

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE ESCOLA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO INFANTIL EM PELOTAS/RS – ZB2¹

PEGLOW, Jaqueline (1); RITTER, Viviane (2); RONCA, Amanda (3); PEREIRA, Renata (4);
CUNHA, Eduardo (5); RHEINGANTZ, Paulo (6)

(1) UFPEL, e-mail: jaquelinepeglow@gmail.com; (2) IFSUL, e-mail: vivianeritter@yahoo.com.br; (3) UFPEL, e-mail: ronca.arq@hotmail.com; (4) UFPEL, e-mail: pereiracrenata@gmail.com; (5) UFPEL, e-mail: eduardogralacunha@yahoo.com.br; (6) UFPEL, e-mail: parheingantz@gmail.com

RESUMO

Este artigo relata um estudo de caso envolvendo o processo de avaliação do nível de conforto térmico de uma Escola Municipal para a educação Infantil (EMEI) em Pelotas/RS, vinculado ao Programa Proinfância, com projeto-padrão tipo C desenvolvido pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), na periferia da cidade de Pelotas-RS, zona bioclimática 2. O projeto, inicialmente concebido para se utilizar sistema construtivo convencional, posteriormente foi ajustado para o sistema construtivo *Wall System* desenvolvido pela empresa MVC Componentes Plásticos Ltda. A simulação avalia e compara o nível de conforto térmico da EMEI com os dois sistemas construtivos com base em simulação termodinâmica, através do *software Design Builder* (versão 4.2.0.054). A análise dos resultados da simulação da EMEI foi baseada no modelo de conforto adaptativo da ASHRAE 55/2010. Posteriormente, foram testadas três medidas de otimização do nível de conforto térmico da edificação. Os resultados preliminares, relativos ao nível de conforto dos ambientes de permanência prolongada, indicam um baixo nível de conforto térmico e que o maior desconforto decorre do calor. Com base nas medidas de otimização do desempenho da edificação, os resultados evidenciaram a importância do projeto padrão estar adaptado ao contexto climático local.

Palavras-chave: Conforto térmico. Desempenho térmico. Simulação termodinâmica. EMEI

ABSTRACT

This article reports a case study involving the evaluation process of the level of thermal comfort of a Municipal School for Early Childhood Education under construction on the outskirts of the city of Pelotas/RS, bioclimatic zone 2, linked to Proinfância Program, with design standard type C developed by the National Development Fund Education, The project, initially designed to use conventional built system, was later set to the Wall System building developed by the MVC Plastic Components Company. The simulation evaluates and compares the level of thermal comfort of the building with two construction systems. The study reports the analysis of the thermal comfort of a Type C unit, based on thermodynamic simulation, through software Design Builder (version 4.2.0.054). The analysis of the building simulation results was based on the adaptive model ASHRAE comfort 55/2010. Later, were tested three optimization measures of the thermal comfort level of the building based on thermal insulation and absorptance coverage, in addition to sun protection system design for the window frames. Preliminary results for the level of comfort of long permanence

¹ PEGLOW, Jaqueline *et al.* Avaliação do conforto térmico de escola municipal de educação infantil em Pelotas/RS – ZB2. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

environments indicate a low level of thermal comfort, the 50% MVC system and around 60% in the conventional system, and yet, that the greater discomfort comes from the heat. Based in performance optimization measures of building the MVC system reached 66.4% of thermal comfort compared to 62% in the conventional system. The results show the importance of the standard design to be adapted to the local climatic context.

Keywords: *Thermal Comfort. Thermal performance. Thermodynamic Simulation. EMEI*

1 INTRODUÇÃO

Até 1988 a Educação Infantil no Brasil priorizou a guarda das crianças e a maior parte das creches destinava-se ao atendimento de crianças pobres. Os serviços prestados tinham pouca preocupação com os direitos dos pequenos e as creches, em sua maioria, eram adaptadas em edifícios existentes, com infraestrutura e habitabilidade precárias. Eram verdadeiros “depósitos de crianças”. Com a promulgação da Constituição, a educação infantil deixa de ser uma caridade e passa a ser um dever do Estado e um direito da criança. Além disso, o acesso à educação de todas as crianças com idade entre zero e seis anos passa a ser responsabilidade dos Municípios.

Passados mais de vinte e cinco anos a infraestrutura necessária para cumprir o preceito constitucional, as diretrizes da educação infantil e a qualidade da infraestrutura das instituições públicas para a educação infantil, ainda apresenta sérios problemas (PNE 2001-2010; PNE 2011-2020). No Município de Pelotas a precariedade da rede de Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEI) – nova designação adotada para as creches, que ficaram estigmatizadas como instituições de caridade – motivou a Promotoria da Justiça da Infância e da Juventude a abrir um processo com vistas a sanar os problemas de infraestrutura existentes. Em resposta à Prefeitura Municipal e à Secretaria Municipal de Educação de Desportos (SMED) abriram-se duas frentes de ação: aderiram ao Programa Proinfância (MEC) para a construção de catorze novas EMEIs com projeto-padrão desenvolvido pelo Fundo Nacional da educação (FNDE) e contrataram projetos de reforma e recuperação das vinte e sete unidades existentes.

Criado em 2007 com o objetivo de prestar assistência financeira aos municípios para a construção de creches e pré-escolas públicas, o Programa Proinfância desenvolveu: projetos-padrão de arquitetura, financiamento de obras, aquisição de mobiliário e equipamentos, assessoramento técnico-pedagógico e custeio de novas matrículas (COELHO, in FLORES; ALBUQUERQUE, 2015: 7).

Apesar dos problemas envolvendo projetos-padrão em um país de dimensões continentais e com a diversidade climática e sociocultural como o Brasil, tais projetos, desenvolvidos pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), possibilitaram: (1) rever e renovar as especificações técnicas das EMEIs; (2) redefinir o espaço e o ambiente educacional para a infância; (3) regular e monitorar a concepção, a construção e o uso das EMEIs em escala nacional; e (4) direcionar as expectativas de oferta de edifícios para a Educação Infantil.

Neste contexto este trabalho se vincula a uma pesquisa que explora possibilidades e alternativas para a melhoria da qualidade e do desempenho ambiental das EMElS com o projeto-padrão FNDE no Município de Pelotas. Como princípio, busca contribuir para a superação:

- das limitações e inadequações de uma concepção de educação que utiliza os espaços e o clima "de forma pouco criativa" (KOWALTOWSKI, 2010:161);
- de uma arquitetura escolar naturalizada e sacralizada pela falta de questionamento sobre as necessidades de relacionar a concepção e a organização dos seus ambientes. Arelado ao fato de que as práticas pedagógicas, as atuais demandas sociais (KOWALTOWSKI, 2010) tornam as escolas brasileiras quase idênticas ao longo do tempo e do espaço (GOULART, 2011).

Como o desconforto térmico pode comprometer a saúde e a disposição das crianças nas suas atividades diárias, a melhoria das condições térmicas do ambiente construído passa a ser determinante para a qualidade ambiental dos projetos de arquitetura escolar para a educação infantil.

Considerando que o Programa Proinfância e a opção pelos projetos-padrão foram decisões de Governo, existe interesse manifesto dos técnicos do FNDE para estruturar uma rede nacional com grupos de pesquisa vinculados às universidades públicas, com vistas a simular o desempenho termo-energético dos projetos-padrão das EMElS, considerando as diferenças entre as regiões climáticas e os contextos socio-econômico-culturais.

Nessa perspectiva, o artigo relata o processo de avaliação do nível de conforto térmico da *EMEl Colônia Z3*, com projeto-padrão FNDE tipo "C", inserido na cidade de Pelotas-RS, Zona Bioclimática 2 (Figura 1). A EMEl utiliza o sistema construtivo Wall System desenvolvido pela empresa MVC Componentes Plásticos Ltda., composto por perfis metálicos e fechamento com painéis com núcleo de poliestireno expandido (EPS) e gesso acartonado com acabamento em plástico reforçado e cobertura com telha cimentícia. Como o projeto-padrão tipo "C" foi originalmente concebido com sistema construtivo convencional – estrutura de concreto armado, paredes com tijolo cerâmico de 8 furos, rebocada nas duas faces, cobertura com telha cerâmica e forro de gesso acartonado – a avaliação também considerou este sistema construtivo, para comparar os seus desempenhos.

O envoltório das edificações participa ativamente nas trocas térmicas com o meio externo e sua concepção é fundamental para o desempenho termoenergético do edifício.

Figura 1 – Localização no terreno da EMEI Colônia Z3.



Fonte: GoogleEarth 2016

No estudo de caso, o nível de conforto térmico da EMEI Colônia Z3 foi avaliado por meio de simulação computacional utilizando o software DesignBuilder, considerando o edifício ventilado naturalmente. Como indicador do nível de conforto térmico dos ambientes internos foi utilizado o Conforto Adaptativo da ASHRAE 55 (2010). Além da avaliação do nível de conforto térmico dos ambientes internos, foram analisadas medidas de otimização da envoltória com vistas à melhoria das condições internas de conforto. No caso deste artigo foram testadas as seguintes estratégias: isolamento térmico e baixa absorvância da cobertura (cor branca), utilizadas isoladamente e em conjunto. Também se testou a inserção de sistema de proteção solar misto. As estratégias isoladas e em conjunto foram simuladas para a EMEI Colônia Z3.

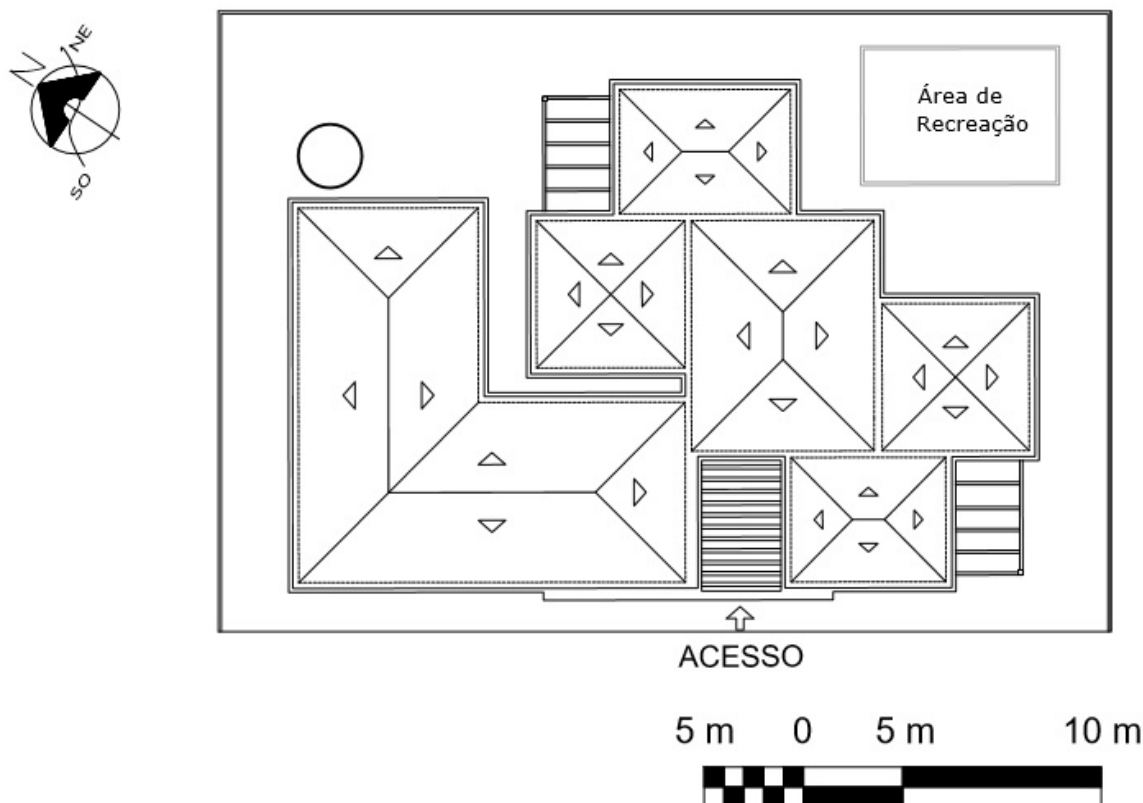
2 MÉTODO

Com relação à avaliação do conforto térmico a simulação termodinâmica da EMEI foi dividida em três etapas: modelagem, simulação e análise de resultados. Nessa ótica são apresentadas as análises da EMEI com os dois sistemas construtivos: o sistema MVC com paredes formadas por placas de PRFV (Lâminas de plástico reforçadas com lã de vidro), gesso acartonado e poliestireno expandido, e o sistema convencional, em alvenaria com tijolos cerâmicos de 8 furos revestidos, telhas cerâmicas e o mesmo forro do sistema MVC. Medidas de otimização do desempenho termoenergético envolvendo o fechamento opaco (na cobertura) e os fechamentos transparentes foram testadas nos dois sistemas construtivos.

2.1 Definição do objeto de estudo

Para este estudo foi escolhida, dentre as catorze EMEIs que Pelotas/RS conseguiu aprovar no Programa Proinfância, a EMEI Colônia Z3, Colônia de Pescadores de Pelotas-RS (Figura 2), localizada em terreno da Municipalidade e em fase inicial de construção.

Figura 2 – Localização no terreno da EMEI Colônia Z3.



Fonte: Os Autores - edição sobre base fornecida pelo Departamento de Engenharia da SMED 2015

O processo de licitação foi realizado pelo FNDE seguindo o modelo de pregão eletrônico para registro de preços nacional – RPN e a empresa vencedora foi a MVC Componentes Plásticos Ltda, detentora dos direitos do sistema construtivo Wall System, por ela desenvolvido e ajustado para seguir o projeto-padrão desenvolvido pelo FNDE. A escolha dos locais de implantação coube à Secretaria Municipal de Educação e Desportos (SMED). A unidade analisada é uma EMEI tipo “C”, com capacidade para acolher até 120 crianças, em dois turnos (matutino e vespertino) ou 60 crianças em período integral.

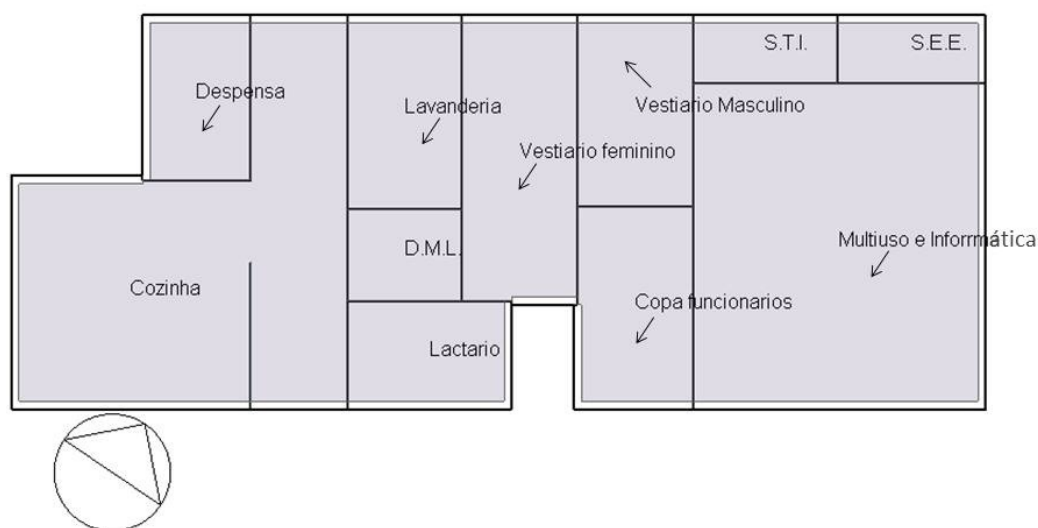
2.2 Modelagem e configuração

A cidade de Pelotas está situada na Zona Bioclimática 2 (NBR 15.220 – 3). Como ainda não possui arquivo climático foi utilizado o arquivo disponível para a mesma zona, o TMY de Santa Maria - RS (BRA_Santa.Maria.839360_SWERA.epw) (LABEEE, 2015). O arquivo climático contém valores para as 8.760 horas do ano, com variações horárias de temperatura, umidade, direção e velocidade do vento e radiação solar.

Na modelagem da EMEI Colônia Z3 foram observadas as seguintes diretrizes básicas:

- (1) Definição do conceito de Zona Térmica como um ou mais ambientes com a mesma orientação e mesmas condições de uso, ocupação de densidade de carga interna, considerando a iluminação artificial e os equipamentos e a possibilidade de uma mesma zona térmica abrigar mais de um ambiente. No caso da EMEI, considerando o regulamento de eficiência energética para edificações residenciais, foi definido que cada ambiente caracterizaria uma zona térmica. (Figura 3).

Figura 3 – Zonas Térmicas da EMEI Colônia Z3 modelada com tecnologia MVC e Convencional



Fonte: Programa *DesignBuilder* (2015)

- (2) Após a modelagem da EMEI foram configurados os fechamentos opacos (horizontal e vertical) e transparentes para os dois sistemas construtivos (MVC X convencional) (Quadro 1).

Quadro 1 - Sistemas construtivos das duas configurações

EMEIs	Tecnologia MVC	U (W/m ² K)	Tecnologia Convencional	U (W/m ² K)
Paredes	Lâmina de plástico reforçada com fibra de vidro, gesso cartonado, poliestireno expandido, gesso cartonado e lâmina de plástico reforçado com fibra de vidro	0,55	Parede com tijolo de 8 furos com 19 x 19 x 9 cm, rebocada nas duas faces (14 cm)	2,59
Cobertura	Telha cimentícia, câmara de ar, gesso cartonado, poliestireno expandido e gesso cartonado	1,32	Telhado com telha colonial, câmara de ar e laje pré-moldada	2,48

Fonte: Os autores

(3) As condições de uso e de ocupação foram configuradas (a) a partir da previsão do número de pessoas (adultos e crianças) que utilizam cada ambiente, e (b) das diferentes atividades por elas desempenhadas, caracterizando as densidades de cada ambiente. O horário de funcionamento da creche foi definido de 7h30min às 17h30min.

(4) A EMEI foi configurada com ventilação natural. Com base no trabalho de Martins et al (2009), foi utilizado um *setpoint* definido de ventilação de 25°C. Se, durante os horários de ocupação, a temperatura interna chegar a 25°C e a externa for inferior a 25°C, as esquadrias devem ser abertas para aproveitar a ventilação natural.

(5) A agenda de operação de janelas possibilita a ventilação natural dos ambientes durante os dias e horários de funcionamento (de segunda a sexta-feira de 7:30 às 17:30 horas). A temperatura interna e o *setpoint* de resfriamento indicam a necessidade ou não de sua abertura.

(6) O sistema de iluminação foi configurado em separado para cada zona térmica, considerando a densidade de potência de iluminação instalada em cada ambiente. Estes valores foram obtidos a partir dos dados do projeto elétrico e do resultado da soma da potência instalada de cada luminária dividido pela área do ambiente.

2.3 Simulação

A simulação analisou o nível de conforto térmico dos ambientes. O índice de conforto térmico utilizado foi o conforto adaptativo da ASHRAE 55 (2010), o qual considera que o usuário em um ambiente ventilado naturalmente tem uma capacidade de adaptação ao contexto microclimático local operando a abertura e fechamento de janelas e portas. A temperatura operativa de conforto é calculada com base na temperatura externa (Equação 1).

$$t_{oc} = 18,9 + 0,255 t_{ext} \quad (01)$$

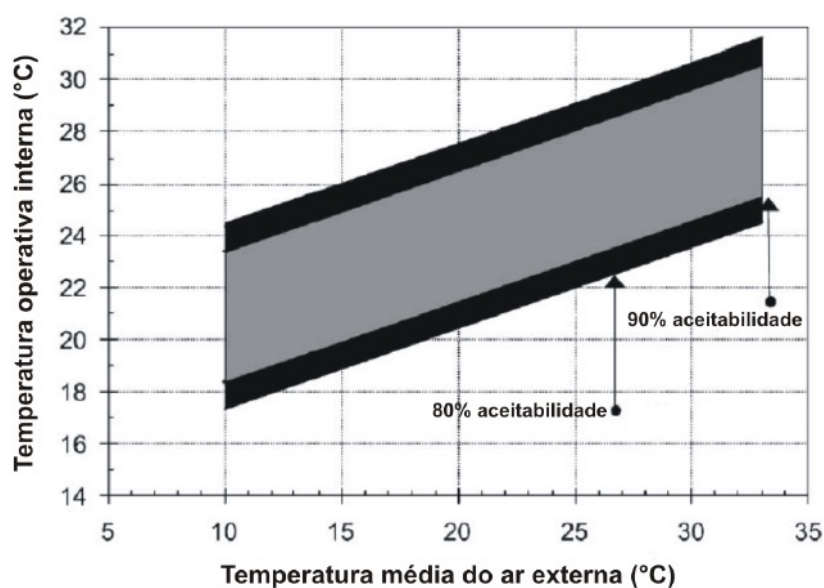
Onde:

t_{oc} = temperatura operativa de conforto

t_{ext} = temperatura externa

Para a definição da zona de conforto térmico, que atenda a, pelo menos, 80% dos usuários do ambiente, observado um intervalo da temperatura operativa mais 3,5 °C e menos 3,2 °C. Para que 90% dos usuários estejam em conforto este limite é ajustado para mais 2,5 °C e menos 2,2 °C. O intervalo de conforto térmico a partir das condições exteriores também foi caracterizado (Figura 4).

Figura 4 - Gráfico da Zona de Conforto observando a ASHRAE 55.



Fonte: Adaptado da ASHRAE (2009)

2.3 Proposição de melhorias

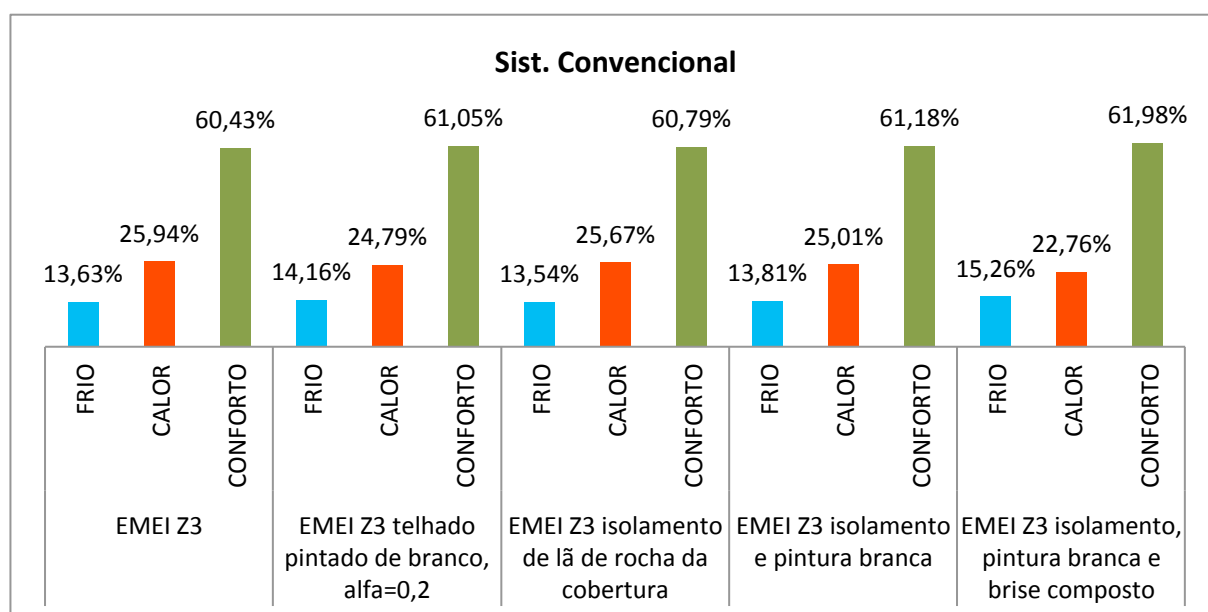
Nesta etapa foram propostas e testadas medidas para os planos vertical e horizontal, com vistas a tornar a edificação mais confortável para seus usuários. Como a cobertura é o elemento da envolvente da edificação que recebe maior incidência de radiação solar ao longo do ano e por sua importância na definição de cargas térmicas, foram testadas três propostas para melhorar seu desempenho: alteração da transmitância térmica das coberturas com a utilização de isolamento com lã de rocha (espessura de 0,05m, densidade de 20 kg/m³, condutibilidade térmica de 0,045 W/(m.K) e calor específico de 0,75 kJ/(kg.K)) abaixo da telha; alteração da absorvância, mudando a cor da cobertura para branco ($\alpha = 0,20$); e das duas propostas em conjunto: com isolamento térmico de manta de lã de rocha somada à pintura da cobertura em cor branca, ambas com

características acima citadas. No plano vertical, foram testados protetores solares horizontais e mistos (horizontal e vertical).

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados iniciais, anteriores à otimização, indicaram (a) que o sistema construtivo convencional tem melhor desempenho térmico que o sistema construtivo MVC, apesar do nível de conforto térmico dos ambientes de permanência prolongada ter sido baixo em ambos os sistemas, e (b) a necessidade de se melhorar o projeto de arquitetura. Os gráficos a seguir apresentados (Figuras 5 e 6) mostram os níveis de conforto dos sistemas Convencional e MVC, respectivamente.

Figura 5 – Gráfico com os Níveis de Conforto Térmico do Sistema Convencional.

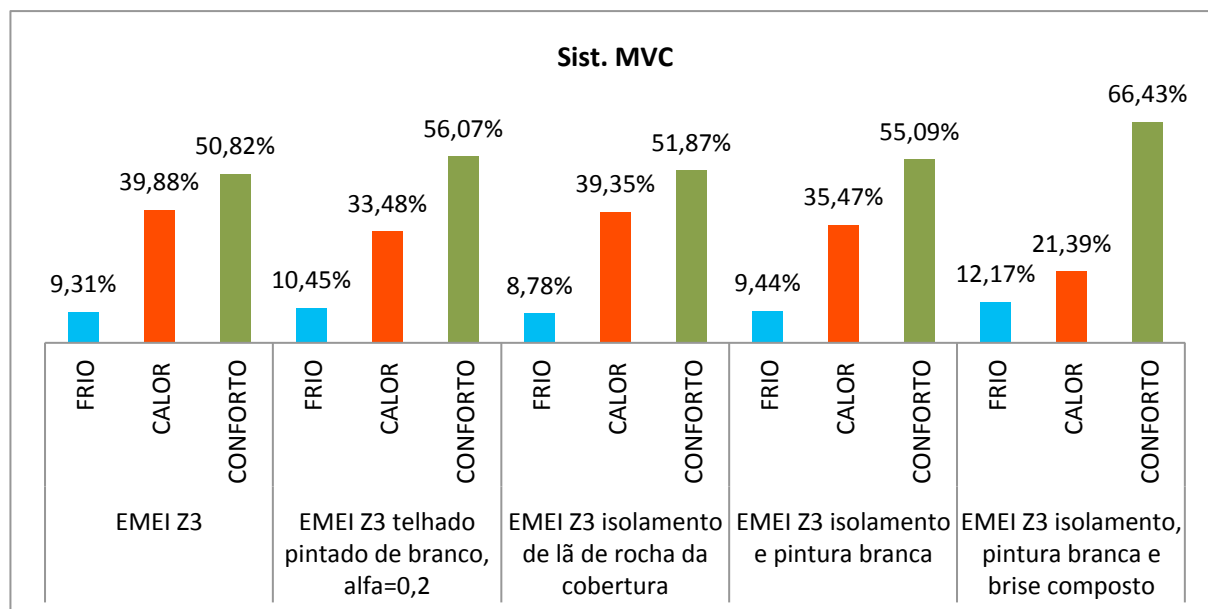


Fonte: Os autores

Enquanto o fechamento vertical da EMEI com sistema construtivo convencional apresentou um nível de conforto térmico médio nos ambientes de permanência prolongada em torno de 60,43%, o fechamento vertical com sistema construtivo MVC apresentou um valor de 50,82%. Considerando apenas as horas ocupadas (de 7h00min às 17h30min) a diferença correspondeu a mais 300 horas ou cerca de 30 dias por ano de desconforto do que a melhor configuração. Enquanto o desconforto térmico por calor obtido foi de quase 40% das horas do ano na EMEI com tecnologia MVC, este valor caiu para quase 25% das horas do ano com calor no sistema convencional, com alvenaria cerâmica revestida. No período de inverno os ambientes internos com vedações verticais de tilolo cerâmico revestido são

aproximadamente 6% mais frios do que os com vedações com placas de plástico da MVC. Linearizando os resultados é possível considerar que no sistema MVC houve um mês a mais de calor em comparação ao sistema tradicional.

Figura 6 – Gráfico com os Níveis de Conforto Térmico do Sistema MVC.



Fonte: Os autores

Estes resultados iniciais indicam a necessidade de medidas de otimização do desempenho térmico das edificações com o intuito de melhorar o nível de conforto térmico dos ambientes internos de permanência prolongada.

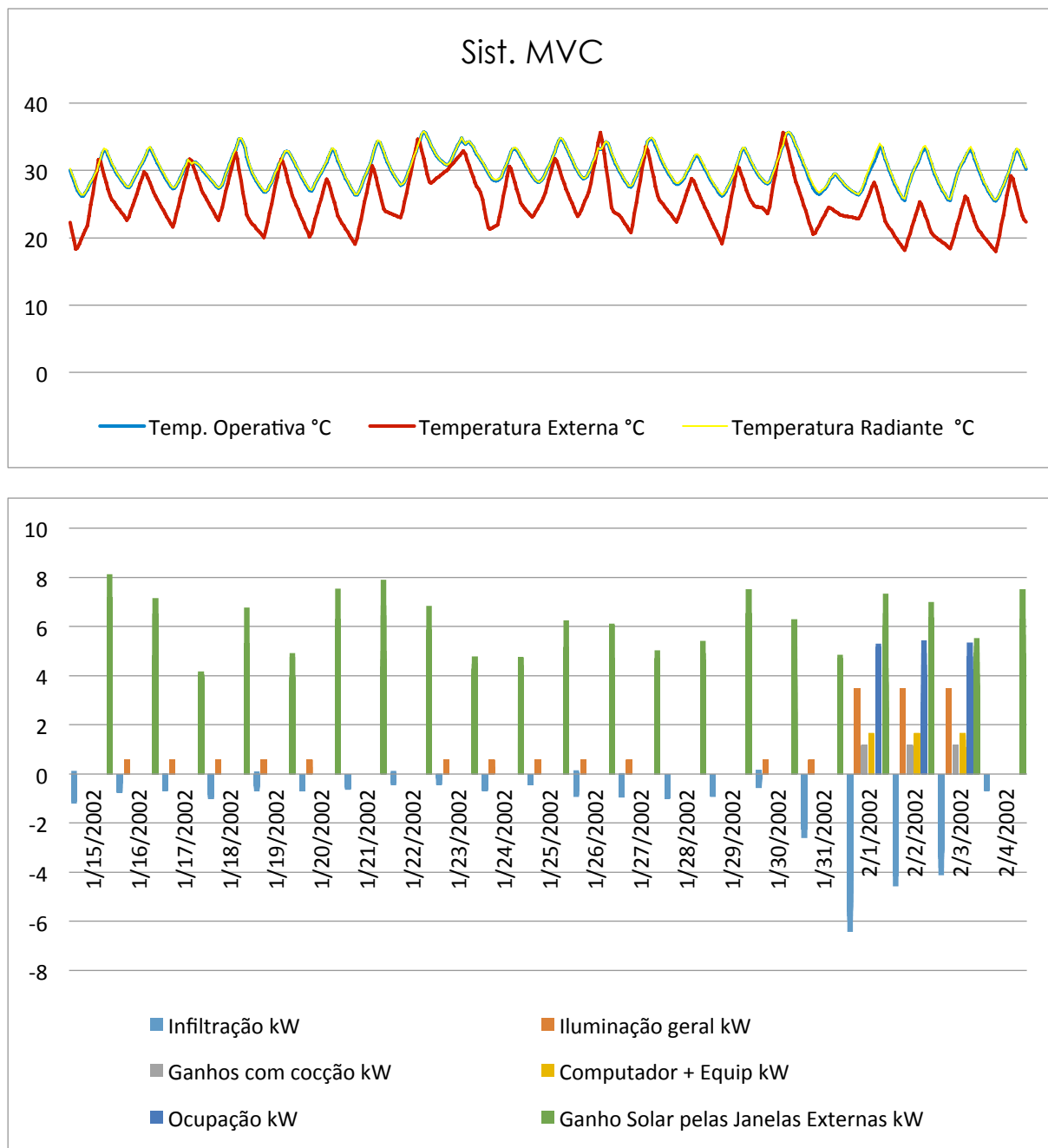
Embora o envelope do sistema MVC possua maior isolamento térmico, os ganhos de calor pelos fechamentos vertical e horizontal somados com a ausência de massa térmica interna, resultaram em maior desconforto por calor.

Tomando como base a semana típica de verão do arquivo climático de Santa Maria, com período de 15 de janeiro a 4 de fevereiro, foram analisadas as temperaturas interna, externa e radiante média das paredes e laje de forro. Os resultados apresentados nos gráficos se devem ao fato da semana típica coincidir com o período de férias coletivas da EMEI, durante o mês de janeiro.

Nos gráficos apresentados a seguir (Figuras 7 e 8) é possível observar que tanto a TR (Temperatura Radiante) média dos ambientes como a TAR (Temperatura do ar interna) são superiores no sistema construtivo MVC. Quando minimizados os ganhos térmicos nos planos horizontal (absortância 0.2) e no Plano Vertical (brise soleil) na condição de verão, somado ao maior

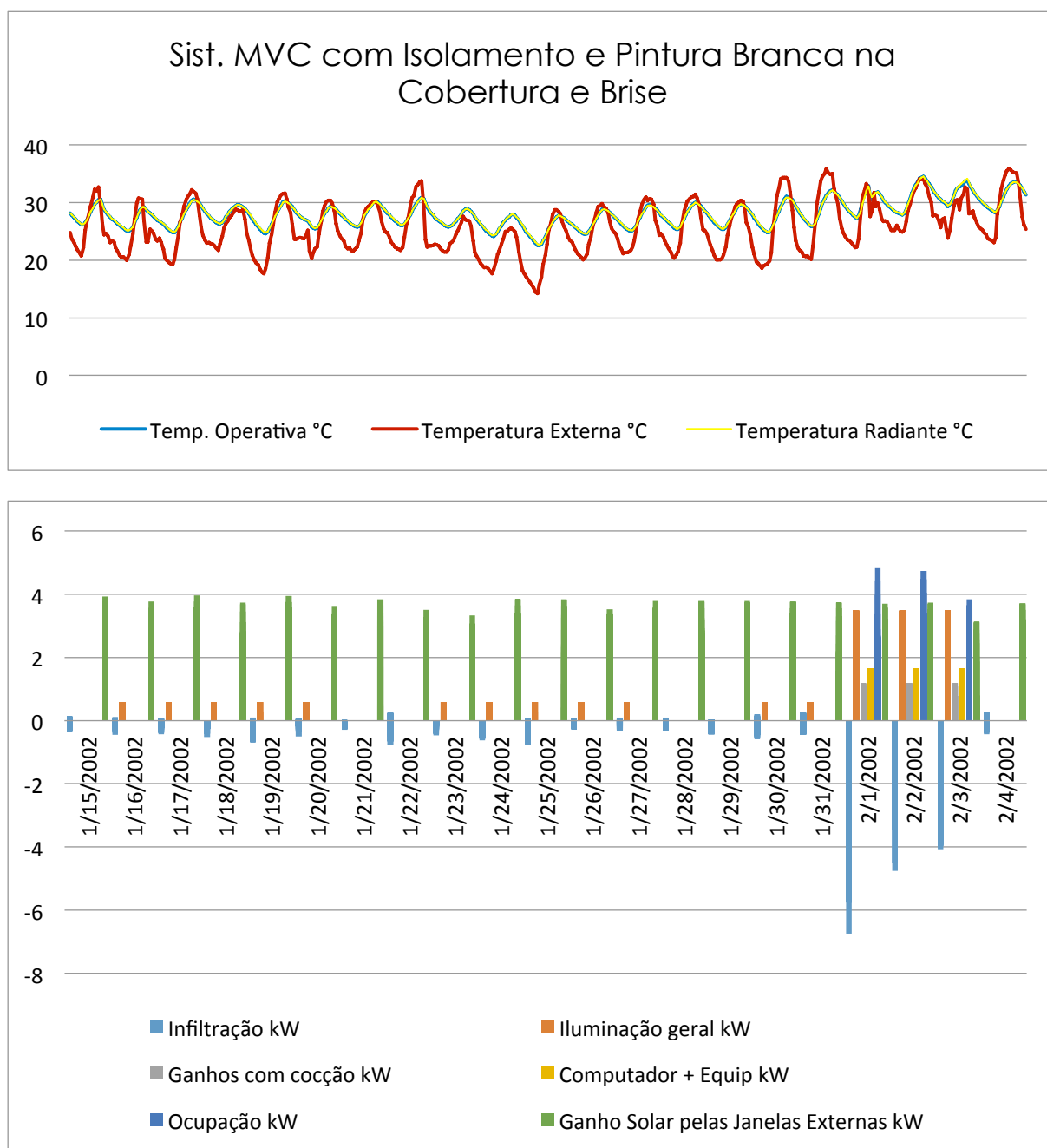
isolamento térmico do envelope, temos os maiores níveis de conforto térmico no sistema MVC.

Figura 7 – Gráfico de Fluxo de Calor em uma Semana Típica de Verão para o Sist. MVC



Fonte: Os autores

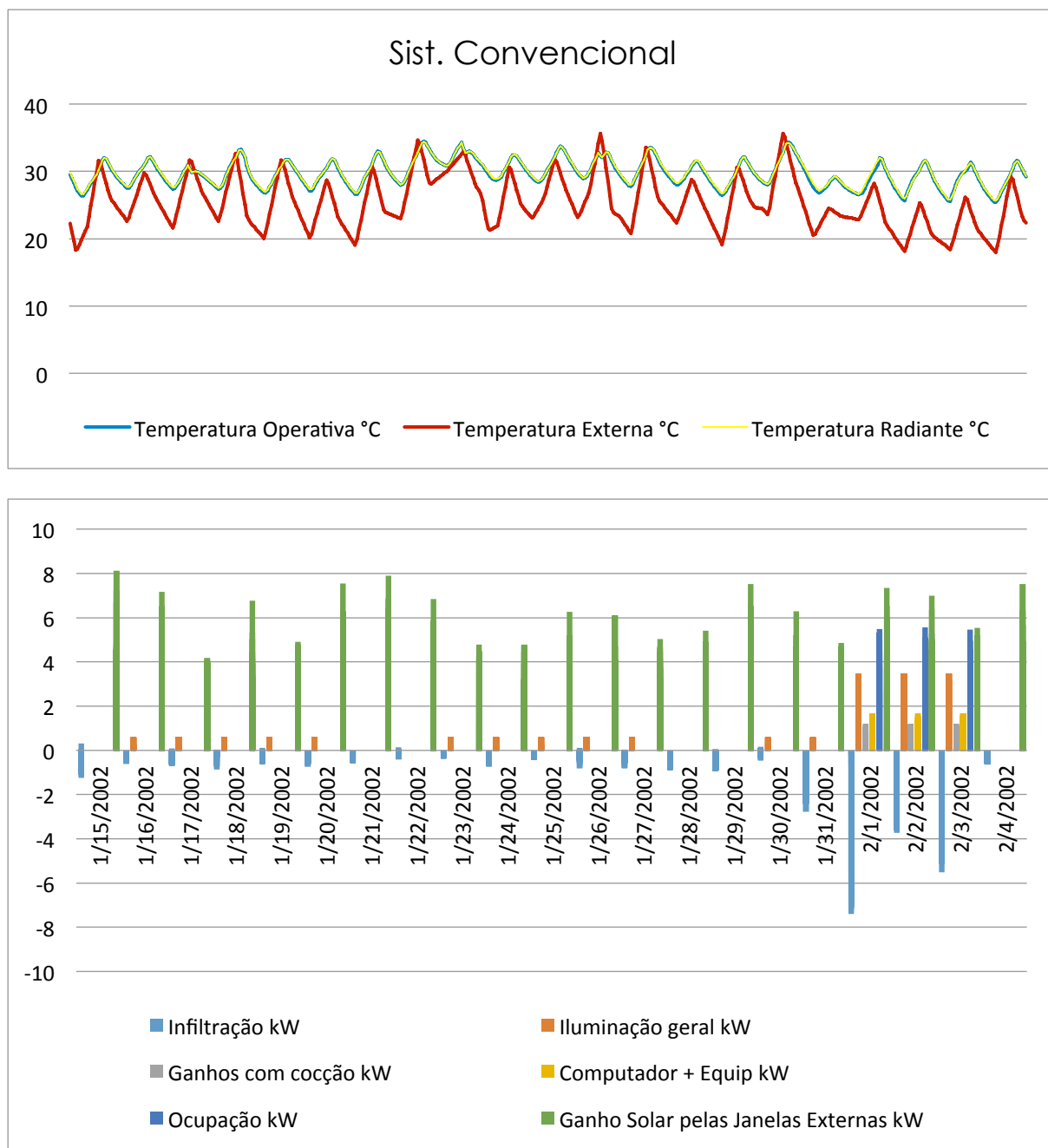
Figura 8 – Gráfico de Fluxo de Calor em uma Semana Típica de Verão para o Sist. MVC com Isolamento e Pintura Branca na Cobertura e Brise



Fonte: Os autores

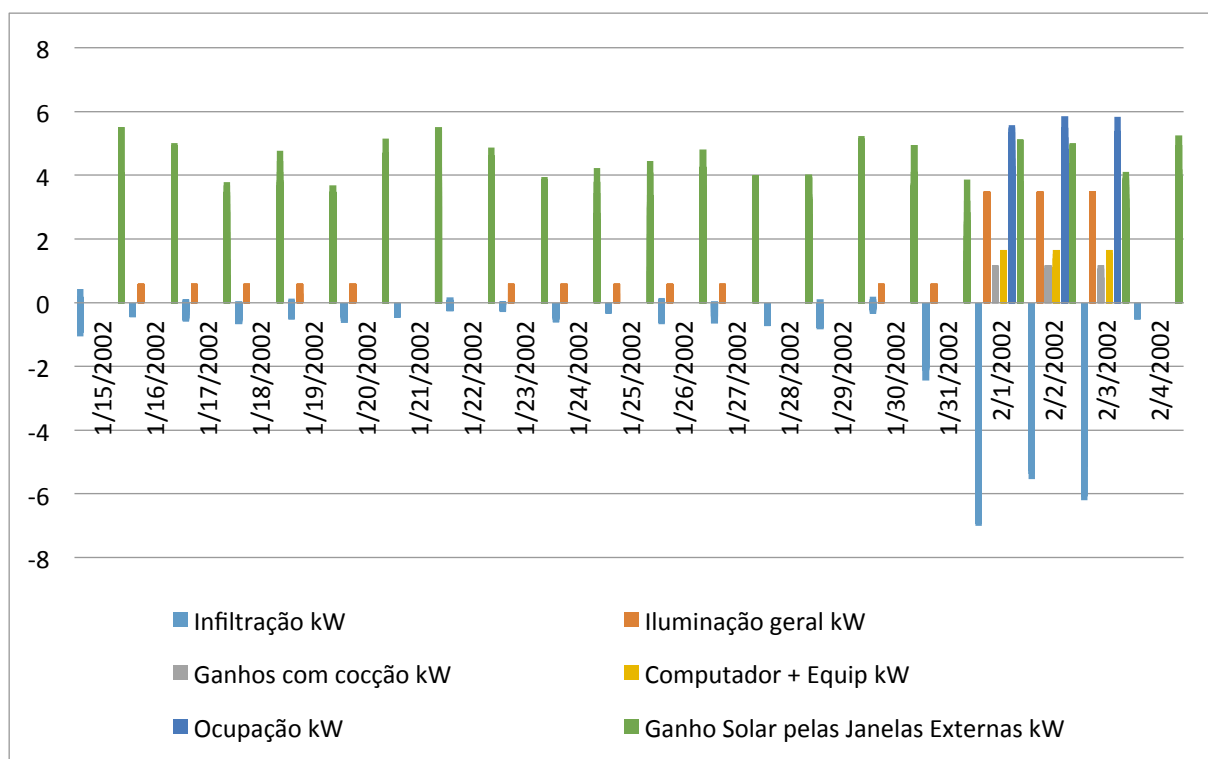
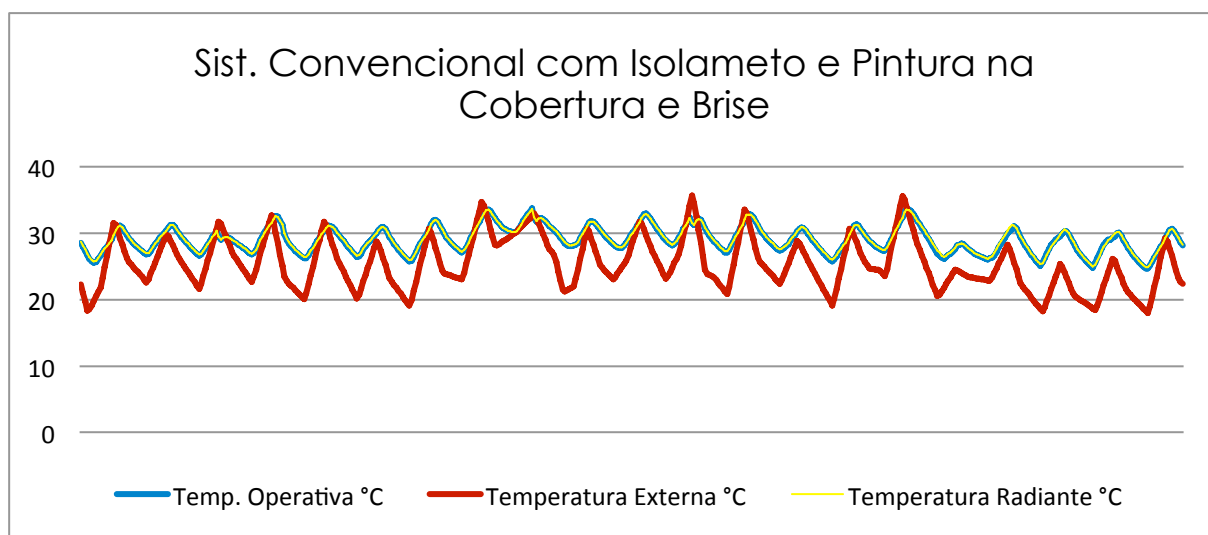
Já no sistema Convencional (Figuras 9 E 10) é possível observar um desempenho constante com pouca variação: a pintura da cobertura impactou 61,05%, enquanto o isolamento térmico da cobertura correspondeu a 60,79%. Em conjunto, pintura e o isolamento da cobertura representaram 61,18%. Por fim, a pintura e o isolamento da cobertura com a incorporação dos brises representaram 61,98%.

Figura 9 – Gráfico de Fluxo de Calor em uma Semana Típica de Verão para o Sist. Convencional



Fonte: Os autores

Figura 10 – Gráfico de Fluxo de Calor em uma Semana Típica de Verão para o Sist. Convencional com Isolamento e Pintura Branca na Cobertura e Brise



Fonte: Os autores

Com vistas a otimizar o nível de conforto térmico da EMEI Colônia Z3 nos dois sistemas construtivos (MVC e convencional), foram testadas duas possíveis medidas de otimização do nível de conforto térmico dos ambientes de permanência prolongada. A primeira, relativa ao plano horizontal, com alteração da absorvância e do isolamento da cobertura; a segunda, relativa

ao plano vertical, com a inserção de protetores solares mistos. Inicialmente foi testada a pintura da cobertura com a cor branca. Considerando os dois sistemas construtivos, o nível de conforto térmico dos ambientes de permanência prolongada aumentou cerca de 1% no sistema convencional, e 4% no sistema MVC. No caso específico do isolamento térmico da cobertura, foi observado um aumento de 1% nas horas de conforto térmico no interior da edificação, ou seja: um adicional de 30 horas em conforto térmico ao longo do ano. A simulação com as duas soluções combinadas e aumentando o isolamento térmico na cobertura com as telhas pintados de branco, resultou numa melhora de 5% no sistema MVC, ou seja: um acréscimo de 150 horas ou 15 dias de conforto térmico ao longo do ano, considerando o horário de funcionamento da creche. Para o sistema convencional, com paredes em alvenaria cerâmica, a melhora do desempenho foi de aproximadamente 1%, ou 30 horas. A inclusão de protetores solares ampliou o percentual de conforto térmico no sistema MVC em 15%, ou seja, um acréscimo de 450 horas ou 45 dias de conforto térmico dos usuários desses ambientes, o que caracteriza uma alteração significativa. No sistema convencional a alteração foi de apenas 1%.

4 CONCLUSÕES

As alterações propostas impactaram mais o sistema construtivo MVC, com pior desempenho térmico, aproximando o nível de conforto térmico das duas alternativas de sistema construtivo. O teste com as duas soluções de otimização da EMEI resultou na tecnologia convencional com 62% das horas em funcionamento em conforto térmico, enquanto o da EMEI com sistema MVC, 66,43%. Os resultados da otimização do desempenho da edificação não atingiram os 80% das horas do ano preconizados no RTQ-C para ambientes ventilados naturalmente, nem 85% preconizados no nível "C" na ISO 7730 (2005). Em trabalhos futuros a análise deve considerar a influência da vegetação no desempenho térmico da edificação no controle de radiação solar direta como estratégia de projeto.

Vale ressaltar que o sistema com tecnologia MVC, originalmente proposto no projeto, apresentou desempenho térmico baixo inicialmente e, após as medidas de otimização do nível de conforto térmico, seu desempenho foi o mais alto dentre as propostas. Outro aspecto a considerar é a necessidade de revisão do projeto arquitetônico, uma vez que o melhor desempenho do sistema convencional é muito baixo, próximo de 66%, mesmo com todas as melhorias incluídas. É recomendável uma revisão da forma e da configuração do projeto, valorizando a orientação das fachadas para as orientações norte e sul, com as maiores aberturas dispostas na fachada norte, de modo a facilitar o controle da radiação solar direta e o aproveitamento dos ventos dominantes nas estações quentes.

O estudo apresentado evidenciou a importância do projeto de arquitetura possuir uma boa orientação solar e um sistema construtivo adequado. Os resultados indicam que não basta melhorar somente o isolamento do envelope; que também é necessário controlar a radiação solar direta. A

simulação possibilitou verificar que o sistema construtivo MVC, de pior desempenho, pode vir a ser a melhor escolha, caso o projeto venha a ser corrigido, com a incorporação de beirais ou varandas que protejam as paredes e aberturas da radiação solar direta. Com as correções e ajustes de projeto simulados, o conforto térmico aumentou de 50% para 66%, correspondendo a cerca de 45 dias a mais de conforto térmico para os usuários.

REFERÊNCIAS

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

BRASIL, Lei nº 10.172/2001, **Plano Nacional de Educação**. Brasília: Congresso Nacional, 2001.

BRASIL, Lei nº 13.005/2014, **Plano Nacional de Educação**. Brasília: Congresso Nacional, 2014.

FLORES, Maria Luiza R.; ALBUQUERQUE, Simone S. De. (Orgs.) **Implementação do Proinfância no Rio Grande do Sul: perspectivas políticas e pedagógicas**. Porto Alegre: ediPUCRS, 2015.

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

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES, LABEEE. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. **Arquivos climáticos**. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-try-swera-csv-bin>. Acesso em: 20 dez. 2015.

GOULART, Bia. **A Conversa da Escola com a Cidade: teorias e práticas de aproximação entre arquitetura, urbanismo e educação**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Memorial de Qualificação [Mestrado em Arquitetura]