

VALIDAÇÃO DO SISTEMA DE UM SINALIZADOR VISUAL COMO FERRAMENTA DE PREVISÃO DAS CONDIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO EM AMBIENTES ESCOLARES

Paula Carolina Birck Durigon¹, Reinaldo da Costa Moreno², João Henrique Alves da Silva³, Junior Souza Silva⁴

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul,

Câmpus Jardim – Jardim-MS, paula.durigon@estudante.ifms.edu.br¹,

²reinaldo.moreno@estudante.ifms.edu.br³, joao.henrique@ifms.edu.br³,

junior.silva@ifms.edu.br⁴

Área/Subárea: Sociais Aplicadas e Linguística e Artes

Tipo de Pesquisa: Tecnológica

Palavras-chave: Sinalizador visual, Conforto térmico, Avaliação ambiental multidomínio, Comportamento dos usuários, Edifício escolar.

Introdução

Em uma avaliação do comportamento dos usuários sob condições ambientais multidomínio que considere simultaneamente o conforto térmico e a qualidade do ar, com o CO₂ como indicador de ar viciado, a necessidade de sinalizadores visuais se torna crucial. Dado que o CO₂ é um gás inodoro, insípido e incolor, sua detecção pelos usuários é inviável sem auxílio. Portanto, sinalizadores visuais são fundamentais para informar os usuários sobre as condições ambientais. Esses dispositivos podem estimular ações como a abertura de janelas ou a alteração do setpoint do ar-condicionado, garantindo um ambiente confortável, níveis seguros de CO₂ e, consequentemente, uma maior produtividade. Além disso, ao incentivar comportamentos que otimizam o uso de recursos, esses sinalizadores podem contribuir para a eficiência energética do edifício. Neste contexto, desenvolver uma metodologia abrangente que considere todas as variáveis discutida se torna um desafio [1][2]. E, embora o uso de questionários seja amplamente considerado como uma forma confiável de avaliação do conforto térmico, na avaliação do comportamento dos usuários, pode comprometer os resultados das pesquisas devido à interferência dos pesquisadores. Portanto, é crucial explorar outras formas de avaliar as condições de conforto térmico e, principalmente, a depender da tipologia da edificação analisada. O objetivo desta pesquisa foi validar o sistema de um sinalizador visual desenvolvido para a avaliação de conforto térmico em ambientes condicionados artificialmente, relacionando o resultado dos questionários com os momentos em que o sinalizador acenderia, presumindo seu uso, de modo a verificar se o conforto ou desconforto relatado pelos usuários corresponde aos momentos indicados pelo sinalizador, comprovando sua eficácia.

Metodología

O procedimento de coleta de dados foi dividido em duas partes: coleta de dados ambientais e aplicação de questionários para análise dos votos de sensação e conforto dos usuários. A coleta de dados foi realizada em 3 dias

seguidos, ambas, no turno da noite. As medições das variáveis pessoais e ambientais seguiram as recomendações sugeridas em norma [2]. Durante a pesquisa de campo, foram coletadas diversas variáveis ambientais internas, incluindo a temperatura do ar (T_{ar}), temperatura de globo (T_g), velocidade do ar em m/s (V_{ar}) e umidade relativa do ar (UR). Todas essas variáveis foram coletadas por meio do confortímetro SENSU, disposto no centro da sala, a uma altura de 1,1 m do piso acabado. A temperatura externa do ar foi coletada pela estação meteorológica A758 do INMET. A coleta de dados ambientais internos foi realizada a cada 1 minuto. O confortímetro foi ligado 30 minutos antes do início das coletas de dados para garantir a estabilidade das medições. 80 pessoas participaram da pesquisa, que consistiu em 23 rodadas de aplicação de questionários, gerando 584 votos de conforto térmico válidos; outros votos foram excluídos devido à falta de informações. Todos os participantes da pesquisa eram alunos de graduação dos cursos de Geografia, Letras e Direito. A faixa etária dos respondentes variou de 17 a 63 anos. As rodadas de aplicação ocorreram de acordo com a Tabela 1.

Sala 1		Sala 2		Sala 3	
Dia	Horário de coleta	Dia	Horário de coleta	Dia	Horário de coleta
21 de maio de 2024	20h20	22 de maio de 2024	19h15	23 de maio de 2024	19h20
	20h40		19h40		19h40
	21h20		20h00		20h00
	21h40		20h20		20h20
	22h00		20h40		20h40
			21h10		21h15
			21h30		21h35
			21h50		21h55
			22h10		22h15
9 usuários		32 usuários		39 usuários	

Tabela 1. Relação entre os dados medido, estimados pelo sinalizador e o resultados dos questionários de conforto térmico

Resultados e Análise

A Figura 1 apresenta os dados sensação térmica conforme os votos relatados pelos usuários nos questionários e para os 3 dias de coleta de dados.

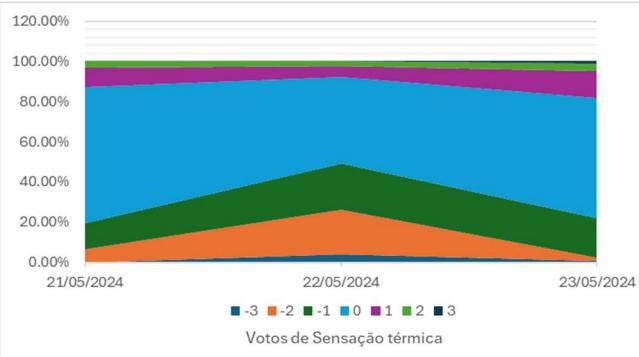


Figura 1. Votos de sensação térmica dos usuários nos dias de coleta de dados

Fonte: produzido pelos autores.

Nota-se que a neutralidade foi o voto predominante nos três dias de coleta de dados, seguida pelos votos de levemente com frio, levemente com calor, frio e calor. A Tabela 2 apresenta o PMV/PPD previsto no sinalizador visual junto com as respostas de conforto térmico por rodadas de questionários. O objetivo é verificar se existe uma correlação entre os valores previstos e o valor final.

Dia	Horário	Condições ambientais		Estimados / Sinalizador			Média dos dados coletados por horário					
		T _g (°C)	Va (m/s)	Met.	Cl _g	PMV	PPD (%)	Met.	Cl _g	PMV	PPD (%)	
21/05/2024	20h20	22,28	0,47	46,80	1,1	0,58	-1,46	49,00	1,1	0,58	0,14	53,13
	20h40	22,24	0,49	45,30	1,1	0,58	-1,71	62,00	1,1	0,57	-0,28	53,40
	21h20	21,60	0,53	43,00	1,1	0,58	-1,99	76,00	1,1	0,59	0,00	64,80
	21h40	21,60	0,50	47,00	1,1	0,58	-1,92	73,00	1,1	0,59	-0,14	59,00
	22h00	21,91	0,51	45,30	1,1	0,58	-1,84	69,00	1,1	0,57	-0,25	58,00
22/05/2024	19h15	21,49	0,50	37,00	1,1	0,58	-2,03	78,00	1,1	0,58	-0,38	81,96
	19h40	21,64	0,48	37,00	1,1	0,58	-1,97	75,00	1,1	0,58	-0,41	79,74
	20h00	21,52	0,43	36,50	1,1	0,58	-1,94	74,00	1,1	0,58	-0,52	79,17
	20h20	21,40	0,43	37,20	1,1	0,58	-1,97	75,00	1,1	0,58	-0,76	76,63
	20h40	22,03	0,47	41,70	1,1	0,58	-1,67	60,00	1,1	0,58	-0,57	68,67
	21h10	22,19	0,23	44,70	1,1	0,58	-1,30	40,00	1,1	0,57	-1,27	42,52
	21h30	20,79	0,28	40,92	1,1	0,58	-1,92	73,00	1,1	0,57	-1,05	74,33
	21h50	20,82	0,33	40,37	1,1	0,58	-1,99	76,00	1,1	0,57	-1,30	80,98
	22h10	21,04	0,29	41,14	1,1	0,58	-1,83	68,00	1,1	0,57	-1,30	71,02
23/05/2024	19h20	22,68	0,54	53,00	1,1	0,58	-1,57	55,00	1,1	0,58	-0,05	60,84
	19h40	23,61	0,30	50,66	1,1	0,58	-0,91	22,00	1,1	0,58	-0,05	29,12
	20h00	24,41	0,34	55,47	1,1	0,58	-0,68	15,00	1,1	0,59	0,51	18,70
	20h20	24,07	0,30	52,30	1,1	0,58	-0,75	17,00	1,1	0,57	0,13	23,38
	20h40	24,40	0,27	48,78	1,1	0,58	-0,62	13,00	1,1	0,58	0,15	17,61
	21h15	23,22	0,34	54,58	1,1	0,58	-1,08	29,00	1,1	0,58	-0,15	36,84
	21h35	24,29	0,26	48,37	1,1	0,58	-0,62	13,00	1,1	0,58	-0,17	18,08
	21h55	24,44	0,28	46,64	1,1	0,58	-0,66	14,00	1,1	0,58	-0,23	17,10
	22h15	23,94	0,31	44,98	1,1	0,58	-0,87	21,00	1,1	0,58	-0,21	27,19

Tabela 2. Relação entre os dados medido, estimados pelo sinalizador e o resultados dos questionários

Fonte: produzido pelos autores.

Considerações Finais

Os resultados demonstraram que o Método Analítico não foi adequado para avaliar a real sensação dos ocupantes. Uma das prováveis razões foi a velocidade do ar, que esteve durante todo o experimento acima de 0,20 m/s, mesmo com os ambientes controlados pelo ar-condicionado. Além disso, outras pesquisas já apontaram anteriormente para a inaplicabilidade do modelo em climas quentes, o que se verificou também neste piloto. Por outro lado, a medição demonstrou que todos os votos se enquadram na zona de conforto térmico especificada pelo Modelo Adaptativo [2], aparentando ser este um método mais adequado para o que se planeja adiante.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro às bolsas de Iniciação Científica.

Referências

- PARSONS, H. M. What Happened at Hawthorne? New evidence suggests the Hawthorne effect resulted from operant reinforcement contingencies. *Science*, v. 183, n. 4128, p. 922-932, 1974.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 16.401-2 Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Parte 2: Parâmetros de conforto térmico*. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

VALIDATION OF A VISUAL SIGNAL SYSTEM AS A TOOL FOR PREDICTING THERMAL COMFORT CONDITIONS IN SCHOOL ENVIRONMENTS

Abstract: This research describes the results of a pilot study that sought to validate the system of a visual signaling device as a tool used to identify thermal comfort conditions in multidomain environments in real time. The PMV/PPD code from NBR 16401-2 was used to develop an automated model in Python, which activates a signaling light when it identifies conditions outside the thermal comfort limits so that occupants can change their behavior with the building interfaces. Data collection took place in higher education classrooms, applying questionnaires every 20 minutes and recording environmental data for later correlation between the system and user votes. Results indicated the ineffectiveness of the Analytical Method, with air velocity above 0.2 m/s in all cases, resulting in only 10% comfort according to the method. In contrast, about 70% of the votes indicated neutrality. It is concluded that the application of the analytical method, under the study conditions, was not effective in reflecting the users' thermal comfort reality.

Keywords: Visual signaling device. Thermal comfort. Multidomain environmental assessment. User behavior. School buildings.