

# ESTUDO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE ESCOLAS PROINFÂNCIA: PROJETO PILOTO

Cristiana Rodrigues<sup>1</sup>; Luciana O. Fernandes<sup>2</sup>;

1 Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Faculdade IMED. cristiana.rrod@gmail.com

2 Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Faculdade IMED. luciana.fernandes@imed.edu.br

## 1 INTRODUÇÃO

Os municípios têm o compromisso de apresentar soluções para garantir o acesso das crianças à Educação Básica. A partir disso, o Governo Federal criou em 2007 o Programa Proinfância (Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil) que é gerenciado pelo FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação), com o objetivo de fornecer auxílio financeiro para a implantação de projetos padronizados destinados a instituições de Educação Infantil (FNDE, 2013b).

Este trabalho é o projeto piloto de uma dissertação de mestrado e tem como objetivo estudar o desempenho térmico de uma instituição de Educação Infantil que faz parte do Programa Proinfância na cidade de Passo Fundo/RS. A pesquisa investigou o desempenho térmico da instituição a partir dos projetos e memoriais descritivos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Passo Fundo (PMPF) e pelo FNDE, e foram feitas medições in loco de temperatura, umidade relativa para confrontar com as exigências do programa.

A qualidade das construções que fazem parte do programa Proinfância, devem ser garantidas através da industrialização da construção e do atendimento aos requisitos previstos na NBR 15.575 (2013). Embora a NBR 15.575 seja direcionada a edificações residenciais, o FNDE ressalta que os Cadernos Técnicos de Desempenho de Edificações Escolares de ensino público, foram elaborados com base na NBR 15.575 (2013) servindo como balizadores na elaboração e revisão dos projetos padrão.

Os edifícios escolares projetados de forma adequada, podem representar menor custo de operação e manutenção, pois evita intervenções posteriores a fim de proporcionar conforto térmico aos usuários. Castro (2009) ressalta que na implantação de uma escola, deve-se levar em consideração além da localização, fatores como acessibilidade, público alvo e demanda de alunos. Da mesma forma, fatores como as variáveis climáticas, componentes construtivos, localização e entorno da edificação, devem ser levados em conta no processo criativo.

A concepção de uma edificação deve atender não só às necessidades imediatas da sociedade, mas também do futuro, que de certa forma são difíceis de prever (KOWALTOWSKI, 2011). Baseada nisso, a análise de edificações existentes na qual pode se observar as experiências de sucesso e falhas, é uma estratégia válida para a concepção de edifícios escolares.

A partir deste contexto, Costa e Barbirato (2012) e Modler et al (2018) enfatizam a importância de se analisar de forma crítica o ambiente escolar e assim identificar a qualidade do projeto de acordo com sua adequação climática, pois os projetos padronizados acabam desconsiderando as diversidades climáticas e podem acarretar prejuízos quanto aos aspectos de conforto ambiental e técnico-construtivos.

Autores como Babick e Torres (2017), Araújo e Scalco (2018) e Spagnuolo et al (2018) em pesquisas utilizando simulação energética nas creches padrão, concluíram que as instituições não proporcionam o conforto térmico adequado aos seus usuários em função do sistema construtivo em diversas zonas bioclimáticas.

Desta forma, a implantação dos projetos padrão Proinfância em todo o Brasil ressalta a importância deste tema, pois estas escolas são construídas em regiões de características totalmente diferentes e devem atender às condições de desempenho e conforto térmico dos seus usuários.

O objetivo do projeto piloto abordado neste artigo é averiguar o desempenho térmico de uma instituição de Educação Infantil do Programa Proinfância - projeto tipo "C", localizada na cidade de Passo Fundo- RS.

## **2 METODOLOGIA**

Inicialmente foram comparados os projetos disponibilizados pela PMPF e pelo FNDE, de modo a identificar possíveis alterações, e posteriormente durante a visita técnica, observar as modificações quanto à distribuição dos ambientes e aos materiais construtivos utilizados.

A visita técnica aconteceu no dia 17 de dezembro de 2018, e naquele momento foi observado o sistema construtivo aparente, como: tipo de vedação, piso e cobertura para comparação com a norma NBR 15.575 (2013), conforme exigência do FNDE.

Neste mesmo dia, foram coletadas as variáveis ambientais, de acordo com as recomendações do capítulo 7.2 da ASHRAE 55 (2013), que é utilizado para determinar o conforto térmico em edificações existentes. Foram coletados os dados de temperatura, umidade relativa e velocidade do ar na área externa e interna da escola, com o auxílio de um termohigrômetro digital modelo MTH-1362W e um anemômetro digital modelo NA-3010.

A NBR 15575 (2013) recomenda que sejam utilizados os dados do dia típico de projeto de verão e inverno (Tabelas A2 e A3 da referida norma) para a zona bioclimática 2, como é o caso de Passo Fundo. No entanto a norma não possui dados referentes a nenhuma cidade da zona bioclimática 2, em função disso, será levado em consideração a temperatura máxima externa do dia da visita (INMET, 2019).

Na parte interna, as medições foram feitas durante o intervalo das crianças (10:00h – 10:30h), sendo que se posicionou os sensores de temperatura e umidade relativa no centro da sala de aula a uma altura de 1,70m, que é o recomendado para atividades em pé como é o caso da professora. Os dados coletados foram comparados com as recomendações estabelecidas na norma NBR 15.575 (2013) para as avaliações de desempenho térmico da edificação.

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observou-se que o projeto fornecido pela PMPF é o mesmo elaborado pelo FNDE, entretanto, para que se adequasse ao lote o projeto foi espelhado a partir do eixo vertical (Figura 1).

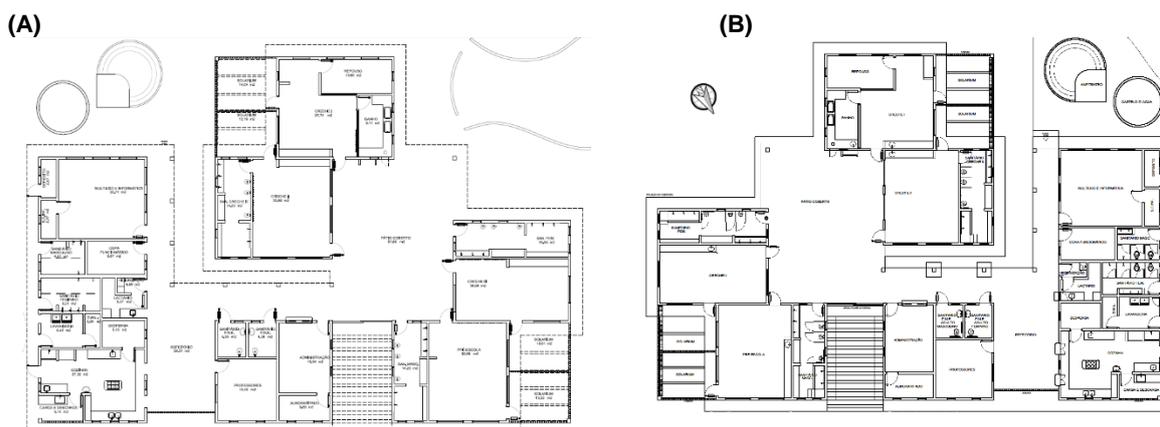


Figura 1 – Projetos tipo “C”: (A) FNDE; (B) PMPF

Com relação aos projetos acima, nenhuma alteração foi realizada pela PMPF, no entanto durante a visita técnica, foi relatado pela gestora que dois anos após a inauguração alguns ambientes tiveram seu uso modificado em relação ao projeto original (Figura 02).

Um dos ambientes com o uso modificado foi a sala destinada à creche III, que passou a ser utilizada como biblioteca (área em vermelho na Figura 02). Desta forma, a sala originalmente destinada à informática passou a ser utilizada para as atividades da creche III (área em azul na Figura 02).

A decisão de realocação das salas foi tomada pela diretora e professoras. Contudo, deve se considerar que as salas foram projetadas para o desenvolvimento de uma determinada atividade, e assim sendo, a realocação pode não trazer benefícios, como no caso da creche III, que não possui a melhor posição solar, pois as janelas estão em uma fachada sul e o castelo d’água prejudica a exposição solar.

A fachada Oeste possui um espaço destinado a um depósito e um sanitário, ou seja, nesta fachada, a sala da creche III, não recebe radiação solar direta.

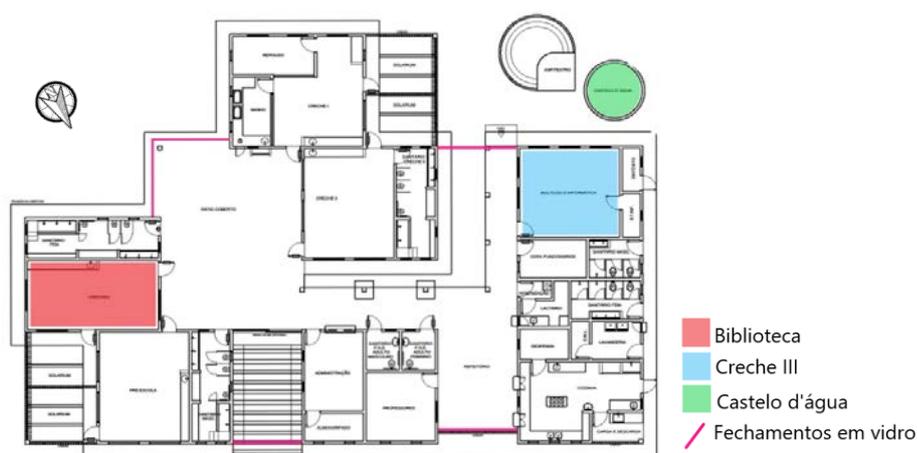


Figura 2 – Planta baixa com as modificações realizadas

Nota-se que foram instalados fechamentos em vidro nos ambientes de uso comum que antes eram abertos, pois esses ambientes tinham sua utilização reduzida em função das baixas temperaturas no inverno. Em função disso, o FNDE prevê a substituição de alguns materiais e a adequação no projeto para favorecer a edificação que será implantada em regiões frias. Como exemplo, pode-se citar: o fechamento do

cobogó com vidro na área do refeitório, a colocação de manta vinílica no lugar do piso de granitina e rebaixamento do forro, resultando num pé-direito de 2,70m. No entanto, nesta escola, nenhuma substituição ou adequação foi feita na fase de construção, somente após a ocupação.

A partir do sistema construtivo informado pela PMPF, analisou-se a conformidade dos materiais informados em relação a NBR 15.575 (2013), sendo que o FNDE determina que a edificação deve atender a pelo menos o nível de desempenho intermediário no verão e o nível mínimo no inverno. A Tabela 01 consiste numa comparação entre os valores de transmitância térmica e capacidade térmica do sistema de vedação da edificação e as exigências da NBR 15.575 (2013) para edificação localizada na zona bioclimática 2.

Tabela 01: Transmitância térmica e capacidade térmica do sistema de vedação.

Vedação	Material	Escola		NBR 15.575		
		U W/(m <sup>2</sup> K)	CT kJ/(m <sup>2</sup> K)	U W/(m <sup>2</sup> K)	CT kJ/(m <sup>2</sup> K)	Nível desempenho
Paredes externas	Tijolos 06 furos 19x19x9cm	2,48	159	≤ 2,50	≥ 130	Mínimo
Cobertura	Telha cerâmica e laje de concreto 12 cm de espessura	1,92	113	≤ 1,50	-	Mínimo
Área de uso comum	Telha cerâmica sem forro	4,55	18			Não atende

Ao comparar os dados obtidos do projeto padrão com os parâmetros exigidos pela NBR 15.575-3, pode-se concluir que as vedações verticais estão de acordo com os requisitos mínimos exigidos pela norma. No entanto, o sistema de cobertura não atende ao requisito de transmitância térmica, apresentando valor maior que o exigido para o nível intermediário. No caso das áreas de uso comum, onde está localizado o refeitório, o sistema de cobertura não atende nem ao nível mínimo recomendado pela NBR 15.575 (2013).

As variáveis ambientais foram coletadas no dia 17/12/2018, pela manhã, enquanto as crianças estavam no refeitório. O horário da visita foi definido pela diretora da escola para não atrapalhar a rotina da turma, nem dispersar a atenção dos alunos durante a aula. A sala escolhida possuía orientação Leste (Figura 03). A Tabela 2 apresenta os dados das variáveis ambientais coletados.



Figura 31: Sala de aula analisada

Tabela 2: Dados coletados das variáveis ambientais.

Interno			Temperatura máxima externa
Temperatura	UR	V.ar	
25,7 °C	62 %	0	27,3°C

A NBR 15.575-1 (2013) determina valores máximos de temperatura para a avaliação do desempenho térmico de recintos de permanência prolongada, como salas de residências e dormitórios. No caso da escola, estes critérios serão utilizados porque é a referência do próprio FNDE como diretriz de projeto.

A Tabela 3 mostra os critérios de avaliação do desempenho térmico para a condição de verão. Vale lembrar que o FNDE define que a edificação deve atender ao nível intermediário na condição de verão e ao nível mínimo na condição de inverno.

Tabela 31: Critérios de avaliação do desempenho térmico para a condição de verão.

Nível de desempenho	Critério – Zonas 1 - 7
M	Ti, máx. ≤ Te, máx.
<b>I</b>	<b>Ti, máx. ≤ (Te, máx. – 2°C)</b>
S	Ti, máx. ≤ (Te, máx. – 4°C)
Ti, máx. é o valor máximo da temperatura do ar no interior da edificação; Te, máx. é o valor máximo da temperatura do ar exterior à edificação; Ti, min é o valor mínimo da temperatura do ar no interior da edificação; Te, min é o valor mínimo da temperatura do ar exterior à edificação; NOTA Zonas bioclimática de acordo com a ABNT NBR 15220-3.	

Levando em consideração a temperatura externa máxima do dia da visita, conclui-se que a edificação atendeu ao nível intermediário definido pelo FNDE com base na NBR 15.575, no entanto deve-se levar em consideração a percepção do usuário em relação ao ambiente construído para comprovar o resultado acima.

#### 4 CONCLUSÕES

Uma instituição de ensino com o desempenho térmico satisfatório possibilitará uma condição saudável e eficiente aos seus usuários. Esse desempenho é garantido, dentre outras variáveis, através da posição solar adequada e da utilização dos materiais construtivos apropriados, levando em consideração o clima da cidade onde será implantada.

O objetivo do projeto piloto abordado neste artigo, foi averiguar o desempenho térmico de uma instituição de ensino padrão Proinfância, bem como identificar possíveis alterações realizadas no projeto original com a intenção de melhorar o conforto térmico no interior da edificação.

A partir do projeto piloto foi possível concluir que a edificação analisada não atendeu aos requisitos definidos pelo FNDE com base na NBR 15.575, de forma geral. Com relação ao sistema construtivo, as paredes alcançaram os valores mínimos de transmitância térmica fixados pela NBR 15.575. Já o sistema de cobertura alcançou o nível mínimo nas salas de aula e nas áreas comuns foi insuficiente, pois a cobertura não apresenta forro, desta forma, não atendeu ao nível intermediário de acordo com as exigências do FNDE.

A partir dessa conclusão preliminar foi possível adequar o roteiro da visita técnica para dar continuidade no trabalho.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da FAPERGS/CAPES, vinculado ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Civil da IMED

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575-1- 2013 Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro: ABNT.2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 15220-3 – Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c.

ARAÚJO, M.L.T; SCALCO, V.A. **Desempenho térmico de creches padronizadas do programa Proinfância em diferentes cidades Alagoanas**. *In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** [Foz do Iguaçu]: Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC), 2018, p. 973-980.

ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. **ANSI/ASHRAE55: Thermal environmental conditions for human occupancy**. Atlanta, v. 13, 2013.

BABICK, S.; TORRES, C. A. Análise do desempenho térmico, lumínico e de ventilação natural de projeto padrão de edifício escolar do FNDE de acordo com os requisitos de normas e referenciais nacionais e internacionais nas 8 zonas bioclimáticas brasileiras. **Revista Engenharia Civil IMED**, v. 04, n. 2358–6508, p. 110–128, 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). **Gráficos Climatológicos Passo Fundo**. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>> Acesso em: 10/04/2018.

CASTRO, Carlos. **O espaço da escola na cidade: CIEP e arquitetura pública escolar**. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Brasília, Brasília, 2009.

COSTA, Ana M.V.; BARBIRATO, Gianna. M. **Adequação de edificações escolares ao contexto climático de Maceió-AL, com vistas à otimização de seu desempenho térmico**. *In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 2012, Juiz de Fora. **Anais...** [Juiz de Fora]: Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC), out.2012, p. 1118–1126.

FNDE, FUNDO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. **Emendas Parlamentares: Construção de escolas de educação infantil Proinfância de tipo B e C com uso de Metodologias Inovadoras – MI**. Brasília, DF, 2013.

MODLER et al. Avaliação de desempenho de um projeto padrão do programa Proinfância: escola de educação infantil no sul do Brasil. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 13, n. 2, p. 95-118, 2018.

KOWALTOWSKI, Doris. C. C. K. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

SPAGNUOLO, A.Y.N.; SILVEIRA, G.W.P. **Conforto térmico de edifício escolar padrão Proinfância tipo “B” em três regiões bioclimáticas brasileiras distintas**. *In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** [Foz do Iguaçu]: Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC), 2018, p. 439–447.