

## **ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO DE UMA EMEI LOCALIZADA NA ZB2 COM BASE NO ENTRELAÇAMENTO DE DOIS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO**

**THALITA DOS SANTOS MACIEL<sup>1</sup>; VIVIANE MÜLECH RITTER<sup>2</sup>; NÉBORA LAZZAROTTO MODLER<sup>3</sup>; FRANCIÉLE PETRI DE FREITAS<sup>4</sup>; EDUARDO GRALA DA CUNHA<sup>5</sup>; PAULO AFONSO RHEINGANTZ<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – *thalita-maciel@hotmail.com*

<sup>2</sup>Instituto Federal Sul-rio-grandense – *vivianeritter@yahoo.com.br*

<sup>3</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul – *nebora.modler@uffs.edu.br*

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – *franciele\_petri@outlook.com*

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – *eduardogralacunha@yahoo.com.br*

<sup>6</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro – *parheningantz@gmail.com*

### **1. INTRODUÇÃO**

No ano de 2007, com o objetivo de prestar assistência aos municípios para melhoria da infraestrutura das pré-escolas infantis e creches, foi criado pelo Governo Federal o Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil, o Proinfância. Com isso, foram previstas construções de 8.908 novas EMEIs com projetos padrão desenvolvidos pelo Fundo Nacional de Educação (FNDE) (BRASIL, 2007).

Porém, devido o contraste da diversidade climática e sociocultural do país, a implantação de um projeto-padrão, quando relacionado ao conforto do usuário, pode apresentar problemáticas a serem discutidas, onde inclusive, pela falta de um diagnóstico prévio sobre essa diversidade dos projetos-padrão tipo B e C foram substituídos em 2013 pelos tipos 1 e 2.

Assim, o trabalho relata o estudo de uma Escola Municipal de Educação Infantil (EMEI) com projeto-padrão Proinfância Tipo “B”, localizada em um município da Zona Bioclimática 2 (ZB2), relacionando os resultados de uma simulação computacional dos níveis de conforto térmico nas situações do Projeto Padrão e Modificado, com os de uma análise walkthrough, contribuindo ainda com os projetos em fase de licitação ou construção (BRASIL, 2018).

### **2. METODOLOGIA**

Para a avaliação do nível de conforto térmico da EMEI, o método foi dividido em três partes: análise walkthrough, simulação do desempenho térmico das edificações e análise de resultados. A simulação computacional foi utilizada como estratégia de pesquisa por meio do *software Design Builder@v.3.4.0.041*.

#### **2.1. O OBJETO DE ESTUDO**

Para o estudo foi utilizada a edificação de uma EMEI localizada em um município da ZB2 (NBR 15220, 2005). Esta edificação foi modelada e configurada de duas maneiras: a primeira como situação atual, ou seja, adaptada espacialmente ao uso e com fechamentos e alterações feitas no pátio interno, circulações e a segunda com o projeto padrão FNDE de tipo B.

### 2.1.2. ANÁLISE WALKTHROUGH

Consiste em um percurso dialogado alinhado com a Abordagem Experiencial (RHEINGANTZ et al., 2009) abrangendo todos os ambientes, complementado por fotografias, croquis e gravação áudio/vídeo (RHEINGANTZ et al., 2009). A análise *walkthrough* foi realizada em junho de 2017 por três pesquisadores acompanhados da Coordenadora Pedagógica, requalificando a compreensão dos ambientes a partir das interações observador-ocupantes-ambiente.

### 2.1.3. CARACTERÍSTICAS DA ENVOLTÓRIA

O sistema de vedações verticais da edificação é composto por paredes externas e internas em tijolos cerâmicos de seis furos com transmitância térmica ( $U$ ) de 1,83 [ $W(m^2K)$ ]. Quanto aos demais fechamentos e características da envoltória, na composição das coberturas estão: telhas cerâmicas, câmara de ar e laje de concreto com tabelas e argamassa de reboco com  $U=2,05$  [ $W(m^2K)$ ] para a edificação e cobertura com telhas cerâmicas com  $U=6,61$  [ $W(m^2K)$ ] para o pátio. Os pisos internos e externos possuem transmitância térmica de 0,68 [ $W(m^2K)$ ] e camadas divididas em: terra argilosa seca, contrapiso com camadas de brita, concreto, camada niveladora de argamassa e revestimento cerâmico.

As esquadrias apresentam materiais distintos, onde as janelas são em ferro e com vidro de 6mm com  $U=5,77$  [ $W(m^2K)$ ], as portas internas e externas são em madeira compensada com  $U=1,67$  [ $W(m^2K)$ ] e a porta presente no pátio coberto em vidro temperado e com uma transmitância térmica de 5,77 [ $W(m^2K)$ ].

## 2.2. SIMULAÇÃO DO NÍVEL DE CONFORTO TÉRMICO DA EDIFICAÇÃO

Com intuito da avaliação do nível de conforto térmico da EMEI, o *software Design Builder@v.3.4.0.041*. foi utilizado para modelagem e configuração dos dois modelos.

### 2.2.1. CONFIGURAÇÕES NO SOFTWARE

A agenda de iluminação, equipamentos, uso e ocupação de pessoas e abertura de janelas considerou o horário de funcionamento da EMEI, das 8h às 17h. Para a configuração dos equipamentos, iluminação e ocupação por ambiente foram utilizados os dados coletados após o levantamento de campo. Além disso, a edificação foi configurada com ventilação natural com abertura das esquadrias definidas em 25°C, e com arquivo climático de uma cidade situada na ZB2. A temperatura do solo foi obtida a partir do Pré-processador *SLAB/Energy Plus®*.

## 2.3. ANÁLISE DE RESULTADOS

Para avaliação dos resultados, a zona de conforto térmico foi considerada com um índice de 80% dos usuários do ambiente satisfeitos, baseado no índice da ASHRAE 55 (2010). Para a análise também foram utilizados os registros do *walkthrough*, e o entrelaçamento desses registros com os resultados da simulação computacional para definição de futuras medidas de otimização.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio das simulações computacionais, foi possível avaliar o nível de conforto térmico dos projetos Padrão e Modificado ao longo do ano, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Avaliação por simulação dos Projetos: Padrão e Modificado.

EMEI tipo B	Frio (%)	Calor (%)	Conforto Térmico (%)
Padrão	6,44	39,30	54,26
Modificado	6,56	43,14	50,30

Fonte: Os autores.

Quanto aos registros feitos durante o *walkthrough*, o desconforto térmico por frio é recorrente no período de maio a setembro. Segundo as educadoras, o piso frio (granitina) é o principal responsável por esse desconforto, além de não ser adequado para as atividades realizadas em contato com o chão.

Com a observação do Pátio Coberto/Refeitório ficou evidente que as crianças ficam expostas ao frio durante as refeições, já que a ausência de forro junto ao pé direito elevado favorece maiores correntes de ar, dificultando o aquecimento do ambiente no inverno.

Ainda foram relatados problemas relacionados com a ausência de ventilação cruzada, das quais acabam ocasionam desconforto por calor nas salas de atividades: a) o fechamento das janelas voltadas para pátio coberto durante algumas horas do dia devido ao ruído gerado pela recreação das crianças; b) o fechamento das cortinas das janelas voltadas para as áreas abertas com intuito de evitar a incidência de radiação solar direta.

A adição de cobertura nos ambientes do Pátio/Anfiteatro/Recreação é considerada como um aspecto positivo para as educadoras por evitar o contato das crianças com o frio e a chuva, auxiliando ainda nos dias quentes com o sombreamento para as atividades das crianças.

#### 3.1. ENTRELAÇANDO OS RESULTADOS

Após análise dos resultados obtidos nas duas avaliações os mesmos foram entrelaçados, possibilitando a identificação de algumas de suas limitações e potencialidades:

(1) a simulação computacional indicou 6,56% de insatisfação dos usuários por desconforto por frio ao longo de todo ano, enquanto no período de maio-setembro a mesma apontou 11%. A análise do *walkthrough* confirmou os dados obtidos pela simulação, indicando 100% de insatisfação por frio no mesmo período pelas educadoras, evidenciando a necessidade de aprofundamento de uma pesquisa qualitativa com o intuito de uma melhor avaliação da diferença entre os resultados e os métodos.

(2) a simulação computacional facilitou a percepção das educadoras com relação ao desconforto térmico durante as estações quentes, onde, mesmo sem prever o fechamento das janelas voltadas para o pátio, provavelmente esse dado aumentaria ainda mais o desconforto por calor nos resultados devido à ausência de ventilação cruzada nos ambientes.

#### 4. CONCLUSÕES

A relação entre os resultados obtidos na simulação computacional do nível de conforto térmico do projeto-padrão e na análise walkthrough feita no projeto adaptado possibilitou que com a relação entre resultados obtidos entre os distintos métodos de avaliação o estudo evidenciasse: a necessidade de aproximação do perfil de ocupação dos ambientes nas simulações do seu uso real; a importância de qualificar as previsões e prescrições dos usos dos equipamentos adequadas às situações reais dos ambientes, para que os espaços possam melhor atender suas demandas e desejos de bem-estar; a importância das simulações para a construção de recomendações com a intenção de modificar práticas de projetistas e ocupantes dos ambientes, como o uso de proteções internas e externas nas janelas, operação e projeto das esquadrias como também a definição de equipamentos e sistemas eficientes energeticamente; a importância do desenvolvimento de métodos qualitativos em que os ocupantes são ouvidos, visto que ao utilizar *softwares* de simulação termoenergética é importante considerar que eles não preveem desconforto térmico localizados, como o desconforto ocasionado pelo piso frio.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220: Norma Brasileira de Desempenho Térmico de Edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS. Standard 55: **Thermal environmental conditions for human occupancy**. ASHRAE: Atlanta, 2010.

BRASIL. Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação (FNDE), Ministério da Educação. **Resolução nº 6, 24 abril 2007. Programa Nacional de Reestruturação e Aproveitamento da Rede Escolar Pública de Educação Infantil**. Brasília: MEC/FNDE2007. Acessado em 11 mar. 2018. Online. Disponível em: [https://www.fnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sql\\_tipo=RES&num\\_ato=00000006&seq\\_ato=000&vlr\\_ano=2007&sql\\_orgao=CD/FNDE/MEC](https://www.fnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sql_tipo=RES&num_ato=00000006&seq_ato=000&vlr_ano=2007&sql_orgao=CD/FNDE/MEC)

BRASIL. Fundo Nacional para o Desenvolvimento da Educação (FNDE), Ministério da Educação. **Relatório Situação Creches por Tipologia**. Planilha fornecida aos autores pela CODIN/FNDE em 22 fev. 2018.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A. N.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós- ocupação**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009. Acessado em 10 jun. 2013. Disponível em: [http://www.fau.ufrj.br/prolugar/arq\\_pdf/livros/obs\\_a\\_qua\\_lugar.pdf](http://www.fau.ufrj.br/prolugar/arq_pdf/livros/obs_a_qua_lugar.pdf).