ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

A influência da transição de ambientes na resposta fisiológica e na percepção térmica em um *Living Lab*

The influence of spatial transition on physiological response and thermal perception in a Living Lab

Brenda da Costa Loeser
UFSC | Florianópolis | Brasil | brenda.costa.loeser@gmail.com
Natasha Hansen Gapski
UFSC | Florianópolis | Brasil | natasha.gapski@gmail.com
Mateus Bavaresco
UFSC | Florianópolis | Brasil | bavarescomateus@gmail.com
Liége Garlet
UFSC | Florianópolis | Brasil | liegegarlet@gmail.com
Ana Paula Melo
UFSC | Florianópolis | Brasil | a.p.melo@ufsc.br
Roberto Lamberts
UFSC | Florianópolis | Brasil | roberto.lamberts@ufsc.br

Resumo

A aclimatação dos ocupantes em rotinas que envolvem a transição entre ambientes internos e externos, por vezes, aumenta o consumo de energia dos edifícios. Este estudo avaliou a influência da transição de ambientes para ocupantes de um *living lab*. Monitoraram-se as variáveis fisiológicas e ambientais dos participantes e aplicaram-se questionários. A análise concentrou-se nos dados do período pós-almoço, quando os participantes retornavam ao ambiente monitorado. Os resultados mostraram que a temperatura da pele e frequência cardíaca variam conforme o local onde o participante almoçou, porém, após 5 a 10 minutos do retorno, as curvas de variação são similares. O mesmo padrão foi observado nos votos de sensação, preferência, aceitabilidade e conforto térmico. Enquanto as respostas imediatas após o intervalo de almoço apresentaram maior variabilidade, as seguintes (10 a 60 minutos) foram mais homogêneas, com tendências de sensações neutras, preferências sem alterações no ambiente, maiores níveis de conforto e aceitabilidade. Esses resultados podem orientar diretrizes de comportamento do usuário na busca por ambientes mais satisfatórios, confortáveis e energeticamente eficientes.

Palavras-chave: Variáveis fisiológicas. Percepção térmica. Transição espacial.

Como citar:
LOESER, B. C. et. al. A influência da transição de ambientes na resposta fisiológica e na percepção térmica em um Living Lab. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

Abstract

The acclimatization of occupants in daily routines involving indoor-outdoor transitions sometimes increases energy consumption in buildings. This study evaluated these transitions' influence on living lab occupants. Physiological and environmental variables were monitored, and thermal comfort questionnaires were administered. The analysis focused on data from the post-lunch period when participants returned to the monitored indoor environment. The results showed that skin temperature and heart rate varied depending on where participants had lunch. However, the variation curves became similar after 5 to 10 minutes. A similar pattern was observed in votes for thermal sensation, preference, acceptability, and comfort. While immediate responses after lunch showed more significant variability, subsequent responses (10 to 60 minutes) were more homogeneous, trending towards neutral sensations, preferences for no changes in the environment, higher levels of comfort, and acceptability. These results can guide user behavior guidelines in creating more satisfactory, comfortable, and energy-efficient environments.

Keywords: Physiological variables. Thermal perception. Spatial transition.

INTRODUÇÃO

A investigação das transições espaciais e suas implicações no conforto térmico dos indivíduos tem sido amplamente estudada em diversos contextos. Souza et al. [1] revisaram experimentos que analisaram respostas psicofisiológicas humanas durante transições espaciais. Esses ambientes foram classificados como transições entre espaços dentro da mesma edificação, espaços anexos abertos ou semiabertos, e espaços predominantemente externos. Nesse contexto, os indivíduos tendem a vivenciar aspectos dinâmicos do conforto térmico que precisam ser melhor compreendidos, especialmente em ambientes compartilhados.

Buscando avaliar o impacto das transições espaciais sequenciais no conforto térmico, Yuan et al. [2] simularam, em câmaras climáticas interligadas com diferentes temperaturas do ar, o processo de transição de passageiros em cabines de trem. O estudo encontrou faixas de tempo de estabilização dos votos de conforto térmico entre 5,34 e 18,84 minutos, e dos votos de sensação térmica entre 13,36 e 18,23 minutos. Em relação à resposta fisiológica, o intervalo de estabilização foi de 12 a 20 minutos para a frequência cardíaca e de 16 a 20 minutos para a temperatura da pele. O estudo denota a importância das condições ambientais em áreas de transição e o seu impacto no conforto humano. Outro estudo, realizado por Jia et al. [3], buscou avaliar o impacto da mudança espacial aliado à variação de atividades, como sentar e caminhar. Os resultados mostraram que a atividade de caminhada proporcionou o aumento da sensação de calor, necessitando de mais de 20 minutos para a aclimatação. Entretanto, notou-se que a correlação entre a temperatura da pele e as sensações reportadas foi negativamente afetada pela mudança de atividade. As respostas referentes à sensação passaram a ser mais influenciadas pela temperatura interna do corpo. Bai et al. [4] simularam o deslocamento dos participantes até o trabalho em duas salas conectadas, considerando diferentes intensidades de atividade e variações de temperatura interna e externa. Os resultados mostraram que a temperatura neutra térmica dos participantes diminuiu após a atividade realizada, variando conforme a intensidade. Concluíram também que, após a atividade, a taxa metabólica e a temperatura da pele retornam ao estado pré-atividade em 15 e 50

minutos, respectivamente. A percepção térmica foi influenciada pela temperatura do ambiente e pelo nível de atividade, com maior tempo de recuperação para atividades mais intensas, retornando ao estado neutro em 25 minutos na maioria dos casos. Além disso, permitir que os participantes ajustassem a temperatura do ar interno após a atividade reduziu o tempo de recuperação fisiológica em 38%.

Estudos que abordam transição espacial destacam a importância de avaliar o conforto térmico dinâmico, levando em consideração aspectos da vida cotidiana, como transições espaciais internas e externas de ambientes e mudanças de atividades. No entanto, esses estudos normalmente não consideraram a liberdade de decisão dos participantes quanto à atividade desempenhada, tempo no ambiente de transição, distância percorrida, entre outros fatores, como ocorre em ambientes reais. Nesse contexto, este estudo busca avaliar a influência da mudança de ambiente na resposta fisiológica e na percepção térmica dos participantes. São considerados aspectos cotidianos da rotina dos ocupantes de um *living lab*, que, durante o período de almoço, se dirigem a diferentes locais e retornam ao mesmo ambiente compartilhado. O foco do estudo é compreender se o local de almoço influencia os aspectos fisiológicos e psicológicos dos participantes em relação ao conforto térmico.

MÉTODO

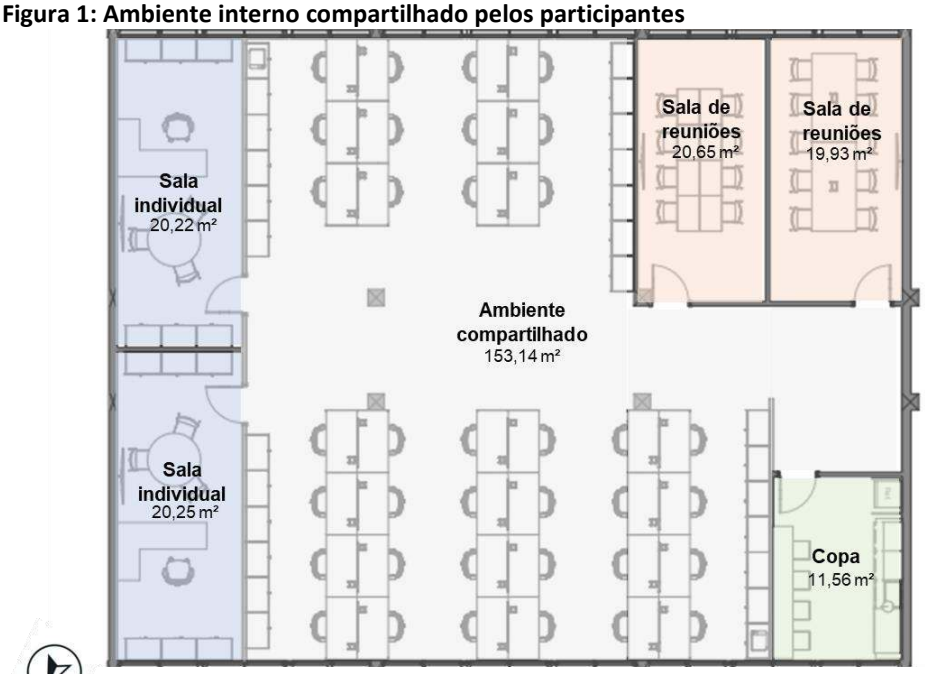
Este estudo é derivado de um experimento realizado em um *living lab* durante o ano de 2023, que buscou levantar e caracterizar os aspectos ambientais, fisiológicos e psicológicos relativos à percepção térmica dos ocupantes. Neste artigo, o recorte do estudo abrange as estações de inverno (13 dias) e primavera (12 dias), com a participação de 12 mulheres e 9 homens, com idades entre 22 e 49 anos, cada voluntário participou, no mínimo, de dois dias de experimento em cada estação. O método deste estudo é desenvolvido em cinco etapas: caracterização do ambiente monitorado e do local de almoço, protocolo experimental, instrumento de pesquisa, monitoramento das variáveis fisiológicas e, por fim, o tratamento e análise dos dados derivados das respostas dos questionários e do monitoramento das variáveis fisiológicas.

AMBIENTES DE ESTUDO

O ambiente compartilhado do estudo é caracterizado como um laboratório de pesquisa de aproximadamente 250 m² localizado no último pavimento do prédio da engenharia civil da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis/SC. O ambiente é composto por duas salas individuais, um espaço compartilhado, duas salas de reunião e uma copa. No espaço compartilhado, são realizadas atividades típicas de escritório, com 36 estações de trabalho (Figura 1). Os experimentos foram conduzidos com diferentes grupos (três ou quatro pessoas) distribuídos em estações próximas, para garantir que as variáveis ambientais internas monitoradas (temperatura de globo, temperatura do ar, velocidade do ar, umidade relativa e CO_2) representassem o microclima mais próximo dos participantes. Durante o experimento, os ocupantes eram livres para executar suas atividades, incluindo o

uso e a operação das janelas, do sistema de ar-condicionado e dos sistemas personalizados de condicionamento (PECS).

Figura 1: Ambiente interno compartilhado pelos participantes



Fonte: Os autores.

Também, foram mapeados os principais locais frequentados pelos participantes durante o horário do almoço (Figura 2), destacando-se: a copa presente no laboratório, onde os participantes acessam a uma sala com condições similares às encontradas no ambiente monitorado; o Restaurante Universitário (RU), situado a 970 m do laboratório, considerado o local mais distante, com uma duração média de 20 a 30 minutos de caminhada (ida e volta) exposta à radiação solar direta e às intempéries; e um restaurante em uma edificação vizinha, a 120 m do laboratório, com uma duração média de 5 a 10 minutos de caminhada (ida e volta) sombreada por vegetação e edificações.

Figura 2: Caracterização dos locais de almoço frequentados pelos participantes

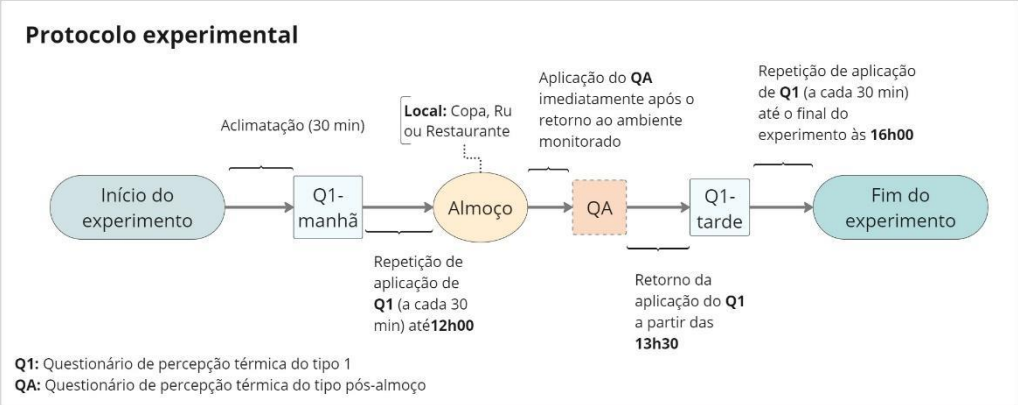


Fonte: Os autores.

PROTOCOLO EXPERIMENTAL

O procedimento adotado no experimento geral envolveu o monitoramento dos participantes durante os períodos matutino e vespertino, incluindo as variáveis fisiológicas durante o horário de almoço. Os participantes tinham liberdade para escolher suas vestimentas, alimentação e local para almoçar. Este trabalho concentrou-se no monitoramento das variáveis fisiológicas dos participantes a partir do momento em que retornaram do almoço para o ambiente de trabalho monitorado, e nos 60 minutos subsequentes. Conforme ilustrado no fluxograma da Figura 3, o experimento iniciou no período da manhã, com os participantes respondendo ao questionário Q1 de percepção ambiental a cada 30 minutos até as 12h, quando foram liberados para almoçar em um local de sua escolha. Os participantes responderam ao questionário QA, que abordava suas percepções sobre o local onde almoçaram e a percepção térmica ao retornarem ao laboratório. Em seguida, iniciou-se a aplicação do questionário Q1 às 13h30, repetindo a cada 30 minutos até o final do experimento (16h).

Figura 3: Protocolo experimental aplicado no experimento realizado



Fonte: Os autores.

INSTRUMENTO DE PESQUISA

O questionário Q1 foi subdividido em questões antropométricas e padrão de comportamento; sensação, aceitabilidade, conforto e preferências térmicas. Já o questionário QA, administrado após o período de almoço, inclui questões relacionadas ao próprio almoço, como o local, o tempo de deslocamento, o meio de transporte utilizado para o deslocamento e a percepção térmica do participante no local em comparação com o ambiente de trabalho. Além disso, foram questionados sobre a sensação térmica, conforto térmico, aceitabilidade térmica e preferência térmica ao retornar ao laboratório.

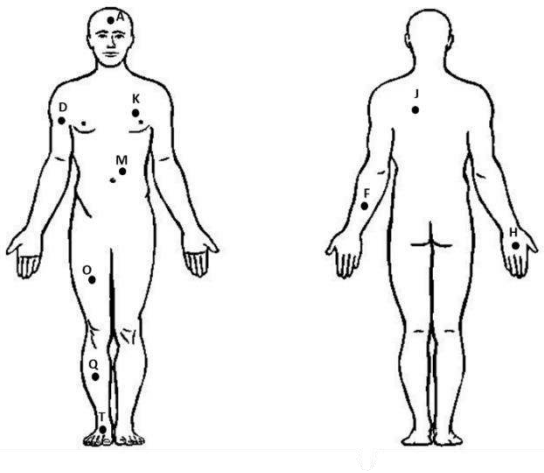
Neste segmento do estudo, foram analisadas as respostas referentes à sensação térmica (escala: muito frio, frio, levemente com frio, neutro, levemente com calor, calor, muito calor), preferência térmica (escala: muito mais resfriado, mais resfriado, ligeiramente resfriado, sem mudanças, ligeiramente aquecido, mais aquecido, muito mais aquecido), aceitabilidade térmica (escala: claramente aceitável, apenas aceitável, apenas inaceitável, claramente inaceitável) e conforto térmico (escala: confortável,

ligeiramente desconfortável, desconfortável, muito desconfortável), assim como as informações sobre o participante e as características do período de almoço.

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS

Neste estudo, foram monitoradas as variáveis fisiológicas relativas à temperatura superficial da pele e à frequência cardíaca. Para a temperatura de pele, utilizou-se um medidor do tipo *Thermochron IButton*, com resolução de 0,0625 °C e registro a cada 60 segundos. Esses sensores foram posicionados em dez pontos distribuídos pela superfície da pele, seguindo o método MST-10 descrito por Liu et al. [5] (Figura 4). Para a medição da frequência cardíaca foram utilizados os monitores Polar A370 no pulso esquerdo de cada participante, registrando os batimentos por minuto (bpm) a cada segundo, além de uma cinta peitoral cardíaca Polar H10.

Figura 4: Pontos de medições no corpo humano



Fonte: Adaptado de Liu et al. [5]

ANÁLISE DE DADOS

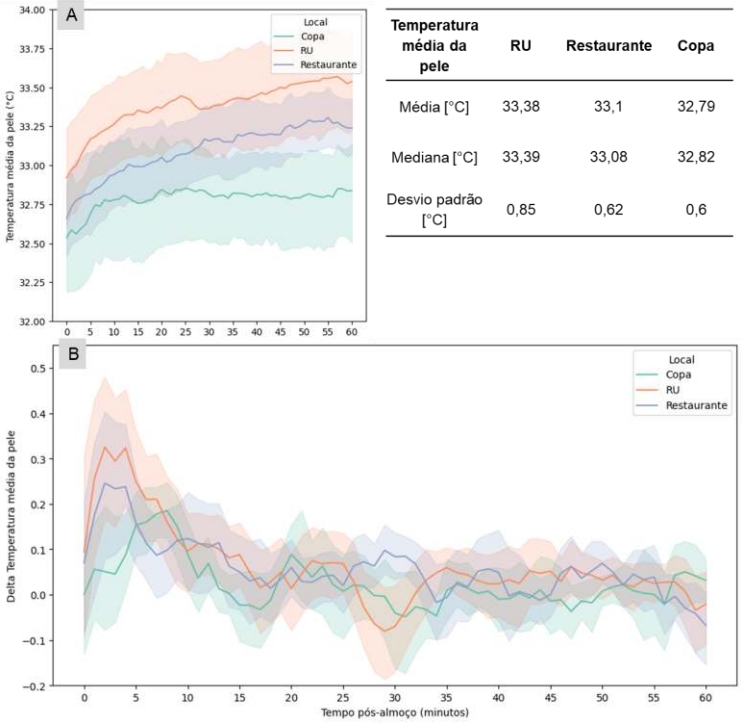
Inicialmente, analisou-se a temperatura da pele por meio de uma média ponderada entre os 10 pontos coletados, conforme o método MST-10 apresentado por Liu et al. [5]. A variação da temperatura média da pele foi calculada pela diferença entre a temperatura média a cada minuto e a média dos cinco minutos anteriores. O mesmo método foi aplicado à frequência cardíaca. Além disso, foram calculados os intervalos de confiança de 95%, baseados na média amostral e no desvio padrão das variáveis fisiológicas. Os dados foram agrupados de acordo com o local de almoço informado por cada participante. Assim, foram calculados a média, mediana e desvio padrão dos dados fisiológicos de cada grupo. Com o mesmo agrupamento por local, foram gerados gráficos de densidade para os votos de sensação, preferência, aceitabilidade e conforto térmico dos participantes, no questionário QA e posteriormente no questionário Q1 (primeira e segunda rodadas).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante as estações de inverno e primavera, foram computados 66 votos válidos, distribuídos entre 12 participantes do gênero feminino e 9 do gênero masculino.

Inicialmente, as variáveis fisiológicas foram analisadas durante o período de 60 minutos após o retorno do horário de almoço. Este intervalo inicia com a resposta ao questionário QA (pós-almoço) e abrange aproximadamente duas rodadas do questionário Q1, referente à percepção térmica. Durante o período de análise, o inverno apresentou temperaturas externas médias de 19,69°C (desvio padrão: 2,77°C; mínima: 14,19°C e máxima: 24,59°C). Já a primavera apresentou temperaturas médias de 22,71°C (desvio padrão: 2,59°C; mínima: 19,02°C e máxima: 27,79°C). As Figuras 5 e 6 apresentam a média, mediana e o desvio padrão da temperatura média da pele e da frequência cardíaca dos participantes, respectivamente, agrupados conforme o local de almoço.

Figura 5: Gráficos e dados de temperatura média da pele no intervalo de 60 minutos



Temperatura média da pele	RU	Restaurante	Copa
Média [°C]	33,38	33,1	32,79
Mediana [°C]	33,39	33,08	32,82
Desvio padrão [°C]	0,85	0,62	0,6

Fonte: Os autores.

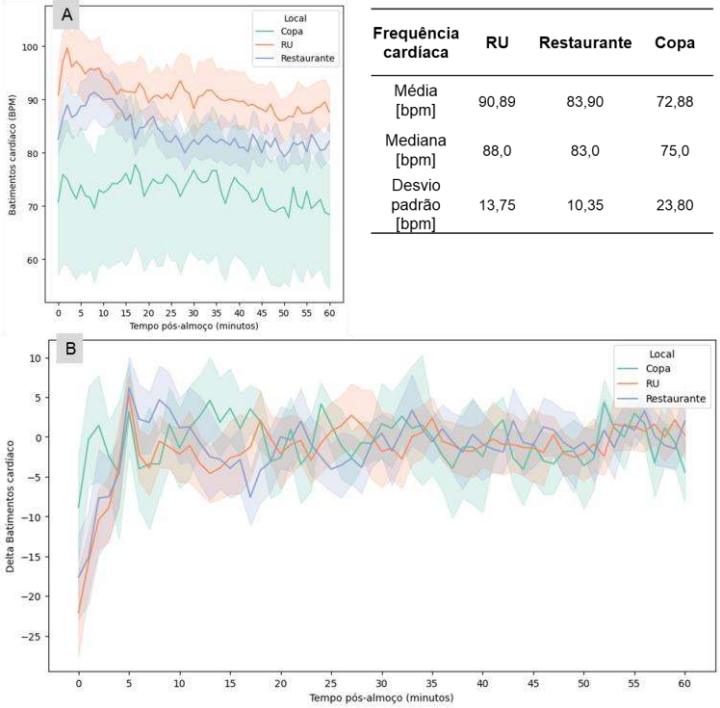
Os resultados indicam que a média e a mediana da temperatura média da pele são maiores no grupo de participantes RU (33,38°C e 33,39°C), assim como o desvio padrão (0,85°C) (Figura 4). Além disso, observou-se que a temperatura média da pele do grupo que almoçou no RU se manteve superior aos demais durante os 60 minutos avaliados, conforme o gráfico (A) (Figura 5). Em relação aos participantes que almoçaram na copa do laboratório, foi observada a menor média e mediana da temperatura média da pele (32,79 °C e 32,82°C), com desvio padrão similar ao grupo que almoçou no restaurante (0,62°C). Esse resultado pode ser atribuído à influência de aspectos como os trajetos realizados, o tempo de caminhada e as condições externas do ambiente (temperatura do ar e incidência direta da radiação solar).

Em seguida, observou-se a estabilização da temperatura média da pele, a partir do gráfico de variação (B) (Figura 5). Sendo possível notar diferentes padrões de comportamento entre os grupos nos 10 minutos iniciais. Os participantes que almoçaram no RU apresentaram maiores variações na temperatura média da pele, com um aumento inicial da temperatura seguido de variações menores até se

igualarem aos demais. O grupo que almoçou no restaurante teve um comportamento semelhante ao do RU, mas com variações menores na temperatura média da pele. Enquanto isso, os participantes que ficaram na copa apresentaram um padrão de comportamento inicialmente oposto, começando com variações menores e depois um aumento na temperatura média da pele. Após o período de 10 minutos, as curvas dos grupos começam a se sobrepor e apresentar um comportamento mais estável.

Reações semelhantes foram observadas para a variável frequência cardíaca. Os participantes que almoçaram no RU mantiveram média e mediana superiores aos demais grupos (90,89 bpm e 88,0 bpm), enquanto aqueles que almoçaram na copa apresentaram a menor média e mediana (72,88 e 75,00) (Figura 6).

Figura 6: Gráficos e dados de frequência cardíaca média no intervalo de 60 minutos



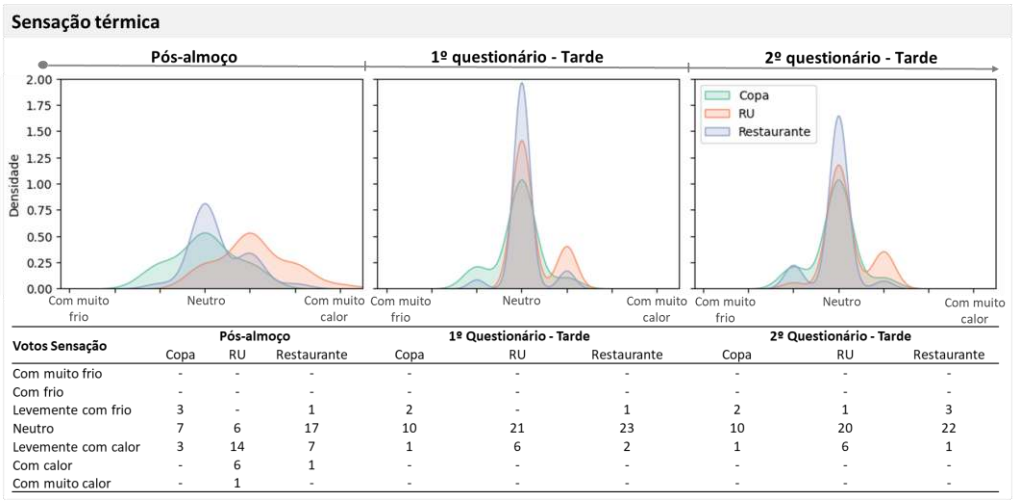
Frequência cardíaca	RU	Restaurante	Copa
Média [bpm]	90,89	83,90	72,88
Mediana [bpm]	88,0	83,0	75,0
Desvio padrão [bpm]	13,75	10,35	23,80

Fonte: Os autores.

No entanto, o grupo que almoçou na copa apresentou maior desvio padrão na frequência cardíaca (23,80 bpm). Ao analisar a variação da frequência cardíaca ao longo dos 60 minutos, constatou-se que os diferentes padrões entre os grupos ocorreram apenas nos primeiros 5 minutos. Durante esse período, os participantes que almoçaram no RU e no restaurante tenderam a apresentar uma diminuição na frequência cardíaca, enquanto os que almoçaram na copa apresentaram um aumento inicial, até que seus padrões se igualaram ao comportamento dos demais. Portanto, nota-se que a frequência cardíaca se estabiliza em um tempo menor em comparação com a temperatura média da pele. Isso indica que, apesar das diferentes condições externas nos locais de almoço, ao se passar um intervalo de 5 a 10 minutos no mesmo ambiente, as variáveis fisiológicas começam a se estabilizar e atingem o mesmo padrão de comportamento. Esse resultado pode indicar um intervalo médio de influência da mudança de ambientes na resposta fisiológica do corpo humano, menor do que o encontrado por Bai et al. [4] (15 a 50 minutos) e Yuan et al. [2] (12 a 20 minutos).

Além disso, para avaliar se os resultados observados nas variáveis fisiológicas estão alinhados com a percepção térmica dos ocupantes, os votos de sensação, preferência, aceitabilidade e conforto térmico foram avaliados ao longo do tempo. No questionário pós-almoço, os votos de sensação térmica do grupo que almoçou no RU variaram entre sensação neutra e calor, com a maior densidade de votos indicando sensação de levemente calor (Figura 7). Enquanto isso, os grupos que almoçaram no restaurante e na copa apresentaram votos indicando sensações de levemente com frio, neutro e levemente com calor, com a maior densidade de votos em neutro.

Figura 7: Distribuição de votos de sensação térmica dos grupos copa, RU e restaurante



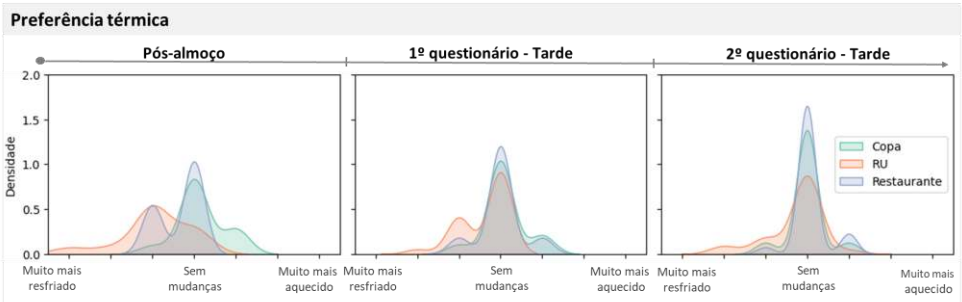
Votos Sensação	Pós-almoço			1º Questionário - Tarde			2º Questionário - Tarde		
	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante
Com muito frio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Com frio	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Levemente com frio	3	-	1	2	-	1	2	1	3
Neutro	7	6	17	10	21	23	10	20	22
Levemente com calor	3	14	7	1	6	2	1	6	1
Com calor	-	6	1	-	-	-	-	-	-
Com muito calor	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Os autores.

Ao avaliar o primeiro questionário da tarde, aplicado entre 10 e 60 minutos após o questionário pós-almoço, observa-se uma mudança nos votos e uma maior homogeneidade de respostas entre os grupos. Os participantes que, anteriormente, indicaram calor passaram a tender à neutralidade. Esse mesmo padrão se manteve no segundo questionário da tarde, aplicado 30 minutos após o primeiro, em que os participantes tendem a sensações neutras, com um aumento na incidência de levemente frio. Esse resultado está em concordância com o comportamento das variáveis fisiológicas, onde os grupos inicialmente apresentam diferenças na sensação e, após um intervalo de tempo, se equalizam para o mesmo padrão.

O mesmo pode ser observado na preferência térmica dos participantes (Figura 8), em que o grupo que almoçou no RU apresentou uma tendência de votos de preferência para mais frio no questionário pós-almoço. Enquanto os grupos que almoçaram no restaurante ou na copa apresentaram votos de preferência para se manterem sem mudanças. No primeiro e segundo questionários da tarde, observou-se a mesma tendência de homogeneidade de votos entre os grupos, com uma inclinação para votos indicando sem mudanças.

Figura 8: Distribuição de votos de preferência térmica dos grupos copa, RU e restaurante

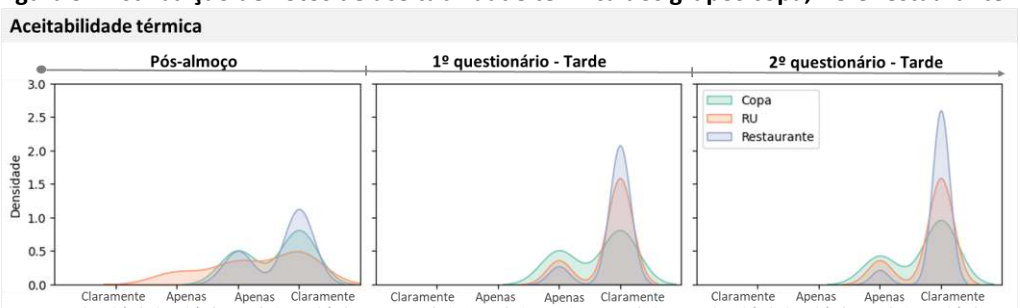


Votos Preferência	Pós-almoço			1º Questionário - Tarde			2º Questionário - Tarde		
	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante
Muito mais resfriado	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Mais resfriado	-	2	-	-	1	-	-	2	-
Ligeiramente resfriado	1	15	9	1	8	3	1	4	1
Sem mudanças	9	8	17	10	18	20	11	20	22
Ligeiramente aquecido	3	-	-	2	-	3	2	1	3
Mais aquecido	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Muito mais aquecido	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Os autores.

Em relação à aceitabilidade térmica (Figura 9), o grupo que almoçou no RU foi o único que considerou o ambiente inaceitável no questionário pós-almoço; enquanto os grupos do restaurante e da copa se mantiveram predominantemente entre as condições de aceitabilidade para apenas aceitável e claramente aceitável. No primeiro e segundo questionários aplicados posteriormente, o comportamento dos grupos avaliados atingiu o mesmo padrão, com tendência para os votos de apenas aceitável e claramente aceitável.

Figura 9: Distribuição de votos de aceitabilidade térmica dos grupos copa, RU e restaurante

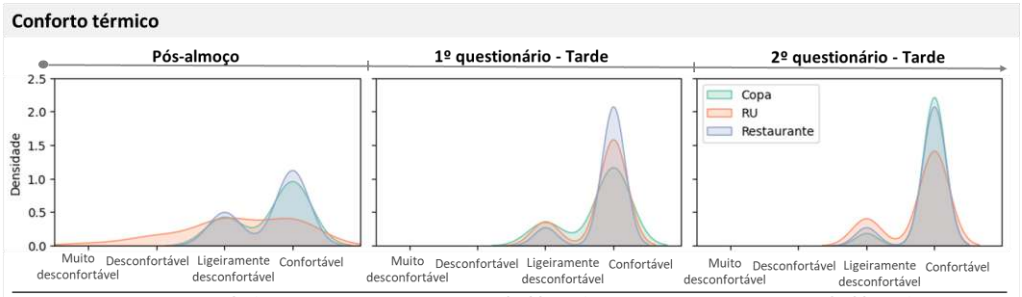


Votos Aceitabilidade	Pós-almoço			1º Questionário - Tarde			2º Questionário - Tarde		
	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante
Claramente aceitável	8	13	18	8	22	23	9	22	24
Apenas aceitável	5	9	8	5	5	3	4	5	2
Apenas inaceitável	-	5	-	-	-	-	-	-	-
Claramente inaceitável	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Os autores.

Ao avaliar a perspectiva de conforto térmico dos participantes (Figura 10), observa-se que, inicialmente, todos os grupos consideraram o ambiente desconfortável em algum nível. Entretanto, nos questionários seguintes, observa-se uma maior incidência de votos considerando o ambiente confortável.

Figura 10: Distribuição de votos de conforto térmico dos grupos copa, RU e restaurante



Votos Conforto	Pós-almoço			1º Questionário - Tarde			2º Questionário - Tarde		
	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante	Copa	RU	Restaurante
Confortável	9	11	18	10	22	23	12	21	23
Ligeiramente desconfortável	4	11	8	3	5	3	1	6	3
Desconfortável	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Muito desconfortável	-	1	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Os autores.

Portanto, ao avaliar o comportamento fisiológico e a percepção ambiental dos participantes, observa-se que após um intervalo de tempo inicial, os padrões de variação da temperatura da pele, da frequência cardíaca e dos votos de sensação, preferência, aceitabilidade e conforto térmico tendem a ser homogêneos após um intervalo de 10 a 60 minutos, independentemente do ambiente anterior. Essa diferença no processo de aclimatação de ocupantes de ambientes em escritório, pode ocasionar diferenças entre o comportamento dos ocupantes, assim como afetar o consumo de energia desses escritórios. Esse resultado pode orientar estudos mais específicos sobre o impacto da transição de ambientes na percepção térmica. Além disso, este estudo pode fornecer diretrizes para orientar os ocupantes a adotarem comportamentos mais eficientes no ambiente interno em relação ao consumo de energia. Por exemplo, aguardar um período de aclimatação de 10 minutos antes de ligar ou ajustar o *set-point* dos condicionadores de ar, criar espaços de transição que facilitem o processo de aclimatação, ou até mesmo instruir os ocupantes a usar apenas o seu equipamento pessoal de conforto durante este período.

CONCLUSÃO

A transição espacial e o conforto térmico dinâmico são aspectos cruciais a serem considerados em ambientes compartilhados. Este estudo teve como principal objetivo avaliar se a transição de ambientes, ocorrida no cotidiano dos ocupantes de um *living lab* durante o período do almoço, influencia na resposta fisiológica e na percepção térmica no ambiente compartilhado após o evento. Para isso, foram monitoradas as variáveis fisiológicas (temperatura da pele e frequência cardíaca) de 21 participantes após o período de almoço e obtidos 66 votos de percepção térmica em três momentos sequenciais no período da tarde.

Os resultados indicaram que o grupo de participantes que foi ao restaurante universitário (RU) foi mais impactado pelas condições ambientais externas e pelo trajeto, resultando em médias mais altas de temperatura da pele e frequência cardíaca. Em contraste, o grupo que permaneceu na copa do laboratório apresentou menores médias de temperatura da pele e frequência cardíaca. Ao avaliar a estabilização das variáveis fisiológicas, observou-se que o intervalo médio de

estabilização da temperatura da pele dos grupos ocorre em até 10 minutos, enquanto a frequência cardíaca estabiliza em cerca de 5 minutos. No aspecto psicológico, os votos de percepção térmica (sensação térmica, preferência térmica, aceitabilidade térmica e conforto térmico) mostraram concordância com os resultados fisiológicos, indicando que após um intervalo de 10 a 60 minutos, os votos dos diferentes grupos tendem a convergir para um comportamento semelhante.

Esses resultados podem orientar e contribuir com diretrizes de comportamento do usuário na busca por ambientes mais satisfatórios, confortáveis e energeticamente eficientes. No entanto, o estudo apresentou limitações ao não quantificar ou avaliar diretamente a influência da mudança de atividades nos diferentes trajetos na percepção térmica, como apontado por Jia et al. [3] e Bai et al. [4]. Portanto, em estudos futuros, pretende-se mapear as diferentes condições dos trajetos realizados pelos participantes até os locais de almoço, além de considerar os aspectos ambientais desses locais. Além disso, será realizada uma análise detalhada do layout do ambiente interno para compreender como a distribuição das condições ambientais (como a incidência de radiação solar, temperatura e velocidade do ar) afeta o conforto térmico e, consequentemente, o processo de aclimatação dos usuários nos diferentes postos de trabalho.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq), e da Saint-Gobain Brasil.

REFERÊNCIAS

[1] SOUZA, L. P. DE; BRACHT, M. K.; BAVARESCO, M.; GERALDI, M. S.; GAPSKI, N. H.; BOUDIER, K.; MELO, A. P.; HOFFMANN, S. Thermal sensation and adaptation after spatial transition: A review and meta-analysis. **Building and Environment**, v. 258, p. 111585, 15 jun. 2024.

[2] YUAN, Y.; YUE, H.; CHEN, H.; SONG, C.; LIU, G. Passenger thermal comfort in the whole departure process of high-speed railway stations: A case study with thermal experience and metabolic rate changes in summer. **Energy and Buildings**, v. 291, p. 113105, 15 jul. 2023.

[3] JIA, X.; LI, S.; ZHU, Y.; JI, W.; CAO, B. Transient thermal comfort and physiological responses following a step change in activity status under summer indoor environments. **Energy and Buildings**, v. 285, p. 112918, 15 abr. 2023.

[4] BAI, Y.; ZHANG, Y.; WEI, Z.; WANG, Y. Experimental study on human comfort responses after simulated summer commutes with double transients of temperature and metabolic rate. **Building and Environment,** v. 221, p. 109253, 1 ago. 2022.

[5] LIU, W.; LIAN, Z.; DENG, Q.; LIU, Y. Evaluation of calculation methods of mean skin temperature for use in thermal comfort study. **Building and Environment**, v. 46, n. 2, p. 478–488, 1 fev. 2011.