

## AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO CONFORTO TÉRMICO DE UMA BIBLIOTECA

## EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE THERMAL COMFORT OF A LIBRARY

Gustavo Antunes de SOUZA<sup>1</sup>

1. Arquiteto e Urbanista; Especialista em Design de Interiores; Docente do Curso de Graduação de Arquitetura e Urbanismo da FIMI – Município de Mogi Guaçu – SP.

E-mail: [gustavo.pahaliah@gmail.com](mailto:gustavo.pahaliah@gmail.com)

## RESUMO

Constantes estudos destacam que o desempenho térmico das edificações relaciona-se diretamente ao conforto ambiental de seus usuários, pois caso não seja satisfatório não haverá uma boa qualidade de uso e ocupação dos ambientes internos construídos. O conforto térmico nas bibliotecas é essencial para garantir uma experiência de leitura e estudo agradável para os usuários. Uma boa temperatura, níveis de umidade e ventilação adequados são importantes para manter o bem-estar dos frequentadores e ajudar a preservar o acervo. Um ambiente confortável pode melhorar a capacidade de concentração e reduzir o nível de estresse, tornando a experiência do usuário mais agradável e produtiva. Este estudo possui o objetivo de avaliar o conforto térmico de uma biblioteca, por meio de informações captadas em entrevistas com os usuários (coletar índices biofísicos, fisiológicos e subjetivos) e medições das variáveis climáticas internas e externas. Sendo assim, para a estruturação desta análise, se utiliza dos métodos Predicted Mean Vote (PMV) e Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) os quais destacam uma sensação térmica confortável, porém próxima ao desconforto em certos cenários das médias resultantes na pesquisa.

**Palavras-chave:** Conforto Ambiental; Avaliação Térmica; Conforto Térmico; Biblioteca.

## ABSTRACT

Constant studies point out that the thermal performance of buildings is directly related to the environmental comfort of its users, because if it is not satisfactory, there will be no good quality of use and occupation of the internal built environments. Thermal comfort in libraries is essential to ensure a pleasant reading and study experience for users. A good temperature, adequate humidity levels and ventilation are important to maintain the well-being of the visitors and help to preserve the collection. A comfortable environment can improve the ability to concentrate and reduce the level of stress, making the user experience more pleasant and productive. This study has the objective of evaluating the thermal comfort of a library, through information captured in interviews with users (collecting biophysical, physiological and subjective indices) and measurements of internal and external climatic variables. Therefore, to structure this analysis, the Predicted Mean Vote (PMV) and Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) methods are used, which highlight a comfortable thermal sensation, but close to discomfort in certain scenarios of the resulting averages in the research.

**Keywords:** Environmental Comfort; Thermal Assessment; Thermal comfort; Library.

Recebimento dos originais: 01/08/2023.

Aceitação para publicação: 29/09/2023.

## INTRODUÇÃO

O conforto térmico em ambientes construídos é essencial para garantir o bem-estar e a produtividade das pessoas que ocupam esses espaços. Ambientes com temperatura controlada, seja muito quente ou muito frio, podem levar à fadiga, ansiedade, falta de concentração, dores de cabeça e outras condições que prejudicam a qualidade de vida e a saúde dos indivíduos. Além disso, em locais de trabalho e estudos, a falta de conforto térmico pode afetar a produtividade, aumentando o número de erros e prejudicar o ritmo de trabalho, bem como a aprendizagem. Diante disso destacam-se literaturas que sugerem que o conforto térmico pode ter um impacto significativo no desempenho do edifício. Attia (2015) descobriu que diferentes modelos de conforto térmico podem ter um grande impacto no consumo de energia, Alwetaishi (2016) relata que o tipo de edifício pode ter um efeito significativo no conforto térmico, Yang (2011) expôs que o conforto térmico pode impactar diretamente no uso de energia do edifício e Bueno (2021) descreve que o conforto térmico pode ter um impacto significativo na produtividade. Conseqüentemente, o conforto térmico é um fator significativo a considerar no desempenho do edifício.

Além disso, o conforto térmico em ambientes construídos também é importante para o consumo consciente de energia. Quando o ambiente está com temperatura adequada, é reduzir o consumo de energia em equipamentos de climatização, como ar-condicionado e aquecedores, garantindo para a preservação possível do meio ambiente e para a redução de custos. Portanto, a busca por soluções que garantam o conforto térmico em ambientes construídos é fundamental para garantir a qualidade de vida das pessoas, a produtividade e a sustentabilidade do planeta. Barbosa (2021) constatou que o estudo das propriedades térmicas dos materiais de construção é relevante quando se busca aliar conforto térmico e economia de energia. Filho (2018) verificou que ainda não há consenso sobre uma definição de conforto e que há necessidade de mais pesquisas sobre o assunto. Santos (2022) averiguou que há riscos para a saúde e segurança de alunos e funcionários nas escolas e que os níveis de conforto na escola não são adequados. O Painelt (2020) constatou que os idosos preferem ambientes mais quentes. Juntos, esses autores sugerem que o conforto térmico é uma consideração importante em ambientes construídos.

O objetivo principal desta pesquisa é apresentar uma avaliação do conforto térmico de um ambiente interno, por meio de medições climáticas e dados paramétricos relativos a um período específico. Sendo assim o objeto de estudo deste artigo é a Biblioteca do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica – IMECC, localizada na UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas. O conforto térmico em bibliotecas é uma questão importante, pois afeta diretamente o bem-estar e a conduta dos usuários. Bibliotecas são espaços de estudo e leitura que procuram um ambiente calmo e confortável para facilitar a concentração e a compreensão do material. Além disso, muitos materiais bibliográficos são sensíveis a mudanças de temperatura e umidade, o que pode danificar ou deteriorar os livros e documentos. Uma temperatura agradável e constante é um dos principais fatores para garantir o conforto térmico nas bibliotecas. Temperaturas muito baixas podem deixar as pessoas desconfortáveis, enquanto temperaturas muito altas podem causar sonolência e falta de concentração. É importante garantir um sistema de climatização que possa manter uma

temperatura em um nível adequado, que varia geralmente entre 18°C e 22°C, dependendo do clima local e do uso do edifício.

## MATERIAL E MÉTODOS

Por se tratar de uma pesquisa de caráter experimental três etapas de trabalhos foram definidas inicialmente:

- a. Caracterização do objeto de estudo, aspectos de localização, climáticos e de seus usuários;
- b. Coleta de dados de temperatura do ar interna a 1,1m de altura do piso do objeto de estudo;
- c. Análise e avaliação dos dados coletados por meios gráficos das variáveis resultantes.

O objeto de estudo e a Biblioteca do Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC), situada na cidade de Campinas, para ser mais exato na Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.



Figura 1. Localização da Biblioteca do IMECC em relação a Unicamp; Modelo 3D do interior da Biblioteca do IMECC; e Acesso principal da biblioteca do IMECC.

A temperatura é um fator importante para o conforto térmico em bibliotecas. A maioria dos materiais bibliográficos requer uma temperatura constante entre 18 e 24 graus Celsius, com umidade relativa entre 40% e 60%. Essas condições ajudam a preservar os livros e documentos, além de proporcionar um ambiente agradável para os usuários, sendo assim para o desenvolvimento da avaliação desejada os métodos de estudos aplicados são:

- a. ENTREVISTAS COM OS USUÁRIOS DO ESPAÇO - CARACTERIZAÇÃO DOS INDIVÍDUOS QUE UTILIZAM O ESPAÇO EM ESTUDO: Questionário com alunos e funcionários realizadas da seguinte forma e modelo: Grupo 01 - 11 (onze) entrevistados no dia 27/10/2016 do período vespertino (14h 50m – 16h 00m); Grupo 02: 10 (dez) entrevistados no dia 31/10/2016 do período vespertino (14h 00m – 16h 00m); e Grupo 03: 05 (cinco) entrevistados no dia 31/10/2016 do período noturno (19h 00m – 21h 00m).

As entrevistas elaboradas por questões de múltiplas escolhas estruturam resultantes para as seguintes variáveis determinantes ao conforto térmico deste estudo: Características físicas e Variáveis humanas, este último composto por duas unidades, CLO<sup>1</sup> (do inglês clothing) que se refere à Isolação das Vestimentas, pois as vestimentas representam resistências para as

<sup>1</sup> 1 CLO é igual a 0,155 m<sup>2</sup> °C/W que equivale à resistência térmica de um terno completo.

trocas térmicas entre o corpo e o ambiente. Além de coletar as preferências térmicas dos entrevistados através do método Predicted Mean Vote (PMV), ou seja, “voto médio predito” formado por um índice que descreve o valor médio de um grupo de pessoas, segundo uma escala gradual de 7 (sete) diferentes sensações (ASHRAE, 2013). Vale destacar que tal método de pesquisa foi criado através de análises estatísticas de acordo com resultados obtidos por Fanger (1972), em estudos na Dinamarca em câmaras climatizadas. Nesses estudos as pessoas registravam seus votos sobre a escala sétima, que aponta desde muito frio até muito quente (LAMBERTS e XAVIER, 2002).



Figura 2. Escala sétima da ASHRAE.  
Fonte: LAMBERTS (2002).

Segundo Lamberts (2002): “Devido à variação biológica entre as pessoas, é impossível que todos os ocupantes do ambiente se sintam confortáveis térmicamente. O PPD estabelece a quantidade estimada de pessoas insatisfeitas térmicamente com o ambiente.” Sendo assim, a condição de neutralidade térmica ( $PMV = 0$ ) corresponde a 5% de insatisfeitos, ou seja, é impossível obter num ambiente uma combinação das variáveis de conforto que satisfaça plenamente a todos os integrantes de um grande grupo (LABAKI, 2004).

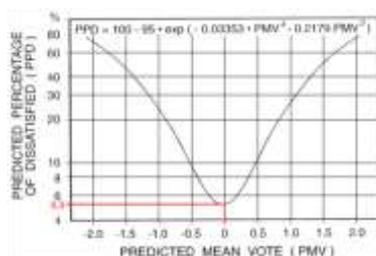


Figura 3. Método gráfico PMV-PPD.  
Fonte: Adaptado de ASHRAE 55 (2013).

A norma americana ASHRAE Standard 55-2004 passou por uma atualização significativa para incluir um método opcional para determinar as condições térmicas aceitáveis em espaços naturalmente ventilados. A nova versão da norma agora considera que a resposta térmica dos ocupantes em ambientes ventilados naturalmente é influenciada pelo clima externo e pode variar em relação à resposta térmica em edifícios com sistemas centrais de ar condicionado.

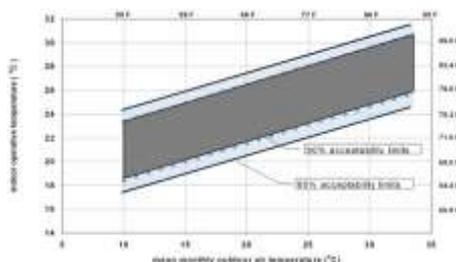


Figura 4. Limites aceitáveis da temperatura operativa para espaços condicionados naturalmente.  
Fonte: ASHRAE 55 (2004).

b. MEDIÇÕES CLIMÁTICAS INTERNAS E DADOS CLIMÁTICOS EXTERNOS: LOCAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA AS MEDIÇÕES CLIMÁTICAS Medições com a estação fixa: Temperatura média radiante - Termômetro de globo (4mm – cinza); Umidade absoluta do ar – Psicrômetro; e Temperatura do ar (27/10/2016 15h50m a 03/11/2016 15h50m). Medições móveis: Velocidade do ar - Anemômetro a fio quente (27/10/2016 no período vespertino).

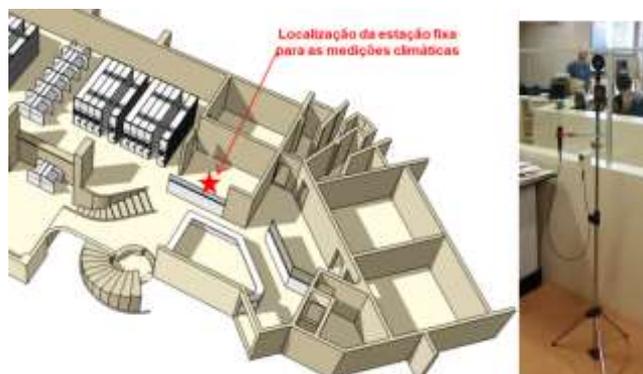


Figura 5. Perspectiva esquemática da biblioteca do IMECC e a locação da estação fixa de medições climáticas.

c. PRODUÇÃO DE CÁLCULOS RELACIONADOS AO CONFORTO TÉRMICO A PARTIR DOS DADOS RESULTANTES DAS MEDIÇÕES CLIMÁTICAS:

1ª Etapa - Calcular o  $h_{cg}$  em ambos os casos – convecção natural e convecção forçada, para assim determinar qual a fórmula a ser aplicada para se obter as resultantes da temperatura média radiante. A expressão utilizada ilustra-se abaixo:

$$h_{cg} = \text{coeficiente de transferência de calor por convecção ao nível do globo, em W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$\text{em casos de convecção natural: } h_{cg} = 1,4 \cdot (\Delta T / D)^{1/4}$$

$$\text{em casos de convecção forçada: } h_{cg} = 6,3 \cdot (v_a^{0,6} / D^{0,4})$$

Sendo:

$\Delta T$  = Diferença entre as temperaturas coletadas – globo e do ar – Dados obtidos na medição;

$D$  = diâmetro do globo, em metros – Adotou-se o valor de 0,04m (globo utilizado);

$V_a$  = velocidade do ar ao nível do globo, em m/s – Dados obtidos na medição móvel – Adotou-se o valor médio de 0,1m/s.

2ª Etapa - Calcular a Temperatura Radiante Média – a fórmula a ser aplicada para se obter as resultantes da temperatura média radiante ilustra-se abaixo. Tal expressão foi adotada pelo fato da utilização de um globo diferenciado para as medições locais:

$$t_r = \left[ (t_g + 273)^4 + \frac{1,1 \times 10^8 \cdot v_a^{0,6}}{\varepsilon_g \cdot D^{0,4}} \cdot (t_g - t_a)^{1/4} \cdot (t_g - t_a) \right]^{1/4} - 273$$

Sendo:

$t_r$  = temperatura radiante média;

$\varepsilon_g$  = emissividade do globo negro (adimensional) – Adotou-se o valor de 0,95;

$D$  = diâmetro do globo, em metros – Adotou-se o valor de 0,04m;

$t_g$  = temperatura de globo – Dados obtidos na medição fixa;

$t_a$  = temperatura do ar – Dados obtidos na medição fixa;

Va = velocidade do ar ao nível do globo, em m/s – Dados obtidos na medição móvel – Adotou-se o valor médio de 0,02m/s.

### RESULTADOS e DISCUSSÃO

Como os resultados das entrevistas se estruturaram em dois dias distintos, este estudo definiu os seguintes cenários: 27/10/2016 – Grupo 01; 31/10/2019 – Média entre o Grupo 02 e Grupo 03; e Média entre os três Grupos.

Sobre a faixa etária dos entrevistados, 76% dos avaliados possuem entre 18 e 30 anos, 15% entre 41 e 57 anos e 9% entre 31 e 40 anos, sendo do total 65% do sexo masculino e 35% feminino. Importante destacar que as entrevistas foram realizadas em diferentes áreas do interior da biblioteca, possibilitando assim obter diferentes variáveis de respostas.

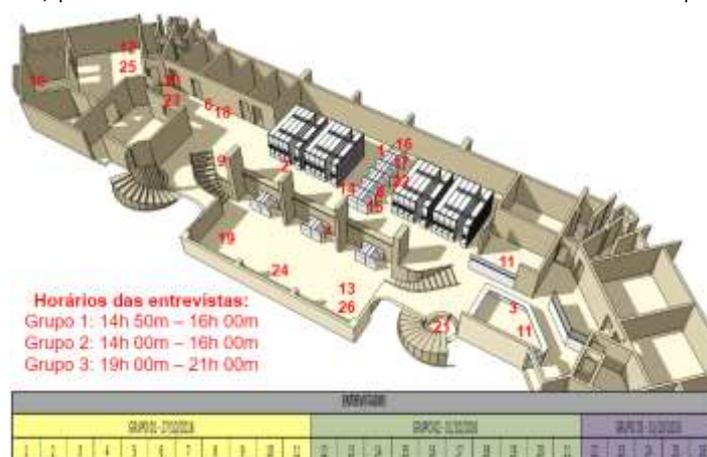


Figura 6. Perspectiva esquemática da Biblioteca do IMECC – Posicionamento e listagem dos grupos entrevistados – Horário de entrevistas de cada Grupo.

Analisando as resultantes da avaliação de preferências térmicas dos entrevistados - Predicted Mean Vote (PMV), o Grupo 01 destaca uma maior variação das preferências térmicas, se comparado aos demais grupos individualmente, também pode ser observado que as médias dos possíveis cenários apresentados: G02+G03 e G01+G02+G03, destaca um percentual de preferências térmicas adequadas, porém com taxas para a primazia de um ambiente mais refrescado:

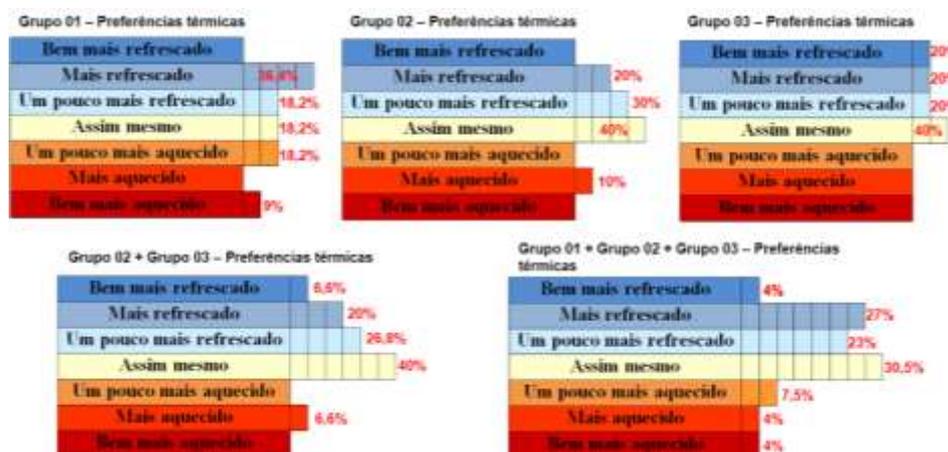


Figura 7. Resultantes da avaliação de preferências térmicas dos entrevistados - Predicted Mean Vote (PMV).

Considerando as resultantes do método gráfico PMV-PPD, gerados pelo software Analysis CST – LABEEE são destacados altos percentuais dos índices de conforto térmico nos cenários relativos ao dia 31/10/2016.

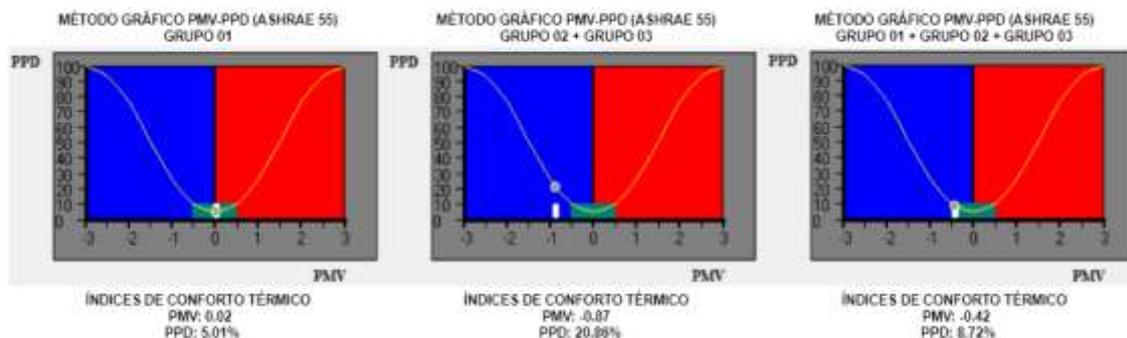


Figura 8. Resultantes do Método gráfico PMV-PPD.  
 Fonte: Adaptado do software “Analysis CST” – LABEEE.

Apreciando as resultantes do método opcional – modelo adaptativo, é destacado que o dia 31/10/2016 analisado apresenta resultados próximos ao desconforto térmico do ambiente em estudo.

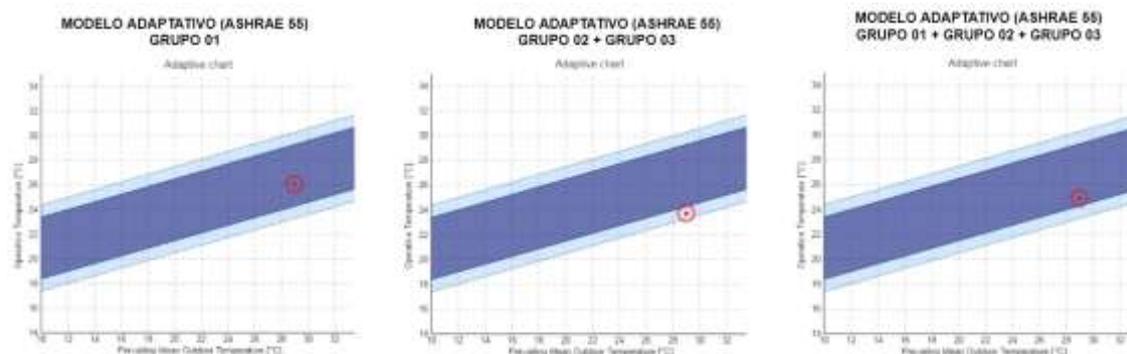


Figura 9. Resultantes do Modelo adaptativo.  
 Fonte: UNIVERSITY OF CALIFORNIA BERKELEY (2016).

A partir dos valores obtidos nas medições climáticas internas e dos dados climáticos externos (CEPAGRI), formulas e cálculos foram aplicados e adotou-se 3 (três) diferentes médias resultantes dos dados obtidos:

GRUPO 01 - Data: 27/10/2016 Período de Tempo: 15h50m - 22h50m									
TEMPERATURA DE GLOBO (°C) MEDIÇÃO INTERNA	UMIDADE DO AR (%) MEDIÇÃO INTERNA	TEMPERATURA (°C) MEDIÇÃO INTERNA	HGG - CONVECÇÃO NATURAL (W/m²) MEDIÇÃO INTERNA	HGG - CONVECÇÃO FORÇADA (W/m²) MEDIÇÃO INTERNA	TEMPERATURA MÉDIA RADIANTE (°C) MEDIÇÃO INTERNA	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA TÉRMICA PARA VESTIMENTAS - CLO	ATIVIDADE METABÓLICA - MET	TEMPERATURA OPERATIVA (°C) MEDIÇÃO INTERNA	VELOCIDADE DO AR (m/s) MEDIÇÃO INTERNA
26.96	64.36	25.98	1.94	5.73	25.99	0.40	1.05	25.99	0.10
GRUPO 02 + GRUPO 03 - Data: 31/10/2016 Período de Tempo: 19h30m - 22h50m									
TEMPERATURA DE GLOBO (°C) MEDIÇÃO INTERNA	UMIDADE DO AR (%) MEDIÇÃO INTERNA	TEMPERATURA (°C) MEDIÇÃO INTERNA	HGG - CONVECÇÃO NATURAL (W/m²) MEDIÇÃO INTERNA	HGG - CONVECÇÃO FORÇADA (W/m²) MEDIÇÃO INTERNA	TEMPERATURA MÉDIA RADIANTE (°C) MEDIÇÃO INTERNA	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA TÉRMICA PARA VESTIMENTAS - CLO	ATIVIDADE METABÓLICA - MET	TEMPERATURA OPERATIVA (°C) MEDIÇÃO INTERNA	VELOCIDADE DO AR (m/s) MEDIÇÃO INTERNA
23.70	60.92	23.84	1.91	5.73	23.83	0.42	1.03	23.74	0.10
GRUPO 01 + GRUPO 02 + GRUPO 03 - Período de Tempo: Média dos valores acima listados									
TEMPERATURA DE GLOBO (°C) MEDIÇÃO INTERNA	UMIDADE DO AR (%) MEDIÇÃO INTERNA	TEMPERATURA (°C) MEDIÇÃO INTERNA	HGG - CONVECÇÃO NATURAL (W/m²) MEDIÇÃO INTERNA	HGG - CONVECÇÃO FORÇADA (W/m²) MEDIÇÃO INTERNA	TEMPERATURA MÉDIA RADIANTE (°C) MEDIÇÃO INTERNA	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA TÉRMICA PARA VESTIMENTAS - CLO	ATIVIDADE METABÓLICA - MET	TEMPERATURA OPERATIVA (°C) MEDIÇÃO INTERNA	VELOCIDADE DO AR (m/s) MEDIÇÃO INTERNA
24.83	62.64	24.96	1.93	5.73	24.76	0.41	1.04	24.86	0.10

Figura 10. Valores resultantes das medições internas em relação ao espaço em estudo.

Diante destes resultados pode-se observar que o Grupo 01 (Temperatura interna 26°C e Umidade do ar 65%, ambos aproximadamente) apresenta um menor conforto térmico se relacionado aos demais grupos - Grupo 02 e 03 (Temperatura interna 23,5°C e Umidade do ar

60%, ambos aproximadamente), vale destacar que os dados do Grupo 03 apresenta um maior conforto térmico se comparados ao Grupo 02, isto devido a uma leve variação da temperatura do horário do Grupo 03, cerca de 0,5°C mais baixa do que do horário do Grupo 02, o que sugere que mudanças de temperatura de menos de 1°C (sem alteração da umidade) podem alterar a percepção de conforto. Variações mais significativas na percepção do conforto térmico se destacam a partir de 2°C de diferença e 10% de diferença de umidade do ar, importante salientar que não houve variações significativas da percepção de conforto dos usuários conforme o local em que se encontravam.

Ainda analisando os dados ilustrados é perceptível que a variável CLO médio de cada grupo (0,4; 0,4 e 0,43; respectivamente), não apresenta influência significativa aos resultados; bem como a atividade metabólica média dos usuários de cada grupo (1,05, 1,02 e 1,04, respectivamente) também não apresenta uma variação significativa para influenciar no resultado deste estudo.

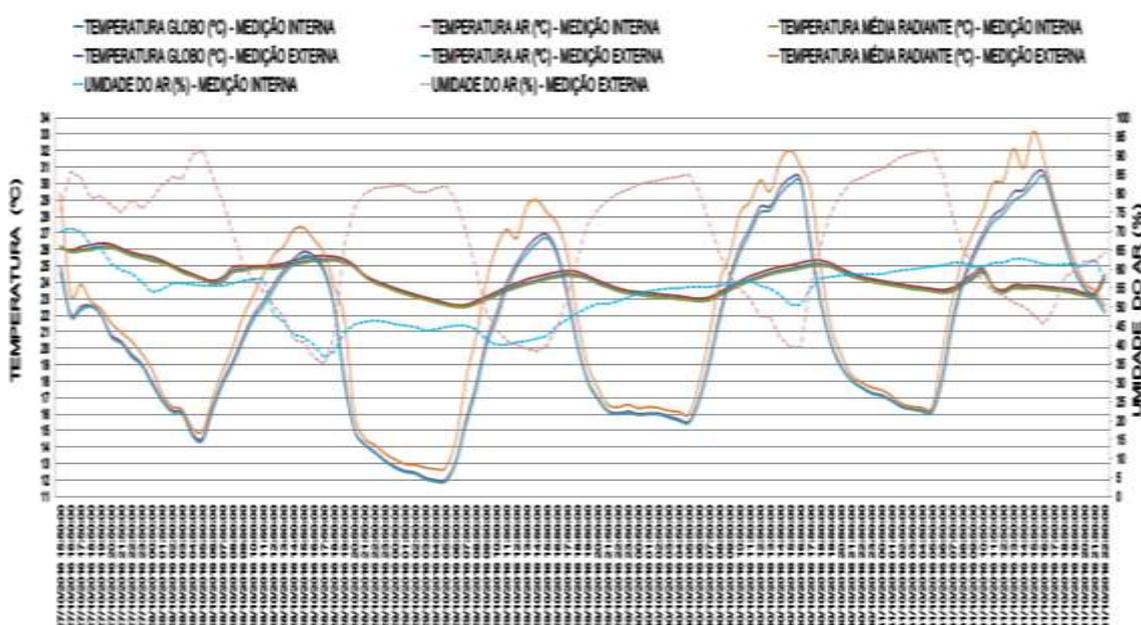


Figura 11. Gráfico comparativo entre os dados obtidos – Medição interna/Dados climáticos externos.

Analisando o gráfico comparativo dos dados constata-se que a radiação solar não apresentou influência significativa às medições, bem como que a velocidade do ar, registrada em medição (0,1m/s), não exerce influência ao conforto térmico dos usuários, isto por ser um valor muito baixo. O atraso térmico da biblioteca é de, em média, 5 horas; e os picos de temperaturas mais altas internas são 2°C menores que as externas; bem como os picos de temperaturas mais baixas internas são 8°C maiores que as externas.

Comparando os dias fechados e de uso da biblioteca, observa-se a diferença de amplitude térmica, sendo que esta menor variação nos períodos de uso se deve ao condicionamento ativo, o qual possibilita que a variação de temperatura interna acompanhe suavemente a variação externa nos dias sem uso.

Comparando a amplitude térmica média externa (14°C) com a interna (1,4°C), os resultados denotam que o espaço possui alta inércia térmica, pois além do fato de o ambiente estar sempre fechado, a inércia térmica da biblioteca pode ser explicado também pelas características construtivas: Poucas aberturas, menos da metade das paredes da área analisada

estão voltadas ao exterior, e seu piso está em contato com o solo. A temperatura proporcionada pelo condicionamento ativo se estende aos períodos do dia em que este está desligado, por conta da inércia térmica do espaço e por não haver presença de usuários.

A umidade do ar externo manteve uma variação similar entre os dias de medição, com pico mínimo de 40% à tarde e pico máximo de 80% de madrugada, já a umidade interna apresentou média de 60% a 70% nos dias de uso, aparentemente sem apresentar variações comparáveis com as variações externas;

Ao comparar as resultantes dos dados interno e externo, a variação interna não parece ser influenciada pela umidade externa, exceto pelos dias em que a biblioteca permaneceu fechada, ou seja, a umidade interna é menor nos dias sem uso e maior nos dias com uso, sendo que a umidade externa não acompanhou esta variação na comparação dos gráficos interno e externo. Desta forma, estes dados sugerem que a presença de usuários na biblioteca influencia na umidade do ar, já que a influência do condicionamento ativo na umidade é negativa e mesmo assim a umidade nos dias de condicionamento ativo é maior.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para manter o conforto térmico em bibliotecas, é necessário considerar vários fatores, como a ventilação, a iluminação e a temperatura. Uma boa ventilação é essencial para garantir a circulação de ar fresco e a remoção de partículas e gases negativos, como poeira, mofo e dióxido de carbono. Além disso, a iluminação natural e artificial deve ser adequada para evitar o desconforto visual e a fadiga ocular.

A temperatura é outro fator importante para o conforto térmico em bibliotecas. A maioria dos materiais bibliográficos requer uma temperatura constante entre 18 e 24 graus Celsius, com umidade relativa entre 40% e 60%. Essas condições ajudam a preservar os livros e documentos, além de proporcionar um ambiente agradável para os usuários. No entanto, é importante equilibrar a temperatura com a eficiência energética, para evitar um consumo excessivo de energia e efeitos negativos.

Com esta pesquisa, é possível entender na prática o funcionamento de diversos conceitos relacionados ao conforto térmico e as analogias entre os diferentes aspectos relativos a este. Importante salientar que seriam necessárias medições durante períodos mais longos e em diferentes posições dentro da biblioteca, bem como mais entrevistas nestes períodos, para confirmar o que a presente pesquisa sugere, gerando assim mapas térmicos do espaço de estudo, com isso, poderiam ser encontradas possíveis variações a respeito do conforto conforme a uma localização específica da biblioteca, o que nesta pesquisa não foi significativo. As novas medições e novas entrevistas poderiam focar nas posições próximas às aberturas voltadas a nordeste e leste, pois o local das medições foi distante destas aberturas, e nos horários de entrevistas de usuários próximos às aberturas não havia influência direta de radiação.

Evidentemente que a utilização de mais pontos de medições internas evidenciaria resultados mais detalhados, possibilitando gerar mapas térmicos, sendo estes ferramentas importantes em estudos de ambientes construídos, pois permitem que o pesquisador visualize e analise as variações de temperatura em um determinado espaço. Essas variações podem ser causadas por fatores como o clima, a iluminação, a ventilação e a presença de materiais

isolantes ou condutores. Ao criar mapas térmicos, é possível identificar as áreas que apresentam maior ou menor eficiência térmica, ou seja, as regiões que apresentam maior ou menor perda de calor. Com essas informações, surgem novas soluções para melhorar a eficiência energética dos edifícios, a satisfação dos usuários e os impactos ambientais.

Por fim, é importante considerar que o conforto térmico nas bibliotecas pode variar dependendo do clima, da localização e da época do ano, ou seja, em qualquer caso, é importante avaliar as necessidades específicas de cada biblioteca e buscar soluções adequadas para garantir o conforto de seus usuários, bem como a preservação dos materiais bibliográficos.

## REFERÊNCIAS

- ALWETAISHI, M. S. Impact of Building Function on Thermal Comfort: A Review Paper. *American Journal of Engineering and Applied Sciences*, v. 9, n. 4, p. 928–945, 1 abr. 2016.
- ANSI/ASHRAE STANDARD. *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2013.
- ATTIA, S.; CARLUCCI, S. Impact of different thermal comfort models on zero energy residential buildings in hot climate. *Energy and Buildings*, v. 102, p. 117–128, set. 2015.
- BARBOSA, P. G.; PAULINO AGUILAR, M. T.; DO BOM CONSELHO SALES, R. Conforto térmico do ambiente construído, eficiência energética e difusividade térmica: um estudo interdisciplinar que envolve o Design. *Pensamentos em Design*, v. 1, n. 1, p. 95–102, 6 jul. 2021. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/pensemdes/article/view/5914>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- BUENO, A.; DE PAULA XAVIER, A.; BRODAY, E. Evaluating the Connection between Thermal Comfort and Productivity in Buildings: A Systematic Literature Review. *Buildings*, v. 11, n. 6, p. 244, 7 jun. 2021.
- FREITAS FILHO, H. B. V. DE; GUIZZO, I.; MARTINS, E. F. O conforto no ambiente construído: Pós. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP*, v. 25, n. 47, p. 52–73, 3 dez. 2018. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/125970>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- LBAKI, L. C. ANOTAÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO. Campinas: UNICAMP - FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO - Departamento de Arquitetura e Construção, 2004.
- LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. D. P. CONFORTO TÉRMICO e STRESS TÉRMICO. Florianópolis: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2002.
- PANET, M. DE F.; ARAÚJO, V. M. D. DE; ARAÚJO, E. H. S. DE. No calor da idade: parâmetros de conforto térmico para idosos residentes em localidade do semiárido paraibano. *Ambiente Construído*, v. 20, n. 2, p. 135–149, jun. 2020.
- SANTOS, A. et al. importância da avaliação dos riscos laborais e dos fatores que comprometem o conforto ambiental para com alunos e profissionais no ambiente escolar. *Sistemas & Gestão*, v. 17, n. 3, 30 dez. 2022. Disponível em: <https://www.revistasg.uff.br/sg/article/view/1804>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA BERKELEY. CBE Thermal Comfort Tool. Center for the Built Environment, 2016. Disponível em: <http://comfort.cbe.berkeley.edu>. Acesso em: 11 nov. 2016.
- YANG, X. B. et al. Indoor Thermal Comfort and its Effect on Building Energy Consumption. *Applied Mechanics and Materials*, v. 71–78, p. 3516–3519, jul. 2011.