

DESEMPENHO TÉRMICO DE CRECHES PADRONIZADAS DO PROGRAMA PROINFÂNCIA EM DIFERENTES CIDADES ALAGOANAS¹

ARAÚJO, M.L.T., Universidade Federal de Santa Catarina, email: maynalais@hotmail.com;
SCALCO, V.A., Universidade Federal de Santa Catarina, email: veridi@gmail.com

ABSTRACT

Building standardized designs without giving proper attention to climate conditions results in buildings with poor thermal performance and discomfort for the occupants, specially for school buildings, which are supposed to provide proper surroundings to a good learning experience. The present research aims to evaluate the influence of openings dimension, roof color and the use of ceiling fans on the thermal performance of standard day-care classrooms Type B from Projeto Proinfância in Maceió (East), Palmeira dos Índios (Agreste) and Pão de Açúcar (Sertão) in Alagoas. The analysis was conducted through computer simulations with the software Energyplus. The results show reductions up to 50% on annual percentage of discomfort hours in Maceió, 40% in Palmeira dos Índios and 35% in Pão de Açúcar, evidencing the impact of changes in openings typology and the importance of using roofs with low absorptance in warm climates. The use of ceiling fans proved to be a good strategy for all the cities. It was also noticed that, due to the semiarid climate of Pão de Açúcar, bioclimatic strategies such as nocturnal ventilation and thermal mass could also be used to obtain better results.

Keywords: Computer simulation. Thermal performance. Natural ventilation. Day-care center.

1 INTRODUÇÃO

A construção de creches padronizadas surge como uma alternativa para suprir a carência de educação infantil nos municípios brasileiros, nesse sentido, destaca-se o Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância) criado em 2007.

Observa-se que essas construções negligenciam o contexto climático local, podendo gerar desconforto térmico, fator desfavorável ao aprendizado. Kowaltowski (2011) destaca a importância da flexibilidade desses projetos às diferentes condições de implantação, orientação solar e direção dos ventos predominantes.

De acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro (ZBB)², estabelecido pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005), o estado de Alagoas está inserido na Zona Bioclimática 08. Recomenda-se para esta zona ventilação permanente e aberturas grandes e sombreadas. Embora o clima do estado seja considerado quente e úmido, algumas cidades apresentam características

¹ ARAÚJO, M.L.T., SCALCO, V.A. Desempenho térmico de creches padronizadas do programa Proinfância em diferentes cidades alagoanas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17, 2018, Foz do Iguaçu. **Ancis...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

² O Zoneamento Bioclimático Brasileiro é estabelecido pela NBR 15220-3 (ABNT, 2005) e faz recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social.

de clima semiárido. Essas diferenças devem ser consideradas na etapa projetual favorecendo o bom desempenho térmico das edificações (PASSOS, 2009).

Bittencourt e Candido (2008), citam a ventilação natural como uma estratégia efetiva para países em desenvolvimento, como o Brasil, considerando os altos custos da climatização artificial, principalmente em edificações escolares. Nesses casos, existe a possibilidade de manipulação das janelas e o uso de ventiladores de teto que se apresentam como estratégias eficazes em climas quentes (DE VECCHI et al., 2013).

O objetivo deste artigo é avaliar a influência do tamanho das aberturas, cor das coberturas e uso de ventiladores de teto no desempenho térmico de salas de aula do projeto padrão de creches, Tipo B, do Programa Proinfância, no Leste, no Agreste e no Sertão do estado de Alagoas.

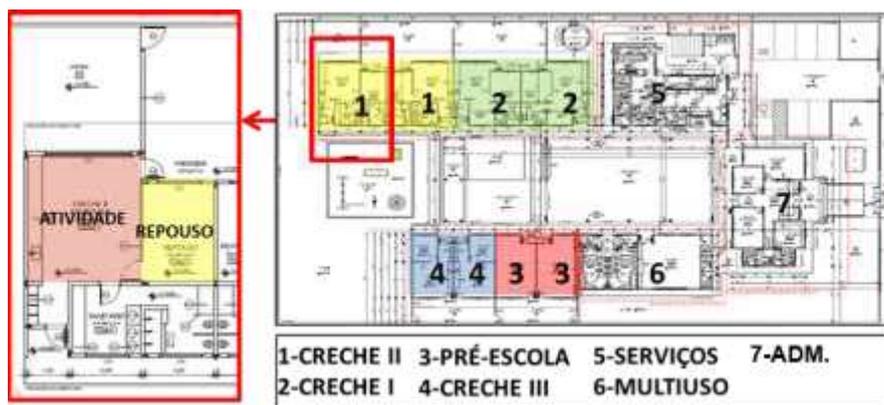
2 MÉTODO

O método adotado estrutura-se em quatro etapas: Caracterização do objeto de estudo; Modelagem e simulação computacional e Análise dos resultados.

2.1 Caracterização do objeto de estudo

O projeto tipo B do Programa Proinfância foi escolhido por ser o mais recorrente no estado de Alagoas. Ele apresenta capacidade para 224 crianças em dois turnos. Trata-se de uma edificação térrea com cinco blocos distintos: Administrativo, Serviços, Multiuso e dois blocos Pedagógicos, todos interligados por uma circulação e um pátio coberto. A edificação é cercada por um muro de 2,3 metros de altura e está inserida em uma área predominantemente residencial, com edificações térreas e presença de poucas árvores em seu entorno, não havendo grandes obstáculos para ventilação natural. A sala da creche II foi escolhida para análise por apresentar maior exposição aos ganhos de calor solar e menor influência de sombreamentos causados pelo entorno (Figura 1).

Figura 1 – Localização da sala de aula no projeto avaliado.



Fonte: Adaptado de FNDE (2013).

As cidades de Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar localizadas nas mesorregiões Leste, Agreste e Sertão alagoano, respectivamente (Figura 2), foram escolhidas por apresentarem climas distintos, pela disponibilidade de arquivos climáticos e por terem sido contempladas com obras do programa Proinfância.

Figura 2 – Localização das cidades estudadas

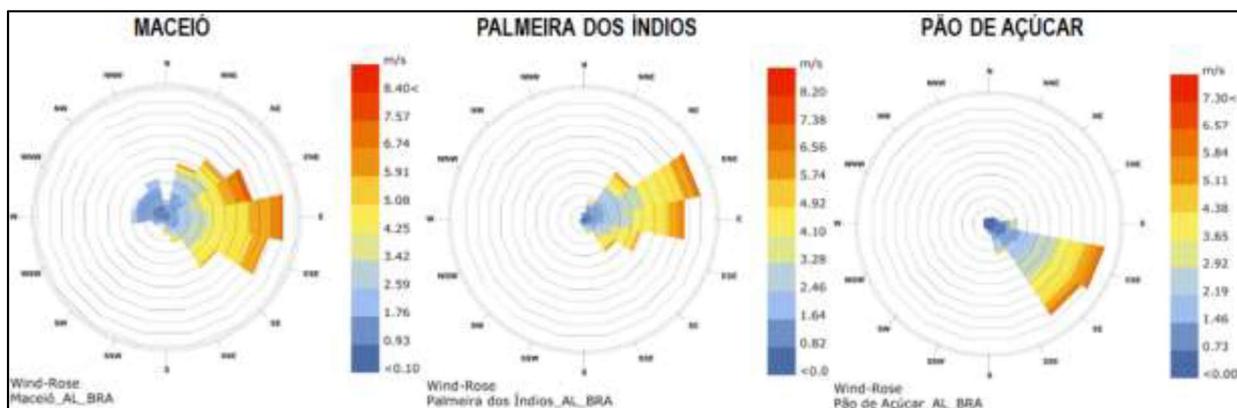


Fonte: As autoras (2018)

Passos (2009) analisou dados climáticos de uma série histórica e constatou que em Maceió as temperaturas médias variam entre 22,9°C e 27,9°C, a umidade relativa atinge os 83,1% e precipitação de 312,5mm³. Palmeira dos Índios apresenta temperaturas de até 29°C, 87,6% de umidade relativa e precipitação de 150mm³. Já Pão de Açúcar apresenta as temperaturas mais elevadas, atingindo os 32,6°C com umidades relativas de 85% e 100mm³ de precipitação. Observa-se que há diferenças de amplitudes anuais consideráveis entre as três cidades. Maceió apresenta temperaturas mais constantes ao longo do ano, com amplitude térmica sazonal máxima de 3,8°C entre o mês mais frio e o mês mais quente, já em Palmeira dos Índios esse valor é de 6,1 °C e em Pão de Açúcar, 8,1 °C.

Observa-se que nas três cidades a ventilação é proveniente do quadrante leste. Em Maceió há predominância dos ventos leste, sudeste e nordeste. Em Palmeira dos Índios, do nordeste e leste. Já em Pão de açúcar destaca-se o vento sudeste (Figura 3).

Figura 3 – Rosas dos ventos das cidades



Fonte: Adaptado de Roriz (2012)

2.2 Modelagem e alternativas simuladas

O modelo foi elaborado no software Sketchup, com o plugin Euclid (versão 9.0). As simulações computacionais foram efetuadas com o software EnergyPlus v.8.8 (DOE, 2017) e com arquivos climáticos .EPW, compilados por Roriz (2012).

Foram modeladas quatro zonas térmicas e foram escolhidas para análise duas zonas: atividades e repouso, ambientes de maior permanência dos alunos (Figura 4).

Figura 4 – Perspectivas do modelo com padrão de aberturas



Fonte: Autoras (2018)

Para simular a ventilação natural, foi utilizado o objeto- Airflow Network com os coeficientes de pressão do vento da base de dados da Universidade Politécnica de Tókyo, para edifícios de baixa altura. Na modelagem do solo, foi utilizado o objeto Ground Domain que utiliza um modelo de diferenças finitas implícito para obter as temperaturas do solo.

O modelo apresenta as seguintes propriedades térmicas: Paredes compostas por Placa de gesso + EPS de 8cm + Placa de gesso, totalizando uma transmitância de $0,39 \text{ W/m}^2\text{-K}$. Piso composto por material cerâmico+ concreto + brita. A cobertura consiste em uma laje de concreto + camada de ar do ático do telhado + telha de fibrocimento, ($1,75 \text{ W/m}^2\text{-K}$). As

aberturas foram dimensionadas de acordo com o projeto padrão e os vidros são comuns com 2,5mm (Figura 5).

Figura 5 – Tipologia das esquadrias.



Fonte: Autoras (2018).

A sala foi ocupada das 7h às 17h, nos dias de semana, com períodos não letivos nos meses de Janeiro e Julho. A zona de Atividades foi ocupada com 10 pessoas e a de Repouso com 5, totalizando 14 alunos e 1 professor. A densidade de potência de iluminação foi $9,32 \text{ W/m}^2$ na zona de Atividades e de 10 W/m^2 na de Repouso.

Inicialmente, foi simulado um modelo chamado REAL para as três cidades. Nele, a cobertura foi modelada com absorvância de 0,9 (cor escura) considerando que ao longo do tempo, devido às intempéries, as telhas ficam escuras e sujas, e as janelas da sala de atividades com 50% de abertura do vão para ventilação. Posteriormente, foi simulado um modelo ADAPTADO, com a cor da cobertura clara, com absorvância baixa (0,3) e com percentual de abertura das janelas de 100%. Também foi adicionado o incremento do ventilador de teto, a fim de avaliar seu potencial de conforto em cada contexto estudado. O efeito do ventilador não foi modelado no EnergyPlus, mas considerado como meio de estender a zona do conforto.

Nas simulações, as janelas foram voltadas para ventilação predominante em cada cidade, à leste em Maceió e Palmeira dos Índios e à sudeste em Pão de Açúcar.

Para análise dos resultados, foi utilizado o modelo adaptativo que é aplicável a edificações naturalmente ventiladas. Considerou-se o limite de aceitabilidade de 80% para conforto estabelecido pela ASHRAE Standard 55 (2013). Para o caso com ventilador, foi estendido o limite da faixa superior de conforto em $1,8^\circ\text{C}$, conforme permitido na mesma norma com o auxílio de um ventilador que fornece velocidade de ar de $0,9 \text{ m/s}$.

3 RESULTADOS

Os resultados são apresentados em percentual anual de horas em desconforto por calor, pois nenhuma das três cidades avaliadas apresentou

desconforto por frio ao longo do ano.

No modelo REAL, as duas salas analisadas apresentaram mais de 70% das horas do ano em situação de desconforto por calor. Apesar de apresentarem desempenhos semelhantes, a sala de atividades apresentou as melhores condições de conforto em relação a sala de repouso, nos três casos (Gráfico 1), em razão da presença de aberturas maiores.

No modelo ADAPTADO, observou-se reduções de até 17% no percentual de desconforto das salas na cidade de Maceió e 15% em Palmeira dos Índios. As salas em Pão de açúcar apresentaram as menores reduções de desconforto, 13%, o que pode ser justificado por ser a cidade que apresenta a maior amplitude térmica com ocorrência de ventos quentes durante o dia. Dessa forma, é indicado que haja restrição da ventilação nesses períodos, sendo indicada a ventilação noturna, que contribui para o resfriamento da edificação nos períodos em que a temperatura externa alcança valores mais baixos, favorecendo o conforto térmico dos usuários. Por se tratar de edificações escolares, onde não há ocupação durante a noite, recomenda-se o uso de captadores de vento ou esquadrias com venezianas móveis, que oferecem segurança aos espaços ao mesmo tempo em que possibilitam a filtragem da ventilação natural (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Resultados do modelo REAL versus modelo ADAPTADO nas três cidades.

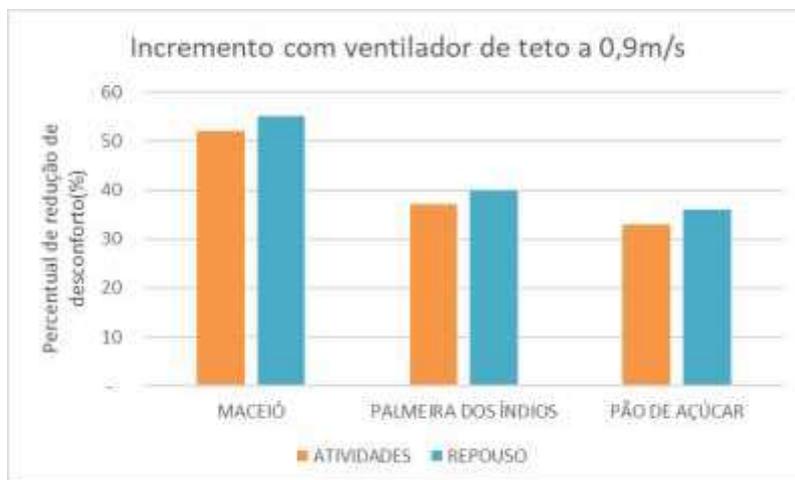


Fonte: Autoras (2018)

Com o aumento do limite da zona de conforto, através do uso de ventiladores de teto, observa-se maior incremento nas condições de conforto da sala de aula em Maceió, com uma redução acima de 50% no percentual de desconforto anual em relação ao modelo REAL. Nas demais cidades, observou-se reduções de até 40%. Entretanto, o menor impacto foi observado em Pão de Açúcar, onde a efetividade do aumento da velocidade do ar é prejudicada pelas altas temperaturas externas durante o dia. Por isso, maiores reduções de desconforto poderiam ser alcançadas

através da combinação de estratégias como massa térmica para resfriamento e ventilação noturna (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Percentual de incremento do ventilador de teto nas três cidades.



Fonte: As autoras (2018)

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, observou-se que mesmo quando as janelas das salas de aula são voltadas para ventilação predominante, altos percentuais anuais de desconforto são verificados, ultrapassando os 70% nas três cidades.

As alterações efetuadas no modelo ADAPTADO ocasionaram reduções de até 17% no desconforto térmico das salas em relação ao modelo REAL e de até 50% com a utilização do ventilador de teto, em Maceió. As demais cidades apresentaram reduções de até 40% com o uso de ventiladores de teto, evidenciando o impacto da mudança na tipologia das aberturas, e a importância de utilizar coberturas com absorvâncias baixas em climas quentes. Pão de Açúcar apresentou as menores reduções de desconforto devido ao clima semiárido, demandando a associação de outras estratégias como ventilação noturna e massa térmica para resultados mais efetivos.

Diante da problemática dos projetos padronizados, o artigo contribui com a proposição de alterações projetuais avaliando seu impacto no desempenho térmico de creches em Alagoas. Reforça-se a importância da flexibilidade desses projetos a diferentes contextos, como forma de alcançar melhores condições de conforto térmico para os usuários.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005a.
- _____. **NBR 15220-3**: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social. Rio de Janeiro, 2005b.
- ASHRAE (2013). ASHRAE Standard 55: Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning engineers. Atlanta, GA, EUA.
- BITTENCOURT, L. S.; CÂNDIDO, C. **Introdução à Ventilação Natural**. Maceió: EDUFAL, 2008. 3ed.
- DE VECCHI, R.; CÂNDIDO, C. M.; LAMBERTS, R. O efeito da utilização de ventiladores de teto no conforto térmico em salas de aulas com condicionamento híbrido em um local de clima quente e úmido. **Ambiente Construído**, p. 189–202, 2013.
- DOE – U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. EnergyPlus: version 8.8. Disponível em: <<http://www.energyplus.gov/>> Acesso em: 10 set. 2017
- FNDE. **Memorial descritivo do Projeto Proinfância Tipo B**. 2013. Disponível em: <<http://www.fnde.gov.br/programas/proinfancia/eixos-de-atuacao/projetos-arquiteticos-para-construcao/item/4816-tipo-b>>. Acesso em: 03 nov. 2017.
- KOWALTOWSKI, D. C. K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.
- PASSOS, I. C. da S. **Clima e arquitetura habitacional em Alagoas**: estratégias bioclimáticas para Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar. 2009. 173f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo: Dinâmicas do Espaço Habitado) – Universidade Federal de Alagoas. Faculdade de arquitetura e Urbanismo. Maceió, 2009.
- RORIZ, M. Laboratório em Eficiência Energética em Edificações. **Arquivos climáticos em formato EPW**. Florianópolis, 2012. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/format-epw>>. Acesso em: 15 mar. 2018