XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ESTUDO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE ESCOLAS PROINFÂNCIA: PROJETO PILOTO

Cristiana Rodrigues (1); Luciana O. Fernandes (2)
(1) Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Engenheira Civil, cristiana.rrod@gmail.com, Faculdade IMED, Rua Daltro Filho, 258/01 – Passo Fundo – RS, (54)3622-1931
(2) Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, luciana.fernandes@imed.edu.br, Faculdade IMED, Rua Senador Pinheiro, 304 - Passo Fundo – RS, (54) 3045-6100.

RESUMO
Os municípios têm o compromisso de apresentar soluções para garantir o acesso das crianças à Educação Básica. A partir disso, o Governo Federal criou o Programa Proinfância, que fornece auxílio financeiro para a implantação de projetos padronizados destinados a instituições de Educação Infantil. Este trabalho é parte 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, levando em consideração a percepção dos funcionários quanto ao ambiente construído. Foi feita uma coleta de dados através da análise do projeto, da medição das variáveis ambientais e da coleta da percepção do usuário a partir de entrevistas com os professores da escola. Esses dados foram comparados com as exigências do FNDE para verificar conformidade. A partir deste projeto piloto, foi possível concluir que a edificação não atendeu aos requisitos definidos pelo FNDE de forma geral. Da mesma forma, as medições das variáveis ambientais aliadas às entrevistas mostraram que a escola não atende aos requisitos de conforto térmico. Com base na conclusão preliminar, foi possível identificar os pontos positivos e negativos no roteiro da visita técnica e na coleta dos dados ambientais para adequar o procedimento para as próximas escolas a serem estudadas.
Palavras-chave: Proinfância, desempenho térmico, conforto térmico.

ABSTRACT
The municipalities are committed to presenting solutions to guarantee children's access to Basic Education. Therefore, the Federal Government created the Proinfancia Program, which provides financial assistance for the implementation of standardized projects of Early Childhood Education institutions. This work is part of a master's thesis and aims to study the thermal performance of an institution of Early Childhood Education that is part of the Program Proinfância in the city of Passo Fundo/RS, taking into account the employees' perception of the built environment. Data collection was done by analyzing the project, measuring environmental variables and interviewing the school teachers about their perception. These data were compared to the requirements of the FNDE to verify compliance. From this pilot project, it was possible to conclude that the building did not meet the requirements defined by FNDE in general. Likewise, the measurements of the environmental variables allied to the interviews showed that the school does not meet the requirements of thermal comfort. Based on a preliminary conclusion, it was possible to identify the positive and negative points in the technical visit script and in the collection of environmental data to suit the procedure for the next schools to be studied.
Keywords: Proinfância, thermal performance, thermal comfort.

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). O objetivo do programa é 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 averiguou 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 e umidade relativa para confrontar com as exigências do programa.

A qualidade das construções que fazem parte do programa Proinfância deve ser garantida 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, a elaboração e a revisão dos projetos padrão foram balizados pelos Cadernos Técnicos de Desempenho de Edificações Escolares de ensino público, elaborados com base na NBR 15.575 (2013).

A partir disso, 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, 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.

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

O objetivo deste artigo é averiguar o desempenho térmico de uma instituição de Educação Infantil do Programa Proinfância - projeto tipo “C”, localizada na cidade de Passo Fundo.

3. MÉTODO

O estudo do desempenho térmico será feito através da análise do projeto arquitetônico fornecido pelo FNDE e pela Prefeitura de Passo Fundo – RS, e assim identificar possíveis alterações feitas na escola após a ocupação a fim de melhorar o conforto térmico. Também serão coletadas as variáveis ambientais e a percepção dos usuários sobre a sensação térmica, através de entrevistas. Os procedimentos estão descritos de forma específica a seguir:

3.1. Análise de projeto e visita técnica

A Prefeitura Municipal de Passo Fundo (PMPF) forneceu os projetos e memoriais descritivos. A partir deles, foram comparados os projetos fornecidos pela PMPF e pelo FNDE, de modo a conferir dimensões e localização de cada ambiente. Durante a visita técnica foram observadas as modificações quanto à distribuição dos ambientes e aos materiais construtivos utilizados.

A visita técnica aconteceu no dia 17 de dezembro de 2018, quando foi observado o sistema construtivo, como: tipo de vedação, piso e cobertura para comparação com a norma NBR 15575 (2013), conforme exigência do FNDE. Durante o momento da visita foi feito um levantamento fotográfico da edificação, priorizando as fotos das fachadas e para esclarecimentos futuros. Também foi observado se os usuários possuíam liberdade de operação das aberturas e se estas possuíam brises, cortinas ou outro tipo de sistema de sombreamento.

3.2. Coleta das variáveis ambientais

No mesmo dia da visita técnica, foram coletadas as variáveis ambientais, de acordo com as recomendações do capítulo 7.2 da ASHRAE 55 (2013), que determinam 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 e um anemômetro.

A NBR 15575 (2013) recomenda que sejam utilizados os dados do dia típico de projeto (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 levada em consideração a temperatura máxima externa do dia da visita (INMET, 2019). Na parte interna, os sensores de temperatura e umidade relativa foram posicionados no centro da sala de aula e as medições foram feitas durante o intervalo das crianças (10:00h – 10:30h). Os dados coletados foram comparados com as recomendações estabelecidas nas normas NBR 15.575 (2013) e ASHRAE 55 (2013) para as avaliações de desempenho e de conforto térmico.

3.3. Entrevistas

A entrevista de sensação e preferência térmica foi elaborada com base na ASHRAE 55 (2013) a partir do método “point in time”. Este método tem como objetivo coletar os dados de preferência térmica no momento da entrevista. Foram feitas perguntas do tipo: “Como você está se sentido no momento?”, “Como gostaria de estar?”, entre outras.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

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).



(A) (B)

Figura 1 – Projetos tipo “C” fornecidos pelo FNDE (A) e pela PMPF (B).

Com relação ao projeto, 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. A sala da creche III não possui a melhor posição solar, pois as janelas estão em uma fachada sul sombreadas pelo castelo d'água (área em amarelo na Figura 02). A fachada Noroeste deste ambiente também não recebe radiação solar direta, pois possui um espaço destinado a um depósito e um sanitário (área em verde na Figura 02).



Figura 2 – Planta baixa com as modificações realizadas.

Observa-se que foram instalados fechamentos em vidro e policarbonato nos ambientes de uso comum que antes eram abertos (área com hachura na diagonal na Figura 02). Esta intervenção foi necessária pois no inverno esses ambientes tinham sua utilização reduzida em função das baixas temperaturas. De acordo com o memorial descritivo fornecido pela PMPF, o FNDE prevê a substituição de alguns materiais e a adequação do 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, nenhuma substituição ou adequação foi feita nesta escola 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). O FNDE determina que a edificação deve atender pelo menos ao nível de desempenho intermediário no verão e ao nível mínimo no inverno. A Tabela 01 consiste numa comparação entre os valores de transmitância térmica e de 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/(m²K)	CT kJ/(m²K)	U W/(m²K)	CT kJ/(m²K)	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	≤ 2,30	-	Mínimo
				≤ 1,50		Intermediário
Cobertura áreas de uso comum	Telha cerâmica sem forro	4,55	18	≤ 2,30	-	Não atende
				≤ 1,50		

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. A Tabela 2 apresenta as variáveis ambientais coletadas.

Tabela 2: Dados coletados das variáveis ambientais.

Interno			**Externo**		
Temperatura	UR	V.ar	Temperatura máxima	UR	V.ar
25,7 °C	62 %	0 m/s	27,3°C	62%	0,8m/s

Como a sala de aula analisada estava com as janelas fechadas em função de um defeito na fechadura, o valor de velocidade do ar medido internamente foi zero, e com relação aos valores de umidade relativa do ar, estes são iguais tanto interna quanto externamente.

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

Nível de desempenho	Critério – Zonas 1 - 7
M	Ti, máx. ≤ Te, máx.
I	**Ti, máx. ≤ (Te, máx. – 2°C)**
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 este resultado.

A entrevista com os funcionários teve como objetivo analisar a sensação de conforto durante a permanência na escola. Os professores e funcionários foram orientados quanto ao objetivo da pesquisa e posteriormente responderam ao questionário. Este continha perguntas pessoais (como sexo, idade, tempo e turno de serviço, vestimenta), perguntas sobre a atividade desenvolvida e sobre sensação de conforto. Participaram da pesquisa nove dentre as onze pessoas que trabalham na escola. O resultado das entrevistas mostrou que 90% das pessoas estavam se sentindo desconfortáveis em relação ao calor no momento da entrevista. A sensação de desconforto reportada pelas professoras da sala de aula analisada pode ter relação com o fato das janelas estarem inoperantes. A partir do cálculo do PMV obteve-se um valor médio de 0,97 e PPD 25%, comprovando a opinião das participantes que também relataram que a ventilação nas salas de aula e áreas comuns é regular.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E ETAPAS FUTURAS

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 desta pesquisa 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 verificar que o projeto do FNDE foi espelhado para adequação ao lote pela PMPF, e foram encontradas divergências quanto à realocação de salas após a inauguração. Também se verificou algumas intervenções após a ocupação como a colocação de vidro em áreas abertas e cobertura de policarbonato onde anteriormente não havia. De acordo com a gestora, essas melhorias tiveram

o objetivo de melhorar o conforto térmico dos usuários, pois as áreas comuns não eram utilizadas no período do inverno, e tiveram seu custo arcado pela própria escola.

A edificação analisada não atendeu aos requisitos definidos pelo FNDE com base na NBR 15.575, em relação ao sistema construtivo, pois as paredes e cobertura apenas alcançaram os valores mínimos de transmitância térmica fixados pela NBR 15.575. O sistema de cobertura alcançou o nível mínimo nas salas de aula e nas áreas comuns foi insuficiente, pois a cobertura não apresenta forro nesses ambientes, resultando em um alto valor de transmitância térmica. Assim sendo, não atendeu ao nível intermediário exigido pelo FNDE.

Quanto ao conforto térmico, as medições das variáveis ambientais mostraram que a escola atende aos requisitos definidos pelo FNDE através da NBR 15.575, que determinam que a Ti, máx. ≤ (Te, máx. – 2°C). Contudo, os funcionários se mostraram desconfortáveis em relação ao calor através das entrevistas.

Outro fator importante, é que o FNDE possibilita a substituição de alguns dos materiais descritos no memorial descritivo, para favorecer as regiões frias, como é o caso de Passo Fundo. Porém, na edificação analisada não foi feita nenhuma substituição de material. Vale ressaltar que essas substituições estão previstas no projeto e desta forma não acarretariam maior investimento por parte do município ou da própria escola.

A partir dessa conclusão preliminar foi possível adequar o roteiro da visita técnica assim como a entrevista com os funcionários para dar continuidade no trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 15575-1 _ 2013 Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1 : Requisitos gerais**.Rio de Janeiro, Brasil, 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 TENOLOGIA 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 TENOLOGIA 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 TENOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2018, Foz do Iguaçu. Anais... [Foz do Iguaçu]: Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC), 2018, p. 439–447.

AGRADECIMENTOS

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