambientes internos mais agradáveis e habitáveis para a população.

A análise dos resultados à luz da Carta Bioclimática de Givoni revela que, embora as estratégias passivas sejam benéficas, elas não são suficientes por si só e necessitam ser complementadas com refrigeração artificial para mitigar o desconforto térmico efetivamente. Contudo, apesar da eficácia imediata da refrigeração artificial na redução das temperaturas, esta abordagem suscita preocupações sobre a eficiência energética, dado o seu alto consumo de energia, que contraria as metas de sustentabilidade. Portanto, a integração de estratégias passivas — como sombreamento apropriado, isolamento térmico e ventilação natural — é crucial, pois estas não apenas complementam a refrigeração artificial, reduzindo a dependência e o consumo de energia, mas também alinham-se com objetivos de sustentabilidade e eficiência energética. A combinação dessas abordagens passivas e ativas é essencial para equilibrar conforto térmico e responsabilidade ambiental nas habitações de interesse social.

Adicionalmente, baseado nos estudos a nível de iniciação científica supracitados, em especial, o projeto focado na avaliação do conforto térmico proporcionado por materiais alternativos de cobertura aplicados à construção civil de interesse social, a cobertura vegetal emergiu como uma solução eficaz. As medições de conforto térmico demonstraram que coberturas com vegetação proporcionam um ambiente interno mais confortável em comparação com as tradicionais telhas cerâmicas. Além de não atingirem os padrões da NBR 15.575/2013, as telhas cerâmicas mostraram-se menos eficazes em mitigar o calor. Assim, adotar coberturas com vegetação em habitações de interesse social pode ser uma estratégia mais eficiente para melhorar o conforto térmico, além de oferecer benefícios adicionais como a melhoria da qualidade do ar e a redução do escoamento superficial urbano, reforçando o alinhamento com práticas de construção sustentáveis.

Ademais, a relevância da cobertura com vegetação para a modulação térmica é substanciada pelas pesquisas de Chagas *et al.* (2018) e Nobre (2022). Além disso, Alves *et al.* (2021) destacam que tal estratégia pode resultar numa redução significativa das temperaturas internas — até 4,58°C no pico de insolação. Esta redução de temperatura não só alivia o calor interno, mas também eleva a umidade relativa, tanto interna quanto externa, beneficiando significativamente o conforto térmico em regiões semiáridas.

6.4 Avaliação do ambiente segundo a ANSI/ASHRAE 55:2023

Para avaliar as condições ambientais das habitações de interesse social no Complexo Aluizio Campos, conforme a norma ANSI/ASHRAE 55:2023, empregou-se a ferramenta de conforto CBE Comfort Tool, desenvolvida pelo Center for the Built Environment. Esta ferramenta permite a visualização da zona de conforto térmico e os resultados dos índices de PMV e PPD.

A análise foi conduzida utilizando os dados ambientais e pessoais coletados, conforme apresentados na Tabela 4. Esses dados incluem variáveis como temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar, temperatura radiante média, taxa metabólica e nível de vestimenta, essenciais para calcular os índices PMV e PPD.

Tabela 4 – Dados ambientais e pessoais utilizados para cálculo dos índices PMV e PPD

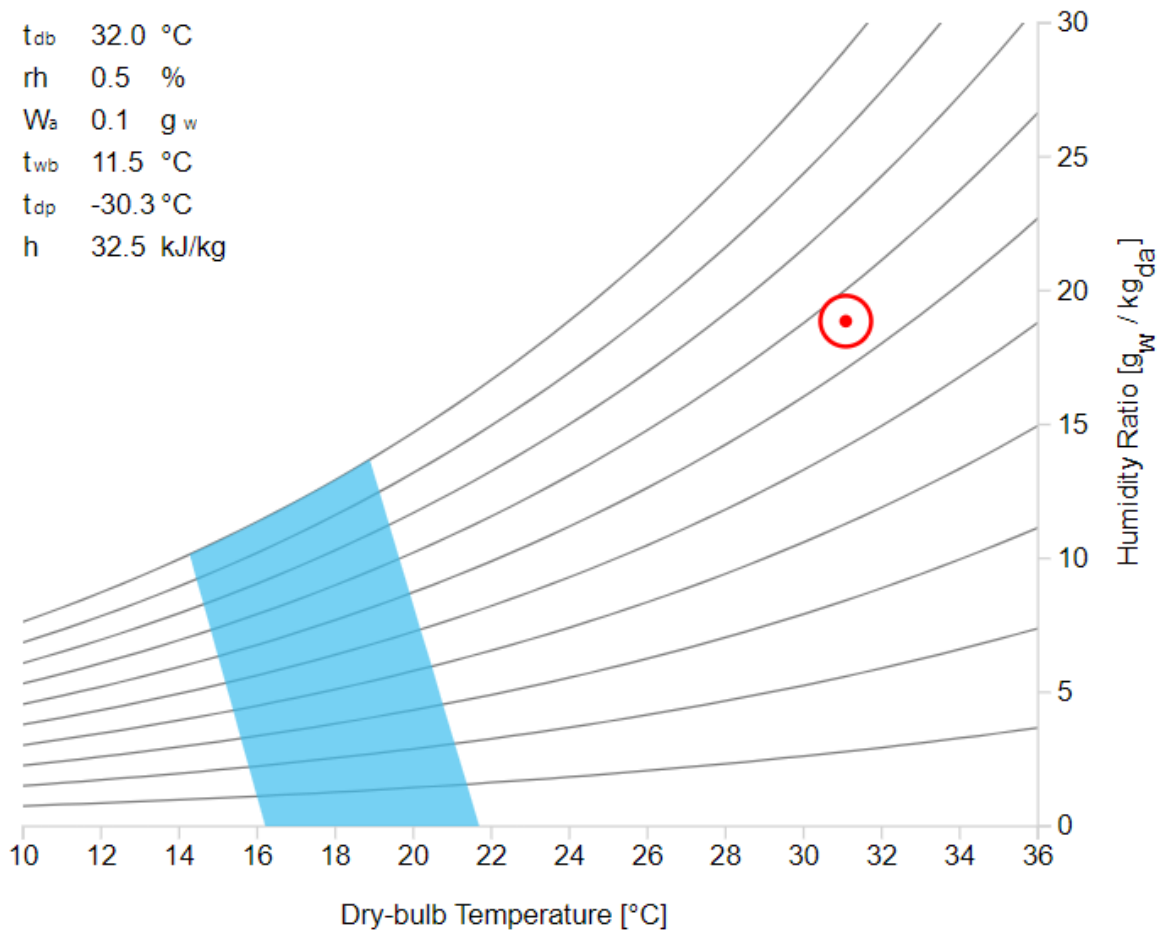
Temp. do ar	Temp. radiante média	Vel. do ar	Umidade relativa	Taxa metabólica	Nível de vestimenta
31,08 °C	35,51	0,1 m/s	66,03%	1,2 met	0,5 clo

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os dados ambientais e pessoais apresentados na Tabela 4 foram obtidos e calculados através de métodos específicos para garantir precisão na avaliação do conforto térmico. A temperatura do ar, a umidade relativa e a velocidade do ar foram determinadas a partir da média das leituras obtidas durante o período de estudo. A temperatura radiante média foi calculada utilizando a ferramenta CBE Comfort Tool, que integra as variáveis de temperatura do ar, velocidade do ar e temperatura de globo, além de considerar o diâmetro do globo, especificado no site do fabricante. Por fim, a taxa metabólica e o nível de vestimenta foram definidos conforme a ASHRAE 55:2023, considerando a atividade metabólica como "em pé, relaxado" e o nível de vestimenta como "roupas típicas de verão para ambientes internos".

Os resultados obtidos apontam que as condições analisadas não estão em conformidade com o padrão ASHRAE 55:2023, apresentando um PMV de 2,65 e um PPD de 96%. Este perfil indica que a sensação térmica predominante é 'quente', refletindo um elevado grau de desconforto entre os ocupantes. O gráfico psicrométrico, demonstrado na Figura 27, também confirma que as condições de operação estão além da zona de conforto estabelecida pela norma.

Figura 27 – Gráfico psicrométrico das condições ambientais nas unidades habitacionais do Complexo Aluizio Campos



Fonte: Elaborada pelo autor.

O alto valor de PPD significa que 96% das pessoas no ambiente estão insatisfeitas com as condições térmicas, o que é corroborado pelo PMV de 2,65, indicando uma forte tendência para a sensação de "quente." A velocidade do ar registrada é insuficiente para proporcionar uma sensação de frescor, exacerbando o desconforto geral. Esses dados são autenticados a partir dos resultados obtidos na Seção 5.2, onde 92% dos entrevistados relataram sentir desconforto térmico.

Em síntese, esses resultados destacam a necessidade de intervenções significativas para melhorar o conforto térmico nas habitações analisadas. Estratégias como incremento da ventilação natural, aprimoramento do sombreamento nas aberturas e a adoção de sistemas de resfriamento adequados são imprescindíveis para atingir um padrão térmico mais satisfatório e alinhar-se aos critérios estabelecidos pela ASHRAE 55:2023.

7 CONCLUSÃO

Os resultados indicaram que, em geral, as habitações apresentam um ambiente interno desconfortável, com temperaturas internas frequentemente elevadas, principalmente nos períodos de pico diário. A análise das variáveis ambientais revelou que, embora as temperaturas internas se mantenham marginalmente inferiores às externas, ainda ultrapassam os limites de conforto térmico recomendados e a umidade relativa interna também se manteve alta, o que pode ser atribuído à falta de ventilação adequada e à ausência de estratégias efetivas de sombreamento.

Ademais, ao confrontar com os padrões da ASHRAE 55:2023, constatou-se que as condições térmicas internas não atendem à zona de conforto estabelecida, com os índices PMV e PPD indicando alta insatisfação entre os moradores. Esse alto índice de descontentamento foi confirmado pelo fato de 92% dos entrevistados que relataram desconforto térmico, enfatizando a necessidade crítica de aprimorar a ventilação, o sombreamento das habitações, essenciais para promover a saúde e o bem-estar. Além dessas medidas, a introdução de coberturas com vegetação, como já indicado pelos estudos anteriores, pode oferecer melhor isolamento térmico e redução da temperatura interna, contribuindo ainda mais para o conforto dos residentes e para a sustentabilidade ambiental das construções.

Com relação às estratégias bioclimáticas recomendadas para a Zona 8, onde se situa Campina Grande, constatou-se que essas não foram plenamente implementadas nas unidades habitacionais. A ineficácia da ventilação cruzada, a ausência de refrigeração artificial adequada e a proporção de aberturas inferior a 40% da área do piso contribuem para o desconforto térmico observado. Além disso, a falta de sombreamento nas aberturas diverge das práticas recomendadas para promover ambientes urbanos sustentáveis e saudáveis, em alinhamento com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11.

Em resumo, os dados discutidos ressaltam que, apesar das habitações de interesse social serem essenciais para a inclusão social e o desenvolvimento urbano, ainda é necessário intensificar esforços para melhorar sua eficácia. Áreas com a qualidade construtiva e a participação comunitária são vitais e demandam uma abordagem integrada e eficaz. Neste contexto, é essencial a implementação de estratégias bioclimáticas e técnicas construtivas avançadas, como a cobertura vegetal. Além disso, deve-se considerar o uso de sistemas de resfriamento eficientes e acessíveis para complementar as medidas passivas, garantindo um ambiente mais confortável para os moradores. Tais iniciativas são decisivas para elevar a qualidade de vida, promovendo a sustentabilidade urbana e alinhando-se às metas dos ODS.

Por fim, esta pesquisa não apenas destacou as deficiências nas habitações do Complexo Habitacional Aluízio Campos, mas também delineou diretrizes claras para futuras intervenções focadas em melhorar a qualidade de vida dos moradores através de práticas eficientes de eficiência energética e conforto térmico. Assim, espera-se que as recomendações formuladas aqui fundamentem políticas públicas e ações que fomentem um ambiente mais saudável e sustentável para todos, em consonância com os objetivos globais de desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220**. Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575**. Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ABUHUSSAIN, M. A.; ALOTAIBI, B. S.; SURU, I. B.; DODO, Y. A.; ALSHENAIFI, M. A.; ALIERO, M. S. Bibliometric analysis and literature review of occupant thermal comfort in naturally ventilated buildings (1995–2021). **Environmental Science and Pollution Research**, [S.L.], 2023.
- ALVES, A. C. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A.; SANTOS, F. M. M.; MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, J. S. Impacto da morfologia de parque urbano no microclima e no conforto térmico de Cuiabá – Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.L.], v. 24, p. 20-38, fev. 2019.
- ALVES, J. J. A.; BEZERRA, C. W. F.; SILVA FILHO, R. V.; SOUZA, J. V. S.; CORDEIRO, J. A.; SILVA, L. F. Telhado verde e seu desempenho térmico em residências de regiões semiáridas. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 1-10, 2021.
- ANDRADE, E. M. S. **Análise de desempenho térmico das vedações de concreto monolítico em edificações habitacionais na cidade de Maringá – PR**. 2021. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.
- ANDRADE, R. M.; FROZZA, J. C. Estudo de viabilidade técnica na construção de uma parede verde visando o conforto térmico em residências unifamiliares. In: Encontro Científico Cultural Interinstitucional, 17., 2019, Paraná. **Anais [...]**. Paraná: ECCI, 2019.
- ANSI - American National Standards Institute. **ASHRAE Standard 55-2010**. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Washington: ANSI, 2010.
- ANSI - American National Standards Institute. **ASHRAE Standard 55-2023**. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2023.
- ARAÚJO, F. L. L. **Análise dos índices de conforto e desconforto térmico humano para as capitais do nordeste brasileiro**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023.
- ARSAD, F. S.; HOD, R.; AHMAD, N.; BAHAROM, M.; JA'AFAR, M. H. Assessment of indoor thermal comfort temperature and related behavioural adaptations: a systematic review. **Environmental Science and Pollution Research**, [S.L.], v. 30, n. 29, p. 73137-73149, 2023.

BARBOSA, K. H. **Avaliação da influência da orientação solar, associada ao comportamento do usuário, no desempenho térmico de uma tipologia de residência unifamiliar em Goiânia.** 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

BIANCHI, P. F. **Estudo de alternativas construtivas para projetos de habitações de interesse social unifamiliares considerando impacto ambiental na tomada de decisão.** 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

BINDA, T. E. L. T. **Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) como política pública: estudos de caso do município de Serra – ES.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação e Gestão Ambiental) – Instituto Federal do Espírito Santo, Santa Teresa, 2021.

BLUMENSCHNEIN, R. N.; PEIXOTO, E.; GUINANCIO, C. **Avaliação da qualidade da habitação de interesse social: projetos urbanísticos e arquitetônico e qualidade construtiva.** Brasília: UnB, 2015.

BORTOLI, K. C. R.; VILLA, S. B. Conforto ambiental como atributo para a resiliência em habitações de interesse social brasileiras. **Revista Projetar - Projeto e Percepção do Ambiente**, Natal, v. 5, n. 3, p. 126-140, set. 2020.

BRAGA, M. N. A. **Análise do conforto térmico em habitações de interesse social no bairro Sumaré, município de Sobral, Ceará.** 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

BRAGATTO, A. M. M.; CASTAGNOLI, G. L.; DUARTE, N. F. F.; ANJOS, M. F.; WEDEKIND, J. R. Arquitetura bioclimática para habitações de interesse social em Umuarama-PR. **Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão**, Paranaguá, v. 7, n. 3, p. 434-1, 434-24, dez. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Conforto ambiental em estabelecimentos assistenciais de saúde.** 1. ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2014.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Ministro visita maior conjunto habitacional do Minha Casa, Minha Vida. 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/ministro-visita-maior-conjunto-habitacional-do-minha-casa-minha-vida>>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. **O que é habitação de interesse social?** 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/desenvolvimento-regional/reabilitacao-de-areas-urbanas/8-o-que-e-habitacao>>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

BUENO, A. M.; XAVIER, A. A. P.; BRODAY, E. E. Evaluating the Connection between Thermal Comfort and Productivity in Buildings: a systematic literature review. **Buildings**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 244, 2021.

CACCIA, L. S.; EVERS, H.; FERNANDES, C. S.; BETTI, L. P.; **Sustentabilidade em habitação de interesse social**. São Paulo: Wri Brasil, 2017.

CALLEJAS, I. J. A.; BIANCHI, E. C. Estimação do índice de bulbo úmido termômetro de globo (IBUTG) para ambientes a céu aberto por meio de redes neurais artificiais utilizando dados de estações meteorológicas. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, v. 30, 2022.

CASTRO, A. A. S.; CHAVES, Y. A.; MARTINS, G. M. L. Desempenho de uma habitação de interesse social pelo programa brasileiro de etiquetagem de edificação: estudo de caso em São Luís do Maranhão. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 15., 2019, São Paulo. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 2304–2313.

CHAGAS, G. R. S.; MACÊDO, A. S.; CAVALCANTI, A. B.; OGATA, I. S. CONFORTO TÉRMICO EM PROTÓTIPOS RESIDENCIAIS DE MADEIRA UTILIZANDO TELHADO VERDE. In: Congresso Nacional de Construção de Edifícios, 3., 2018, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: CONACED, 2018.

CORREIA, M. A. S. **Conforto térmico, lumínico e sonoro em salas de aula: percepção dos usuários de um ambiente de solicitação intelectual**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2023.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Diagnóstico do Município de Campina Grande**. Recife: CPRM, 2005.

FAGUNDES, L. G.; CAROTENUTO, A. R. S. **Avaliação experimental do conforto térmico de uma cabine veicular. Orientador: Adriano Roberto da Silva Carotenuto**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Mecânica) - Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2023.

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

FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1973.

FERNANDES, T.; BORGES, R. T.; NOVAIS, J. W. Z.; CURVO, A. D.; NASCIMENTO, V. L.; SILVA JUNIOR, M. A.; FERNANDES, T. Avaliação do conforto térmico ambiente em uma unidade do Centro de Referência de Assistência Social (CRAS). **Research, Society and Development**, Itajubá, v. 8, n. 4, p. 01-17, fev. 2019.

FERREIRA, G. G.; CALMON, P.; FERNANDES, A. S. A.; ARAUJO, S. M. V. G. Política habitacional no Brasil: uma análise das coalizões de defesa do sistema nacional de habitação de interesse social versus o programa minha casa, minha vida. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 11, p. 1-15, 2019.

FERREIRA, I. P.; LEITE, T. R.; FARIA, J. R. G.; FONTES, M. S. G. C. Abordagens metodológicas de estudo de conforto térmico em habitações de interesse social. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 17., 2023, São Paulo. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2023, p. 1-11.

FLOSS, M.; BARROS, E. F. Estresse por calor na Atenção Primária à Saúde: uma revisão clínica. **Revista Brasileira de Medicina de Família e Comunidade**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 42, p. 1-11, fev. 2020.

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

GIVONI, B. Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines. **Energy and Buildings**, [S. L.], v. 18, n. 1, 1992.

GIVONI, B. **Man, Climate and Architecture**. 2 ed. Barking: Applied Science Publishers LTD, 1981.

HERNÁNDEZ, P. J. **Diagrama Bioclimático de Olgyay**. 2014. Disponível em: <<https://pedrojhernandez.com/2014/03/03/diagrama-bioclimatico-de-olgyay/>>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Campina Grande de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1981-2010**. Brasília, 2018.

ISO 7730 - International Organization for Standardization. **Moderate thermal environments - Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort**. Genebra, 1994.

KOLOKOTRONI, M.; SHITTU, E.; SANTOS, T.; RAMOWSKI, L.; MOLLARD, A.; ROWE, K.; WILSON, E.; BRITO FILHO, J. P.; NOVIETO, D. Cool roofs: High-tech low-cost solution for energy efficiency and thermal comfort in low-rise low-income houses in high solar radiation countries. **Energy and Buildings**, Hong Kong, v. 176, p. 1-17, 2018.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na arquitetura**. São Paulo: PW, 1997. 188 p.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P.; GOULART, S.; VECCHI, R. **Conforto térmico e stress térmico**. Florianópolis: UFSC, 2011.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. ELETROBRÁS/PROCEL, 3ª ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

LANDI, F.R. **A adaptação térmica fisiológica do homem ao meio e a imprecisão das medidas das condições de conforto térmico**. São Paulo. Tese de Livre Docência da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP. 1976.

LEITE, C. C.; GIANNOTTI, M.; GONÇALVES, G. Social housing and accessibility in Brazil's unequal cities. **Habitat International**, Hong Kong, v. 127, p. 1-9, 2022.

LIMA, C. V. A. Efeitos da ausência do conforto ambiental nas habitações. In: Congresso On-Line Internacional de Sustentabilidade. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, [S. L.], v. 3, n. 4, set. 2022.

LUIZ, L. A. **O desempenho ambiental do edifício residencial contemporâneo: Um estudo de caso em São Paulo**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

MANDÚ, T. B.; NASCIMENTO, A. L. S.; JACONDINO, W. D.; GOMES, A. C. D. Impacto das ondas de calor no conforto térmico humano na região da floresta nacional do Tapajós, oeste do Pará. **Revista Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 4, p. 98-108, nov. 2021.

MARRA, N.; MORILLE, B.; ASSIS, E. Influência da vegetação no conforto térmico em Conjunto habitacional de interesse social. In: Encontro Nacional de Conforto Ambiente Construído, 14., 2017, Balneário Camboriú. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2017. p. 711–720.

MARTINS, K. Y. N. **Conforto térmico em métodos construtivos clássicos de edificações populares**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022.

MASSANEIRO, V.; SANTOS, K. N. P.; VILLELA FILHO, E. M. Análise da insolação e ventilação no nível de conforto térmico em habitações de interesse social. **Revista Interdisciplinar de Tecnologia e Ciências da Terra (Innovatio)**, [S. L.], v. 1, n. 9, 2022.

MENDONÇA, H. S.; SILVA, F. D. S.; ROCHA JÚNIOR, R. L.; SILVA, D. F.; MELO, M. L. D; COSTA, R. L.; GOMES, H. B.; SILVA, V. P. R.; SILVA, B. K. N. Ciclo Diurno do Conforto Térmico Humano em Maceió-AL. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 35, p. 847-860, dez. 2020.

MESQUITA, P. S.; BRAZ, V. S.; MORIMURA, M. M; BURSZTYN, M. Percepções de universitários sobre as mudanças climáticas e seus impactos: estudo de caso no distrito federal. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 1, p. 181-198, jan. 2019.

MOREIRA, S. **O que é Habitação de Interesse Social?**. 2020. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/925932/o-que-e-habitacao-de-interesse-social>>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

MORENO, M. N. **Carta bioclimática de Givoni (1982) – Adaptada por Dr. pelo Dr. Manuel Navarro Moreno**. 2010. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/slideshow/bioclimatica05-2010/51557850>>. Acesso em: 15 de maio de 2024.

MOTA, L. A.; CAVALCANTI, A. R. Macroeconomia, habitação e desenvolvimento regional: o Complexo Multimodal Aluizio Campos em Campina Grande-PB. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 21, n. 2, p. 59-86, ago. 2020.

MOTTA, A. L. T. S. **Conforto ambiental**. Niterói: UFF, 1990.

MULLER, A. **Conforto térmico no trabalho: quais os impactos no bem-estar dos colaboradores?**. 2024. Disponível em: <<https://www.talentbrand.com.br/blog/conforto->

termico-no-trabalho-qual-o-impacto-no-bem-estar-dos-colaboradores#:~:text=Uma%20varia%C3%A7%C3%A3o%20de%20alguns%20graus,a%20desmotiva%C3%A7%C3%A3o%20entre%20as%20pessoas.>. Acesso em: 02 de julho de 2024.

MUNIZ, F. G. L.; CARACRISTI, I. Análise da variação da temperatura e umidade no período de pré-estação chuvosa na cidade de Sobral/CE. **Research, Society and Development**, [S.L.], v. 10, n. 17, e214101724780, 2021.

NERBAS, P. F. **Conforto ambiental nas edificações**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2009.

NEVES, T. F. P. **Uso do software REVIT como ferramenta para análise do conforto térmico aplicado a edificação multifamiliar**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Ceará, Russas, 2022.

NICOL, J. F.; Humphreys, M. A. Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. **Energy and Buildings**, [S.L.], v. 34, n. 6, p. 563-572, 2002.

NOBRE, M. A. F. M. **Um comparativo entre telhados verdes e telhados cerâmicos: análise do conforto térmico, retenção de águas pluviais e custos entre os protótipos**. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Estadual da Paraíba, Araruna, 2022.

OLGYAY, V.; OLGAYAY, A. **Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**. 4. ed. Princeton: Princeton University Press, 1963.

OLIVEIRA, L. V. **Avaliação dos impactos da covid-19 na habitação social e suas adaptações para um ambiente construído mais resiliente**. 2023. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Paris: ONU, 1948.

PASSOS, B. A. **Impacto do uso de isolante térmico em Habitações de Interesse Social nas diferentes condições climáticas brasileiras**. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

PERBEILS, H. S. **Eficiência energética e conforto térmico em habitação de interesse social certificada: Caso do edifício hab 2**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

PEREIRA, J. F. **Políticas de habitação no Brasil: impactos na indústria da construção civil no início do século XXI**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

PEREIRA, R. G. **Cobertura verde como alternativa sustentável para geração de renda em habitações de interesse social**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia das Construções) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

PMCG - Prefeitura Municipal de Campina Grande. **Documento de Apresentação do Complexo Multimodal Aluizio Campos**. Campina Grande: PMCG, 2016. 15 p.

PMCG - Prefeitura Municipal de Campina Grande. **Projeto Campina Grande 2035: Visão de Futuro**. Campina Grande: PMCG, 2017. 159 p.

POLUCHA, R.; NASCIMENTO NETO, P. Zonas Especiais de Interesse Social e idiossincrasias locais: o caso de Curitiba/PR. **Revista Brasileira de Direito Urbanístico - Rbdu**, [S.L.], p. 387-413, jun. 2023.

QUEIROGA, D. Q. **Índice de calor e desconforto térmico humano nas condições de ambiente natural em Patos, PB, Brasil**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Caraúbas, 2019.

RAMOS, G. **Impactos socioculturais e o comportamento do usuário em edificações residenciais**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

RORIZ, M.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. Uma proposta de norma técnica brasileira sobre desempenho térmico de habitações populares. In: Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, 5., 1999, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: 1999.

RUAS, A. C. **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software**. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

RUBIN, G. R.; BOLFE, S. A. O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO SOCIAL NO BRASIL. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 201-213, 2014.

SACRAMENTO, A; SILVA, L.; DA SILVA, J.; BATISTA, J. Análise da ventilação natural no interior de uma Habitação de interesse social - HIS. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 19., 2022, Canela. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2022, p. 1-10.

SANTOS, L. E. S.; TORRES, S. C. Conforto térmico e habitação de interesse social: avaliação pós-ocupação em unidades do residencial agreste, Arapiraca – AL. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 15., 2019, João Pessoa. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1126–1135.

SANTOS, T. L.; PORTO, F. H. F. S.; SILVA, A. S. Análise da correlação entre conforto e desempenho térmico em habitações de interesse social por simulação computacional. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 211-229, jun. 2020.

SANTOS, T. S.; SILVA, A. R.; CASTRO, A. A.; JARDIM, A. M. R. F.; ARAÚJO JUNIOR, G. N.; SILVA, T. G. F. Projeções de conforto térmico e seus efeitos na saúde humana para o século XXI, In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Ambiência, Comportamento e Bem-estar Animal, 7., 2017, Jaboticabal. **Anais [...]**. Jaboticabal: SBBiomet, 2017.

SCHERER, P.; MASUTTI, M. C. A eficiência da ventilação cruzada na arquitetura. In: GUILHERME, W, D, (org.). **A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas 5**. 5. ed. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 1-4.

SCHULTE, A. L. P. **Análise de compatibilização do uso de técnicas de bioconstrução em programas de habitação popular no contexto brasileiro do Programa Minha Casa Minha Vida**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020.

SCOTTON, J. A.; MIRON, L. I. G.; LERSCH, I. M. Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social para Promoção do Habitat Saudável. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 16, n. 4, abr. 2021.

SICFLUX. **Importância do conforto térmico no ambiente de trabalho**. 2019. Disponível em: <<https://sicflux.com.br/blog/conforto-termico-no-ambiente-de-trabalho/>>. Acesso em: 19 de maio de 2024.

SILVA, I. E. E. A segregação socioespacial sob a égide do discurso do direito à habitação: O Complexo Aluízio Campos em Campina Grande-PB. **GeoTextos**, Salvador, v. 18, n. 2, p. 101- 129, 2022.

SILVA, M. F. **Estratégias bioclimáticas para seis cidades alagoanas: Contribuições para a adequação da arquitetura ao clima local**. 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.

SILVA, N. K. F.; FERNANDES, T.; NOVAIS, J. W. Z.; FERNANDES, T.; CURVO, A. D. Conforto Térmico em Habitações de Interesse Social: um Estudo Aplicado a uma Unidade de Saúde da Família. **UNICIÊNCIAS**, [S. L.], v. 22, n. 1, p. 2–7, 2018.

SILVA, N. L. **Análise dos parâmetros de conforto térmico em habitações populares de um conjunto em João Pessoa/PB**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

SILVEIRA, J. G.; SOUSA, M. C.; LEDER, S. M. A percepção da ambiência térmica e as estratégias de adaptação: estudo de caso com idosos no clima tropical. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 20, n. 4, p. 99-121, dez. 2020.

SOUSA, M. C. B. **Estudos de conforto térmico em ambientes ventilados naturalmente em Campina Grande – PB**. 2022. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

SOUSA, M. D. S.; SANTOS, K. N. P.; KREBS, D. D. K.; VILLELA FILHO, E. M. Avaliação de qualidade de habitação de interesse social por meio de estudo de caso: conforto ambiental e inserção no contexto urbano. **Revista Interdisciplinar de Tecnologia e Ciências da Terra**, [S. L.], v. 1, n. 9, ago. 2022.

SOUZA, A. R. **Análise do conforto térmico de uma edificação de ensino superior em Campina Grande – PB**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

SOUZA, I. M. M. **Casa Conforto: Uma proposta projetual para habitação de interesse social (HIS) utilizando estratégias bioclimáticas**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso - (Bacharel em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto Federal do Espírito Santo, Colatina, 2023.

STRAUB, E. **Avaliação da qualidade do ar interno, do conforto térmico e do conforto lumínico em espaços corporativos e seus impactos no absentéismo e presenteísmo dos ocupantes**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

TRINDADE, P. M. P.; PEREIRA FILHO, W. **Unidade IV e V: Umidade do ar e processos adiabáticos**. Notas de aula. Disponível em: <<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/676/2019/08/topico7clima1.pdf>>. Acesso em: 18 de junho de 2024.

TORRES, D. A. **Desempenho térmico de habitações populares em Alagoas: Alternativas para adequação climática**. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

VAKALIS, D.; PATINO, E. D. L.; OPPER, T.; TOUCHIE, M. F.; BURROWS, K.; MACLEAN, H. L.; SIEGEL, J. A. Quantifying thermal comfort and carbon savings from energy-retrofits in social housing. **Energy and Buildings**, [S. L.], v. 241, p. 1-13, 2021.

VEIGA, C. Z. M. **Análise do desempenho térmico de uma residência unifamiliar por meio de simulação computacional**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023.

VIEIRA, E. M. A. **Risco ocupacional relacionado ao conforto ambiental em UTI's**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

XAVIER, A. A. P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

XAVIER, A. A. P. **Predição de conforto térmico em ambientes internos com atividades sedentárias - Teoria física aliada a estudos de campo**. 2000. (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000.

ZBBR - Zoneamento Bioclimático do Brasil. **Classificação bioclimática dos municípios brasileiros**. Versão 2004. Desenvolvido por: RORIZ, M. *Software*. São Paulo: Universidade Federal de São Carlos, 2004.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MORADORES DO COMPLEXO HABITACIONAL ALUÍZIO CAMPOS



Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
Laboratório de Eficiência Energética e Conforto Ambiental



FORMULÁRIO DE DADOS

Nome do pesquisador: _____ Id. da residência: _____

• **Identificação do entrevistado e informações gerais**

- a) Nome: _____
- b) Idade: _____ c) Sexo: () M () F () Outro
- e) Estatura (m): _____ f) Peso (kg): _____
- g) Há quanto tempo mora nessa residência? _____
- h) Quantas pessoas moram na residência? _____

• **Informações sobre a residência**

- a) Você considera sua casa quente? () sim () não
- b) Qual é o cômodo que você acha mais quente durante o dia? _____
- c) Qual é o cômodo que você acha mais quente durante a noite? _____
- d) Qual é o cômodo que você acha menos quente durante o dia? _____
- e) Qual é o cômodo que você acha menos quente durante a noite? _____
- f) Em sua casa, como você classifica a ventilação dos seguintes cômodos:
- Sala: () ótima () boa () ruim () péssima
- Dormitórios: () ótima () boa () ruim () péssima
- Cozinha: () ótima () boa () ruim () péssima
- Banheiro: () ótima () boa () ruim () péssima

• **Informações sobre os hábitos cotidianos dos moradores**

- a) O que você faz para diminuir a sensação de calor? () tomar banho () ligar o ventilador
() ir para uma sombra fora de casa () outro _____
- b) Caso utilize o ventilador, em que período do dia você normalmente costuma ligá-lo mais vezes?
() manhã () tarde () noite
- c) Utiliza algum outro equipamento para amenizar a sensação de calor?
() sim, qual? _____ () não
- d) Qual cômodo você passa mais tempo durante o dia? _____

- **Informações sobre a sensação e preferência térmicas dos entrevistados**

a) Neste momento, como você está se sentindo?

Muito frio	Frio	Levemente frio	Confortável	Levemente quente	Quente	Muito quente
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3

Vestimenta do usuário									
Roupa de baixo		Calça		Jaquetas		Com fibra		Ambientas abertos	
Calcinha		Bermuda		Jaqueta fina		Macacão		Casaco	
Cueca		Calça fina		Jaqueta		Calças		Jaqueta	
Camiseta		Calça normal		Avental		Colete		Parca	
Camisa ML		Calça de flanela				Jaqueta		Macacão com fibras	
Calcinha e sutiã									
Saias e vestidos		Camisas e blusas		Suéteres		Diversos			
Saia fina		Camisa curta		Colete		Meia		Botas	
Saia grossa		Camisa fina ML		Suéter fino		Meia curta grossa		Luvas	
Vestido fino ML		Camisa normal ML		Suéter		Meia calça nylon			
Vestido ML		Camisa flanela ML		Suéter grosso		Sapato sola fina			
Macacão		Blusa fina ML				Sapato sola grossa			