XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

# Análise da influência de espaços de transição no desempenho térmico de salas de aula em clima quente e úmido

*Análisis de la influencia de los espacios de transición en el desempeño térmico de salas de clase en clima cálido y húmedo*

*Analysis of the influence of transition spaces on the thermal performance of classrooms in hot and humid climate*

Desempenho térmico do ambiente construído / *Rendimiento térmico del entorno construído / Thermal performance of the built environment*

**Corrêa, Beatriz Castilho**
Aluna de graduação, UNIFAP, Macapá, Brasil, biacastilhoc@gmail.com

**Souza, Kelly Katharinne da Silva**
Aluna de graduação, UNIFAP, Macapá, Brasil, kellykatharinne29@gmail.com

**Lopes, Felipe da Silva Duarte**
Professor Doutor, UNIFAP, Macapá, Brasil, felipe.lopes@unifap.br

## Resumo

Os espaços de transição são estratégias passivas que contribuem para o conforto térmico ao favorecer a ventilação natural, suavizar variações de temperatura e reduzir o consumo de energia. Este estudo avaliou a influência desses espaços no desempenho térmico de salas de aula do Colégio Amapaense, em Macapá (AP), cidade de clima quente e úmido. A metodologia envolveu modelagem tridimensional no SketchUp e simulações térmicas no software EnergyPlus. Os resultados indicam que salas localizadas no térreo, voltadas para a fachada oeste e protegidas por elementos de transição, apresentaram melhor desempenho, com 46,5% de horas anuais em desconforto térmico, enquanto salas mais expostas atingiram até 70,5%. Conclui-se que a incorporação de espaços de transição, quando adequadamente planejados, pode reduzir significativamente o desconforto térmico, promovendo ambientes escolares mais sustentáveis e adequados às condições climáticas da Amazônia.

Palavras-chave: Conforto térmico. Espaços de transição. Simulação de desempenho de edificações. Edifícios escolares.

## *Resumen*

*Los espacios de transición son estrategias pasivas que contribuyen al confort térmico al favorecer la ventilación natural, suavizar las variaciones de temperatura y reducir el consumo energético. Este estudio evaluó la influencia de estos espacios en el desempeño térmico de aulas del Colegio Amapaense, en Macapá (AP), ciudad de clima cálido y húmedo. La metodología incluyó la modelación tridimensional en SketchUp y simulaciones térmicas en el software EnergyPlus. Los resultados indican que las aulas ubicadas en la planta baja, orientadas hacia la fachada oeste y protegidas por elementos de transición, presentaron un mejor desempeño, con un 46,5% de horas anuales en disconfort térmico, mientras que las más expuestas alcanzaron hasta un 70,5%. Se concluye que la incorporación de espacios de transición bien planificados puede reducir significativamente el disconfort térmico, promoviendo ambientes escolares más sostenibles y adecuados a las condiciones climáticas de la Amazonía.*

*Palabras clave: Confort térmico. Espacios de transición. Simulación del rendimiento de edificios. Edificios escolares.*

## *Abstract*

*Transitional spaces are passive design strategies that contribute to thermal comfort by enhancing natural ventilation, moderating temperature fluctuations, and reducing energy consumption. This study evaluated the influence of such spaces on the thermal performance of classrooms at Colégio Amapaense, in Macapá (AP), a city with a hot and humid climate. The methodology included 3D modeling in SketchUp and thermal simulations using EnergyPlus software. Results show that ground-floor classrooms facing west and protected by transitional elements performed better, with 46.5% of annual hours in thermal discomfort, while the most exposed rooms reached up to 70.5%. The study concludes that well-designed transitional spaces can significantly reduce thermal discomfort, promoting more sustainable and climate-appropriate educational environments in the Amazon region.*

*Keywords: Thermal comfort. Transition spaces. Building performance simulation. School buildings.*

## Introdução

As transformações climáticas globais têm suscitado preocupações crescentes sobre a sustentabilidade e a configuração dos espaços ambientalmente adequados nas edificações. Em edificações escolares, por exemplo, conforto, funcionalidade e manutenção interferem de forma direta na qualidade da arquitetura e no método de educação empregado nas escolas. Kowaltowski (2011) aponta que é necessário refletir sobre a qualidade da arquitetura escolar no território nacional como parte importante da compreensão do processo de projetar escolas, com objetivo de responder às demandas educacionais da sociedade brasileira.

No que se refere ao conforto térmico, para avaliar a qualidade térmica dos espaços, os níveis de satisfação dos ocupantes variam de acordo com o ambiente e com o que estão habituados. Segundo Kowaltowski (2011), há uma evidente relação entre o comportamento humano e o ambiente construído. Para Nicol e Humphreys (2002), "as pessoas são capazes de se adaptar a uma ampla gama de condições ambientais, e suas expectativas de conforto variam dependendo do que estão acostumadas". Nesse caso, o modelo adaptativo, sugere que o conforto térmico não é uma condição estática, mas sim um processo dinâmico, onde os ocupantes podem ajustar seus comportamentos de acordo com as mudanças térmicas no ambiente (Rackes et al., 2015; Fernandes, 2020). Este estudo se concentra na região Norte do Brasil, onde a busca por ambientes educacionais confortáveis é relevante, especialmente na era das mudanças climáticas.

Ao se pensar em projetos sustentáveis em locais de longa permanência para crianças e jovens, destacam-se os espaços de transição, estratégia passiva que surge como alternativa eficiente, já que demandam pouco uso de energia e permitem a ação de ventilação natural. Esses espaços existem entre o fechado e o aberto, sendo assim uma passagem entre o interno e o externo. Apesar de possuírem relação com os ambientes a que estão ligados, não estão conectados a eles, mas contribuem com a sustentabilidade do edifício, atuando no microclima desses meios (Chun; Kwok; Tamura, 2004).

São exemplos de espaços de transição os corredores, as varandas, os pátios, os átrios, os halls, as escadas, as marquises e áreas cobertas não fixas, como toldos (Pitts, 2013). Estudos anteriores já analisaram seu potencial como estratégia bioclimática. David (2016) avaliou a qualidade térmica dos espaços de transição do tipo linear externo. O trabalho identifica que os indicadores que contribuem para a qualidade dos espaços de transição incluem orientações norte e sul, relação altura/largura menor que 1,2 e transmitância térmica dos materiais de cobertura menor ou igual a 2,0 W/m²K. Liguori (2020) realizou simulações que alcançaram uma redução de até 2°C na temperatura interna de ambientes com espaços de transição, indicando que eles são importantes para atenuação microclimática.

No contexto amazônico, em clima equatorial como na cidade de Macapá/AP, a diversidade de tipologias arquitetônicas nas escolas permite avaliar como os espaços de transição influenciam o conforto térmico. Este estudo busca preencher essa lacuna investigando a relação entre os espaços de transição e o desempenho térmico em tipologias escolares na região.

## Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é realizar uma avaliação do desempenho térmico de uma escola pública em Macapá, buscando compreender como os espaços de transição podem influenciar no conforto dos usuários.

## Método

A pesquisa experimental é desenvolvida em quatro etapas, com abordagem que visa compreender a interação entre o ambiente interno de três salas na escola Colégio Amapaense e as condições climáticas externas (Figura 1). As etapas são: 1. Levantamento das características arquitetônicas da escola analisada; 2. Modelagem digital das salas de aula, utilizando o software SketchUp; 3. Simulações térmicas no EnergyPlus para os diferentes cenários propostos; e 4. Análise dos resultados com base nos critérios de conforto térmico definidos por normas como a ASHRAE 55 e a NBR 15220.

**Figura 1 – Diagrama da metodologia do trabalho**




Fonte: Autores

## Seleção do objeto de estudo

O Colégio Amapaense foi a primeira escola de nível médio na cidade, sendo um dos primeiros edifícios modernistas. Fundado em 1952, o edifício é relevante para a história da arquitetura de Macapá pelo pioneirismo na oferta do ensino ginasial na região. No aspecto da paisagem, foi considerado o prédio mais alto da cidade naquela época, caracterizado pela sua dimensão e pelo estilo arquitetônico moderno (Macêdo, 2019). Localizado na zona central de Macapá, em um lote de 120mx40m com fachada principal voltada para o norte, o colégio é considerado o segundo edifício escolar formal construído na cidade. Sua estrutura possui uma geometria vertical em formato “I”, com corredores externos e pilotis (Figura 2).

**Figura 2 - Fachada e localização do Colégio Amapaense**




Fonte: Autores; SIT MACAPÁ, com alterações dos autores

O edifício possui um total de dezoito salas de aula, que ocupam a fachada norte em todos os pavimentos (Figura 3A). Os espaços de transição evidentes são os corredores externos com presença de marquises, caminhos cobertos que conectam o edifício principal aos adjacentes aos fundos, áreas livres sob pilotis e abertas para convivência (Figura 3B). O telhado possui uma parte em laje com platibanda de alvenaria, e outra parte em telhado de fibrocimento 6mm. Todas as salas possuem janelas de abrir voltadas para fachada norte e sul, em madeira e vidro, viabilizando a ventilação cruzada (Figura 3C). As áreas condicionadas, não-condicionadas e espaços de transição podem ser observadas no esquema na Figura 4.

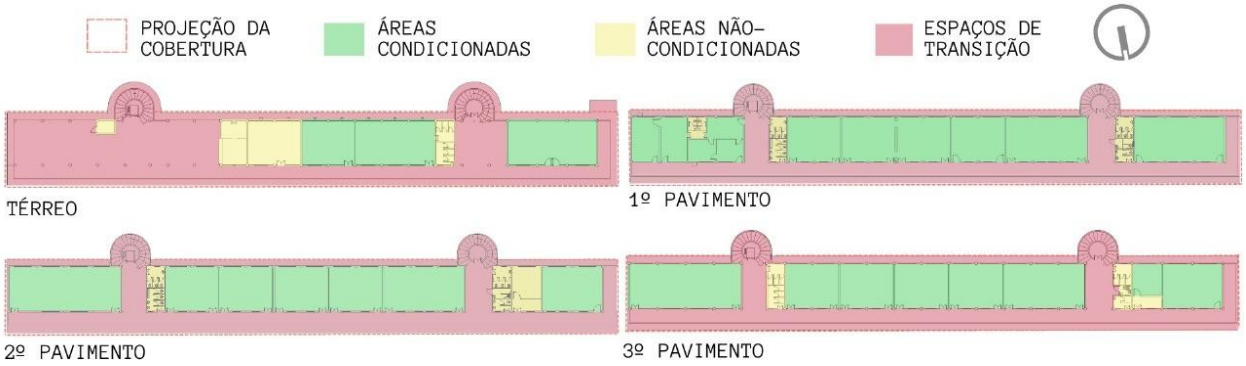
**Figura 3 – Imagens do Colégio Amapaense: Espaços de transição no térreo (A) e corredores (B). Sala de aula (C)**

**A** **B** **C**



Fonte: Autores

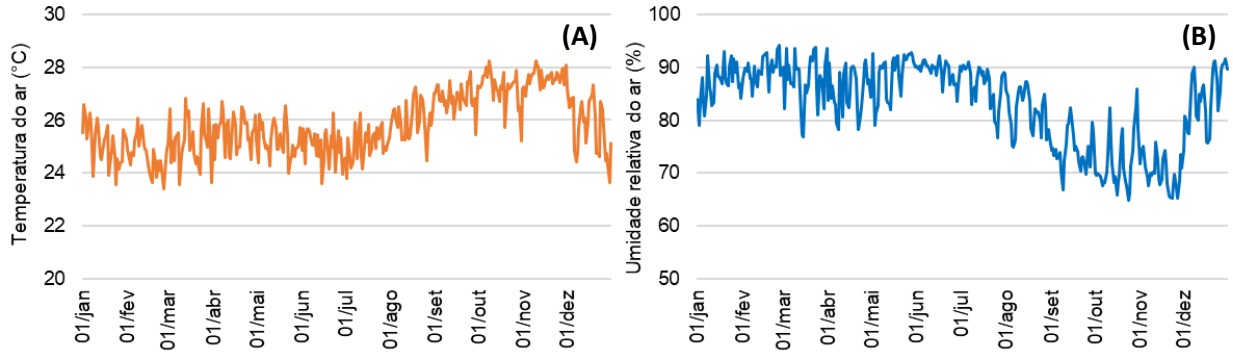
**Figura 4 – Plantas dos pavimentos do Colégio Amapaense**




Fonte: Autores

O edifício está localizado na cidade de Macapá, que possui clima tropical úmido (AM) na Classificação de Köppen-Geiger (Peel; Finlayson; McMahon, 2007), e está na Zona Bioclimática 6A de acordo com a NBR 15220-3 (ABNT, 2024). A cidade é cortada pela Linha do Equador, e localiza-se à beira do Rio Amazonas. A região recebe altos índices de radiação solar, com temperaturas elevadas durante todo o ano, a amplitude térmica anual variando entre 20°C e 36°C, e médias entre 23°C e 29°C (Figura 5A). A umidade relativa é bastante elevada, típica da região amazônica, variando entre 65% e 95% durante o ano (Figura 5B). O vento predominante vem do sentido nordeste e leste, com velocidade média de 2,5 m/s (INMET, 2022).

**Figura 5 – Temperatura do ar (A) e Umidade relativa do ar (B) anual para Macapá**



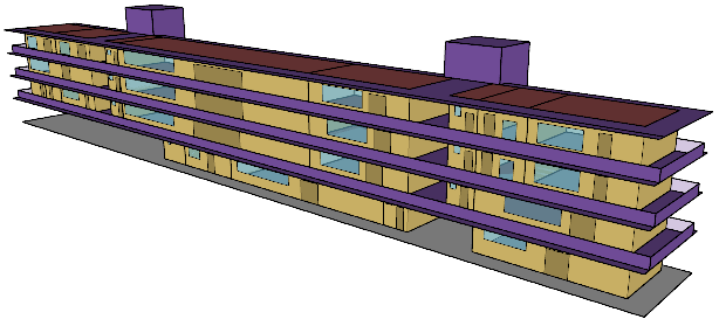

Fonte: INMET, 2022 (adaptado pelos Autores)

Por sua localização na região equatorial, o clima em Macapá não possui as quatro estações bem definidas, sendo caracterizado por um período de temperaturas mais amenas e maior umidade relativa (de janeiro a junho), e outro mais quente e menor umidade relativa com menor precipitação (de julho a dezembro). Esses períodos são chamados de inverno e verão amazônicos. Assim, para este estudo, foram selecionados dois meses característicos de cada estação, sendo fevereiro como representante do inverno, e outubro para o verão.

## Parâmetros da simulação

Inicialmente, o edifício foi modelado com a ferramenta *Euclid*, um plug-in utilizado através do programa *SketchUp* 2020 (TRIMBLE INC., 2020), que permite salvar o modelo no formato IDF para ser configurado no programa EnergyPlus, versão 9.3 (DOE, 2019), observado na Figura 6.

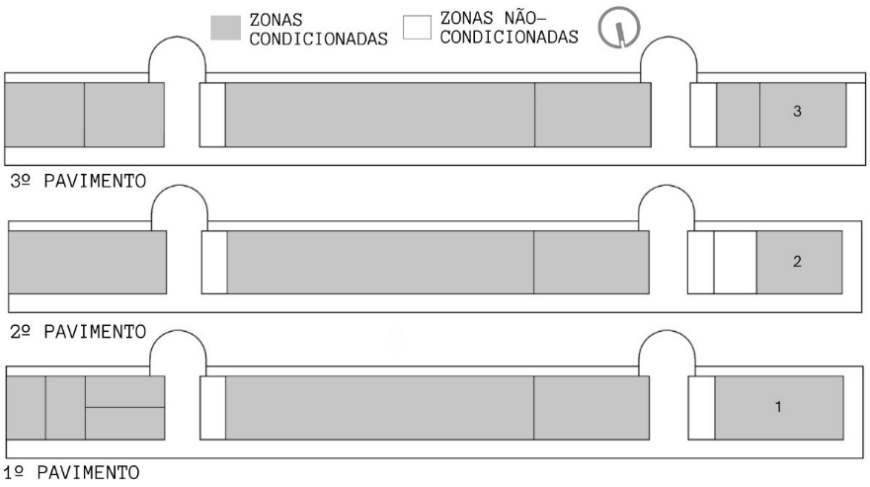
**Figura 6 – Modelagem do Colégio Amapaense**



Fonte: Autores

Para a modelagem, as salas de mesmas características foram agrupadas em zonas térmicas com características de uso semelhantes (Figura 7), separando em áreas condicionadas artificialmente (de permanência prolongada) e não condicionadas (de permanência transitória), de forma a simplificar e otimizar o processo de simulação (Hensen e Lamberts, 2011). Para o estudo comparativo, foram selecionadas três salas identificadas na figura, localizadas na fachada oeste, com corredor externo nas fachadas norte e oeste e marquise na fachada sul.

**Figura 7 - Divisão de zonas térmicas no Colégio Amapaense**




Fonte: Autores

Para os dados de entrada no EnergyPlus, foram utilizados os modelos de camadas equivalentes para manter as propriedades termofísicas dos elementos construtivos (Weber et al., 2017), conforme apresentado na Tabela 1. Nesta etapa, a configuração do modelo simulado torna-se diferente do modelo real, uma vez que o sistema de ar-condicionado não foi simulado. Esta escolha metodológica deu-se para realizar uma análise direta da influência dos espaços de transição com o desempenho térmico das escolas.

O uso do ar-condicionado nesta etapa poderia mascarar os efeitos dos elementos de sombreamento, pois a temperatura interna seria reduzida para manter um setpoint constante, deturpando a análise dos resultados. Assim, foi utilizado o módulo de ventilação natural multizonas do EnergyPlus – Airflow Network. Nesse modelo, os percursos do vento são calculados por diferença de pressão, porém não simula a velocidade ou inércia do ar (Rackes et al., 2015). Os parâmetros de ganhos internos e de ventilação natural são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Parâmetros da geometria, componentes construtivos, ganhos internos e ventilação natural**

| PARÂMETROS | COLÉGIO AMAPAENSE |
|---|---|
| GEOMETRIA | |
| Área total (m²) | 3.478m² |
| Percentual de abertura de fachada (%) | 17,3% |
| **COMPONENTES CONSTRUTIVOS** | |
| Parede | Argamassa interna (2,5cm) + Bloco cerâmico de 6 furos (9cm) + Argamassa externa (2,5cm) |
| $U_{PAR}$: Transmitância da parede (W/m²K) | 2,39 |
| $\alpha_{PAR}$: Absortância da parede | 0,5 |
| $CT_{PAR}$: Capacidade térmica da parede (kJ/m²K) | 150 |
| Cobertura | Telhas de fibrocimento 6mm + Espaço de ar (20cm) + Laje de concreto (10cm) |
| $U_{COB}$: Transmitância da cobertura (W/m²K) | 1,77 |
| $\alpha_{COB}$: Absortância da cobertura | 0,8 |
| $CT_{COB}$: Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K) | 180 |
| Vidro | Vidro temperado 6mm |
| $U_{VID}$: Transmitância do vidro (W/m²K) | 3,63 |
| FS: Fator solar do vidro | 0,52 |
| **GANHOS INTERNOS** | |
| Uso da edificação | De segunda a sexta-feira: 7h às 19h<br>Sábado: 7h às 12h |
| Ocupação (m²/pessoa) | 1,5 |
| Vestimentas (clo) | 0,52 |
| DPI: Densidade de potência de iluminação (W/m²) | 8,0 |

| PARÂMETROS | COLÉGIO AMAPAENSE |
|---|---|
| **VENTILAÇÃO NATURAL (Airflow Network)** | |
| Coeficiente de pressão do vento | Média superficial |
| Tipo de ventilação | Multizonas |
| Trocas de ar por hora | 10 |

Fonte: Autores

Foi utilizado o modelo adaptativo da Standard 55 (ASHRAE, 2017). O modelo é aplicável quando as temperaturas médias mensais forem ≥10°C e ≤33,5°C. Calculou-se, então a temperatura média predominante do ar externo, $Tmpa_{ext}$, utilizando um período de 30 dias. A partir da $Tmpa_{ext}$, a temperatura operativa "ideal" que define o centro da faixa de conforto foi dada pela equação:

**(Equação 1)**

$$\boldsymbol{To_{conf} = 0,31 Tmpa_{ext} + 17,8}\ ℃$$

Fonte: ASHRAE (2017)

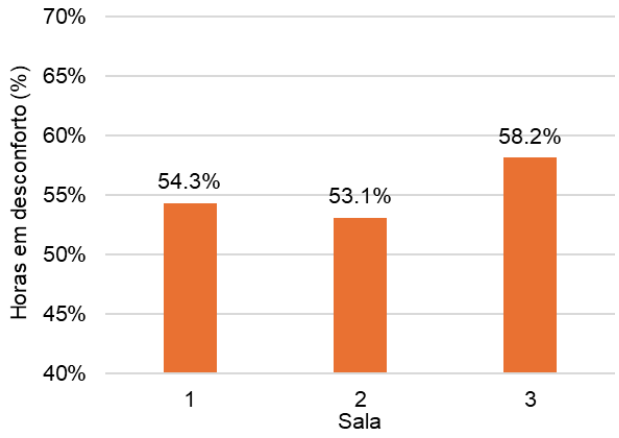
Onde:
$To_{conf}$: temperatura operativa de conforto (ºC)
$Tmpa_{ext}$: temperatura média predominante do ar externo (ºC)

Foram utilizados os limites de conforto com 80% de aceitabilidade, calculados com 3,5°C inferior e superior da $To_{conf}$. Após a configuração de todos os parâmetros e dados de entrada, as simulações foram executadas no software EnergyPlus. Os resultados obtidos, juntamente com a validação do modelo realizada com medições in loco, serão apresentados a seguir.

## Resultados

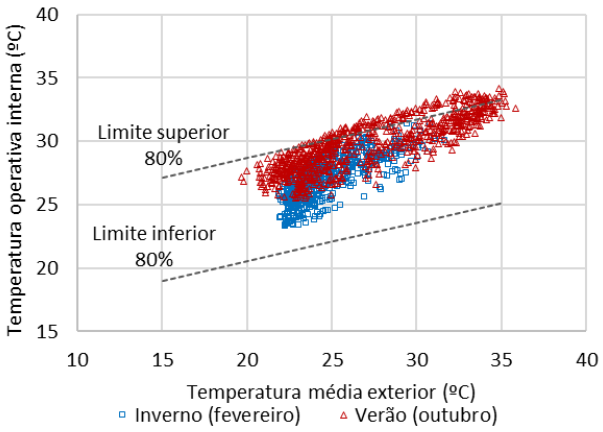
A partir dos resultados da simulação, dados das condições de conforto térmico nas salas de aula foram organizados em gráficos. Na Figura 8 é possível observar a porcentagem das horas de desconforto anuais no período de ocupação do edifício. Ao analisar as três salas, percebe-se que a Sala 3 do terceiro pavimento, apresentou maior desconforto térmico (58,2% das horas ocupadas). A Sala 1 apresentou valor intermediário e a Sala 2 teve melhor desempenho. Como as Salas 2 e 3 são idênticas, a única diferença evidente é o contato com a cobertura da Sala 3, o que explica o pior desempenho térmico. O fato da Sala 1 ser um pouco maior que a Sala 2, e ter uma maior porcentagem de abertura nas fachadas, pode explicar um ligeiro aumento de desconforto (54,3% e 53,1%, respectivamente).

**Figura 8 - Porcentagem de Horas de desconforto anual**




Fonte: Autores

**Figura 9 - Modelo de conforto adaptativo para a Sala 1**

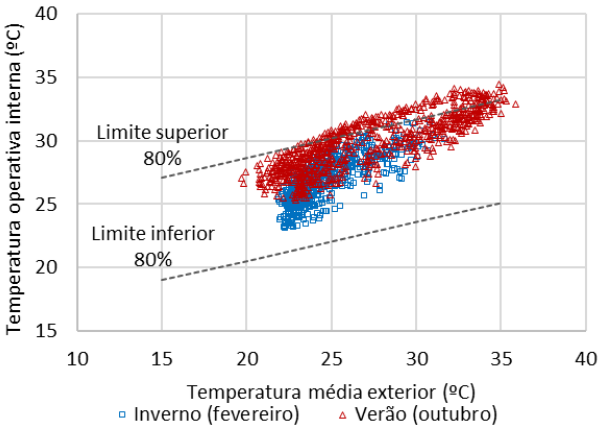



Fonte: Autores

A Figura 9 traz os valores de $To_{conf}$ para os meses de inverno e verão na Sala 1. Localizada no primeiro pavimento, a sala ocupa a ponta oeste do edifício. Com fachada principal voltada para norte, dois corredores externos e uma marquise para sombreamento das janelas ao sul, o ambiente apresentou temperaturas operativas dentro da faixa de aceitabilidade durante praticamente todo o mês de fevereiro (96,2%), e apenas 3,8% de horas de desconforto por calor neste mesmo mês. O cenário muda no mês de outubro, com 81,6% dentro da faixa aceitável e 18,4% de horas de desconforto por calor. As aberturas estão localizadas nas fachadas norte e sul, ambas protegidas pelo corredor externo e marquise, respectivamente. A parede da fachada oeste também é protegida por um corredor, o que explica os bons níveis de conforto térmico para os usuários durante as horas ocupadas, utilizando apenas ventilação natural. As horas em desconforto poderiam ser minimizadas com auxílio de condicionamento artificial do ar.

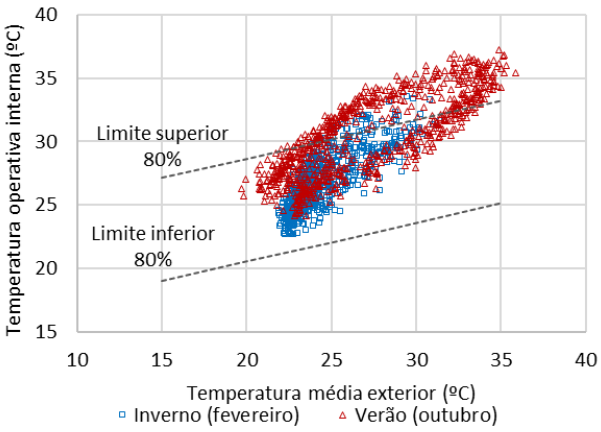
Já a Sala 2 está localizada no segundo pavimento. Os valores de $To_{conf}$ para os meses de inverno e verão do ambiente podem ser observados na Figura 10. A Sala 2 possui área 40% menor que a Sala 1, e menor área envidraçada. Assim como a anterior, possui fachada principal voltada para norte, um corredor externo ao norte e oeste, e marquise ao sul como espaços de transição. O ambiente apresentou temperaturas operativas dentro da faixa de aceitabilidade durante 97,9% do mês de fevereiro, e apenas 2,1% de horas de desconforto por calor neste mesmo mês. Já em outubro, apresentou com 78,5% do mês dentro da faixa de aceitabilidade e 21,5% de horas de desconforto por calor. De forma global, dentre as salas simuladas No Colégio Amapaense, a Sala 2 foi a que apresentou o melhor desempenho, apesar de um pouco mais desconforto no verão, compensado pelo ótimo desempenho no inverno.

**Figura 10 - Modelo de conforto adaptativo para a Sala 2**




Fonte: Autores

**Figura 11 - Modelo de conforto adaptativo para a Sala 3**




Fonte: Autores

A Figura 11 traz os valores de $To_{conf}$ para os meses de inverno e verão na Sala 3. Localizada no terceiro pavimento e em contato direto com a cobertura, a Sala 3 é igual à Sala 2 em termos de geometria, porém apresentou temperaturas operativas dentro da faixa de aceitabilidade durante 93,0% do mês de fevereiro, porém com aproximadamente 7,0% de horas de desconforto por calor neste mesmo mês. O cenário é pior no mês de outubro, com 45,5% do mês dentro da faixa de aceitabilidade e aproximadamente 54,5% de horas de desconforto por calor. As aberturas estão localizadas nas fachadas norte e sul. Dentre as três salas analisadas, ao receber radiação direta através da cobertura de fibrocimento e laje de concreto, o ambiente é prejudicado em termos de desempenho ao calor, especialmente no verão.

Os resultados obtidos a partir da análise de três salas com mesma orientação em diferentes pavimentos revelam que a posição vertical no edifício influencia o desempenho térmico dos ambientes, o que corrobora o estudo de Marçal et al. (2018), que investigou a percepção de estudantes sobre o conforto térmico em salas de aula e sua relação com o desempenho no processo de aprendizagem. O principal resultado mostra que ambientes mal ventilados e expostos ao calor excessivo, especialmente sem elementos arquitetônicos de transição como sombreamentos e corredores, comprometem a concentração e o rendimento dos alunos. Nesse sentido, os pavimentos térreos tendem a apresentar temperaturas internas mais estáveis devido à menor incidência direta da radiação solar e maior troca térmica com o solo (Lamberts et al., 2014). As Salas 1 e 2 apresentaram menor frequência de desconforto térmico, especialmente nos horários da tarde, destacando o papel potencial dos ambientes de transição, como os corredores e varandas, na atenuação dos ganhos térmicos. Essa influência evidencia a importância de

estratégias passivas para o microclima interno em edificações educacionais situadas em climas quentes e úmidos. Quando existe equivalência na orientação solar, as variações de pavimento e a presença de elementos arquitetônicos de sombreamento assumem papel central no conforto térmico, como reforçado por David (2016) e Liguori (2020).

## Conclusão

O presente estudo teve como objetivo analisar o desempenho térmico de salas de aula em diferentes pavimentos de um edifício educacional em Macapá/AP, com foco na influência de elementos de transição arquitetônica, como os corredores. As simulações computacionais realizadas com base em três salas de aula, de mesma orientação solar e localizadas em diferentes pavimentos, evidenciaram que os ambientes situados no térreo apresentaram menor frequência de desconforto térmico, em comparação com aqueles em andares superiores. Tal comportamento pode ser atribuído à menor exposição direta à radiação solar e à maior proteção oferecida por elementos arquitetônicos adjacentes.

Esses achados confirmam a importância do posicionamento vertical e do uso de estratégias passivas no projeto de edifícios escolares em climas tropicais, contribuindo para a construção de ambientes de aprendizagem mais confortáveis e sustentáveis. No entanto, é necessário reconhecer as limitações deste estudo, especialmente quanto à restrição do número de ambientes analisados, sugerindo a ampliação futura para outros contextos espaciais e arquitetônicos. A continuidade das pesquisas com diferentes tipologias de corredores, varandas e elementos de sombreamento poderá aprofundar a compreensão sobre a eficácia dos ambientes de transição na modulação do conforto térmico. Dessa forma, os resultados obtidos representam uma contribuição relevante para o campo da arquitetura bioclimática e do planejamento de edificações escolares adaptadas ao clima local.

## Referências

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **Standard 55-2017**: thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2017.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 15220-3.** Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

Chun, Chungyoon; Kwok, Alisson; Tamura, Akihiro. “Thermal comfort in transitional spaces-basic concepts: Literature review and trial measurement”, **Building and Environment**, Vol. 39, N. 10, 2004.

David, Priscilla Lacerda Duarte. 2016. **Avaliação da qualidade térmica de espaços de transição do tipo linear externo**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Bauru: UNESP, 2016.

DOE. US DEPARTMENT OF ENERGY. **EnergyPlus Energy Simulation Software v. 9.3**. Disponível em: <https://energyplus.net/>.

Fernandes, Leandro Carlos. "Diagramas de apoio ao projeto baseados na ideia do conforto térmico adaptativo". **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas: UNICAMP, V. 11, dez. 2020.

Hensen, Jan; Lamberts, Roberto. **Building Performance Simulation for Design and Operation**. London: Spon Press, 2011.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas Brasileiras** (1991-2020). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>.

Kowaltowski, Doris. **Arquitetura escolar:** o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

Lamberts, Roberto; Dutra, Luciano; Pereira, Fernando. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio De Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.

Liguori, Iara Nogueira. 2020 **Conforto térmico em salas de aula:** a contribuição de espaços de transição Contíguos. Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Tecnologia e Cidade) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas: UNICAMP, 2020.

Macêdo, Luciana. "Janarismo em foco: Representações Fotográficas Da Urbanização De Macapá (1944-1956)". **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP.** Macapá: UNIFAP, Vol. 12, N. 13, 2019.

Marçal, Viviane Gomes; de Souza, Henor Artur; Coelho, Fernanda Fonseca de Melo; Marçal, Caio Cesar Sousa. Relevância e percepção do conforto térmico no processo de aprendizagem em sala de aula. **Boletim Técnico do Senac**, v. 44, n. 2, 2018.

Nicol, James; Humphreys, Michael. "Adaptive Thermal Comfort and Sustainable Thermal Standards for Buildings". **Energy and Buildings,** Vol. 34, N. 6, 2002.

Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; Mcmahon, T. A. "Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification". **Hydrology and Earth System Sciences**, Vol. 11, N. 5, out. 2007, p. 1633–1644.

Pitts, A. "Thermal Comfort in Transition Spaces". **Buildings**, Vol. 3, 2013, pp. 122-142.

Rackes, Adams *et al*. "Avaliação do potencial de conforto térmico em escolas naturalmente ventiladas". In: Encontro Nacional, 13 e Encontro Latino-americano, 9 de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC/ELACAC, 2015. **Anais...** Vol. 1, pp.11-21, Campinas, SP, Brasil, 2015.

TRIMBLE INC. **SkecthUp 2020**, 2020. Disponível em: <https://www.sketchup.com/>

Weber, Fernando *et al*. **Desenvolvimento de um modelo equivalente de avalição de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus**. Florianópolis: UFSC, ago. 2017.