

264. DESEMPENHO TÉRMICO x SUSTENTABILIDADE x CUSTO PARA SISTEMAS DE VEDAÇÃO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

MACHADO, Jéssica de Mello*¹ (jessicadmm@hotmail.com); NICO-RODRIGUES, Edna Aparecida¹ (edna.rodrigues@ufes.br); ALVAREZ, Cristina Engel de¹ (cristina.engel@ufes.br)

¹Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

*Autor correspondente

RESUMO

Com o número crescente de edificações residenciais multifamiliares de interesse social, os aspectos relacionados às propriedades térmicas dos materiais construtivos destacam-se nas normas de desempenho especialmente na definição de diretrizes para a criação de ambientes termicamente mais confortáveis, com redução no uso de equipamentos mecânicos para o controle das temperaturas. É de suma importância que o processo projetual considere, entre outros fatores considerados como primordiais, a qualidade de vida e a proteção ao meio ambiente, promovendo a inclusão social e a sustentabilidade, principalmente na etapa de escolha dos materiais, que exercem grande influência sobre consumo energético da edificação. Esta pesquisa objetivou analisar comparativamente o desempenho térmico, o nível de sustentabilidade e o custo dos materiais de construção comumente utilizados para o sistema de vedação vertical composto por paredes em bloco cerâmico e bloco de concreto, em edificações de interesse social, ventiladas naturalmente para a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV)-ES. A metodologia foi estabelecida em três etapas: 1. Modelagem, configuração e simulação, utilizando o *software DesignBuilder*; 2. Avaliação do nível de sustentabilidade para cada um dos materiais através da ferramenta ISMAS (Instrumento para Seleção de Materiais mais Sustentáveis); e 3. Levantamento dos custos de cada material, analisando as etapas comparativamente. Os resultados apontaram uma pequena diferença entre os materiais empregados, entretanto, a utilização de blocos de concreto definiram níveis de conforto insatisfatórios, enquanto o emprego de blocos cerâmicos apresentou uma melhora significativa, reduzindo a carga térmica no interior dos ambientes. Além disso, os blocos cerâmicos possuem valor comercial inferior ao dos blocos de concreto, caracterizando-se ainda por serem materiais mais sustentáveis, destacando o uso como uma alternativa mais adequada quando se deseja alcançar melhores níveis de conforto térmico, com maior grau de sustentabilidade e economia, dentre os materiais comumente utilizados para edifícios habitacionais de cunho social.

Palavras-chave: Desempenho térmico; Sustentabilidade; ISMAS; Simulação computacional; *DesignBuilder*.

THERMAL PERFORMANCE x SUSTAINABILITY x COST FOR SEALING SYSTEMS IN ROOMS OF SOCIAL INTEREST

ABSTRACT

With the growing number of multifamily residential buildings of social interest, the aspects related to the thermal properties of building materials stand out in the norms of performance especially in the definition of guidelines for the creation of thermally more comfortable environments, with reduction in the use of mechanical equipment for the control of temperatures. It is extremely important that the design process considers, among other factors considered as primordial, quality of life and protection of the environment, promoting social inclusion and sustainability, especially in the stage of choice of

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

materials, which exert a great influence on the energy consumption building. The objective of this research was to analyze the thermal performance, the sustainability level and the cost of the construction materials commonly used for the vertical sealing system composed of ceramic block walls and concrete blocks, in buildings of social interest, naturally ventilated for the Region Metropolitan of the Great Vitória (RMGV) - ES. The methodology was established in three stages: 1. Modeling, configuration and simulation, using the software DesignBuilder; 2. Assessment of the level of sustainability for each of the materials through the tool ISMAS (Instrument for Selection of More Sustainable Materials); and 3. Survey the costs of each material by analyzing the steps comparatively. The results indicated a small difference between the materials used, however, the use of concrete blocks defined unsatisfactory levels of comfort, while the use of ceramic blocks showed a significant improvement, reducing the thermal load inside the environments. In addition, ceramic blocks have a lower commercial value than concrete blocks. They are also more sustainable materials, emphasizing the use as a more adequate alternative when achieving better levels of thermal comfort, with a higher degree of sustainability and economy, among the materials commonly used for social housing buildings.

Keywords: Thermal performance; Sustainability; ISMAS; Computer simulation; DesignBuilder.

1. INTRODUÇÃO

A habitação social no Brasil tem se tornado um tema recorrente no cenário atual em consequência do alto déficit imobiliário do país, estimado em aproximadamente 5,8 milhões de moradias (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 2015). A tentativa governamental em sanar este problema, por meio dos programas de incentivo à compra da casa própria, como o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV, vem promovendo um desenvolvimento do setor imobiliário com a oferta de edificações de baixo e médio custo (ROTTA, 2009). No entanto, o processo de especificação e execução destes imóveis tem sido realizado praticamente de forma padronizada, replicando uma mesma tipologia arquitetônica para as diversas regiões do Brasil, em consequência à limitação dos recursos financeiros, sem considerar a grande diversidade socioeconômica, cultural, climática e tecnológica de cada região. Em consequência, comumente se verifica como resultado moradias de baixa qualidade construtiva (DÖRFLER; KRÜGER, 2016), sem a preocupação entre outros fatores, com o consumo excessivo de energia, o adequado desempenho termo energético e com as necessidades dos usuários, de forma a reduzir os impactos ambientais para a melhoria da qualidade de vida (SANTOS, et al., 2015).

Para o desenvolvimento de sistemas construtivos que prezam pelo bom desempenho térmico, existem normas que atuam como uma importante ferramenta para a tomada de decisões projetuais. No Brasil, o conjunto de normas da NBR 15220 estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro e recomenda diretrizes construtivas para cada zona (ASSOCIAÇÃO..., 2005); já o conjunto da NBR 15575 determina requisitos de desempenho mínimos para os sistemas de vedações verticais e horizontais das edificações (ASSOCIAÇÃO..., 2013). Além das normas mencionadas, ressalta-se ainda a norma internacional *American Society of Heating Refrigerating and Air conditioning Engineers* - ASHRAE 55, que aborda a temática do conforto adaptativo no interior das edificações para a ocupação humana (AMERICAN..., 2004).

Diante deste contexto, é de suma importância que o processo projetual considere entre outros fatores considerados como prioritários no âmbito da arquitetura e da engenharia, a qualidade de vida e a proteção ao meio ambiente, promovendo a inclusão social e a sustentabilidade do ambiente construído. Nesse aspecto, observa-se que a escolha dos materiais empregados nas edificações exerce grande influência sobre as condições de conforto e sobre o consumo energético,

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

principalmente na etapa de uso. As decisões projetuais podem ser auxiliadas através da adoção de simuladores, permitindo assim avaliar elementos relevantes dos sistemas reais com um grau aceitável de precisão, ponderando alternativas construtivas e materiais ditos mais eficazes e que melhor se adequam à realidade local, considerando o desempenho ambiental passível de ser realizado em tempo reduzido (HENSEN et al., 2002; LAMBERTS et al., 2005).

2. OBJETIVO

A pesquisa objetivou analisar, comparativamente, o desempenho térmico, o índice de sustentabilidade e o custo dos materiais de construção comumente utilizados para dois sistemas de vedação vertical – bloco cerâmico e bloco de concreto – para edificações de interesse social, ventiladas naturalmente localizadas na Região Metropolitana da Grande Vitória, no estado do Espírito Santo (RMGV – ES).

3. MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia foi estabelecida a partir de três etapas: 1. Modelagem, configuração dos elementos construtivos e simulações computacionais a partir da caracterização do sítio e do objeto de estudo utilizando-se o *software DesignBuilder*; 2. Avaliação do índice de sustentabilidade de cada um dos materiais através da ferramenta ISMAS; e 3. Levantamento dos custos de cada material, analisando comparativamente com o desempenho térmico e com o nível de sustentabilidade.

3.1 Modelagem, Configuração e Simulações

Para a realização dos ensaios através das simulações, foi necessário definir as características do sítio, os dados de entrada do modelo e a metodologia utilizada para a avaliação do desempenho, conforme a seguir especificado.

3.1.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O objeto de estudo desta pesquisa está localizado na RMGV - ES, que está inserida na Zona Bioclimática 8 (Z8), de acordo com a NBR 15220 (ASSOCIAÇÃO..., 2005). Possui clima tropical litorâneo, caracterizado pela presença de uma estação chuvosa no verão e outra seca no inverno, com temperaturas médias de 18°C a 26°C e ventos incidentes com maior frequência de origem nordeste e norte para a maior parte do ano (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

O modelo de edificação corresponde a um apartamento de padrão econômico, localizado em conjunto habitacional multifamiliar com seis pavimentos tipo, doze apartamentos por pavimento, com área entre 43m² a 52m², pertencente ao PMCMV, voltado a atender um público com renda familiar de até três salários mínimos. As principais fachadas possuem aberturas direcionadas para leste e oeste, consideradas orientações críticas em relação à incidência solar, para qualquer latitude do território brasileiro (OLGYAY, 1998).

Para a realização das simulações, optou-se pela seleção de dois quartos de unidades distintas, localizados no quarto pavimento, por ser considerado um andar intermediário, não sendo diretamente influenciado pelas perdas por meio do solo e dos ganhos térmicos por meio da cobertura, sofrendo interferências apenas da fachada. Os dois ambientes selecionados, por estarem na extremidade da torre, recebem incidência solar simultânea de duas orientações, possibilitando uma melhor avaliação da influência do meio externo e da capacidade de desempenho dos materiais, visto que a pesquisa comparou os materiais utilizados na envoltória (blocos

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

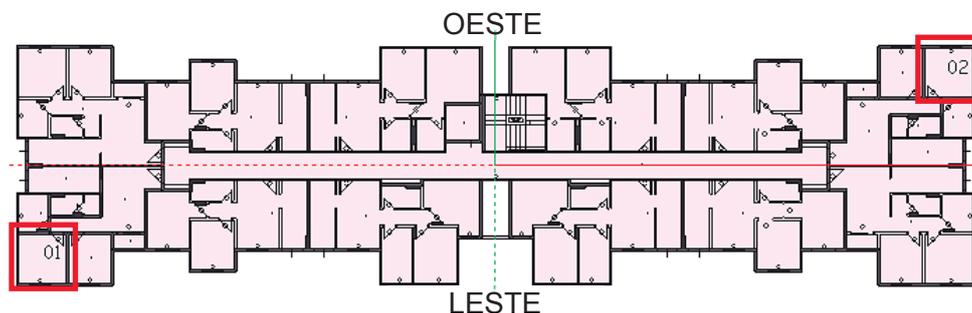
APOIO / PATROCÍNIO:

cerâmicos e de concreto), avaliando as interferências nas alterações das condições internas do ambiente, relacionadas ao conforto térmico,

3.1.2 Modelagem e Configuração

Para a análise das condições do clima utilizou-se o arquivo climático no formato EPW - *EnergyPlus Weather*, da cidade de Vitória-ES (LABORATÓRIO..., 2015). A configuração do modelo considerou toda a edificação conforme dimensões, especificações de materiais e orientação solar originais do projeto (Figura 1).

Figura 1. Modelo computacional com destaque aos ambientes simulados



Fonte: DesignBuilder Versão 3.4.0.041 (2013).

Para as simulações do edifício foram considerados inicialmente o sistema de vedação com blocos cerâmicos e, posteriormente, blocos de concreto, ambos com 14 centímetros de espessura, revestidos externamente com reboco e pintura texturizada de cor clara e internamente com gesso liso e massa PVA (Poliacetato de Vinila) de cor branca. Para o piso foi considerada a laje em concreto armado, com acabamento apenas com contrapiso, e gesso liso utilizado como material de acabamento no teto. As informações referentes às variáveis de ocupação do edifício e da zona foram baseadas nas características do ambiente para uma rotina típica de ocupação (Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros de ocupação e metabolismo

Ocupação	Uso
Usuário	8h00 – 18h00 = 0% de ocupação
	18h00 – 21h00 = 50% de ocupação
	21h00 – 8h00 = 100% de ocupação
Parâmetros humanos	
Vestimenta	Verão = 0,5 clo
Metabolismo	Leitura = 0,90 met
Padrão de ocupação	2 pessoas

Fonte: Elaborado a partir de Lamberts, Dutra e Pereira (2014).

As aberturas possuem dimensões de 1,20m x 1,00m x 1,10m (L x A x P), formadas por esquadrias em alumínio com uma folha em veneziana vazante e outra folha em vidro incolor de 3mm, com sistema de abertura de correr em duas folhas, permitindo a abertura de 50% da área da janela para ventilação natural, não possuindo quaisquer elemento de proteção solar, configuradas para permanecerem abertas, apenas no período em que há ocupação do ambiente pelos usuários. Para a configuração da iluminação, foi adotado o padrão mínimo fornecido pelo *software*, ponderando apenas a emissão de calor para o ambiente, e não o conforto luminoso ou o consumo de energia elétrica, estando a iluminação restrita apenas aos períodos em que há ocupação do ambiente.

3.1.3 Metodologia de Avaliação do Desempenho

Para a avaliação do desempenho térmico dos ambientes, foi adotado o método de avaliação proposto por Nico-Rodrigues (2015), que determina o vínculo entre a Frequência de Desconforto Térmico – FDT, com os Graus-horas de desconforto térmico – GhDT.

A FDT equivale ao percentual de tempo em hora inteira em que a temperatura operativa encontrou-se acima do valor máximo da temperatura de conforto, quantificando as horas em desconforto em unidade de porcentagem, durante determinado período de tempo. Já o GhDT, corresponde ao somatório da diferença entre a temperatura operativa horária e a temperatura máxima de conforto térmico, quando a temperatura operativa assume valores acima da temperatura de conforto.

Para a análise dos indicadores FDT e GhDT utilizou-se o diagrama de fluabilidade, que relaciona os dados em um gráfico de dispersão dividido em quatro zonas distintas, considerando a avaliação da frequência nos níveis temporário e frequente; e a condição de intensidade para os graus-horas nos níveis leve e intenso (Figura 2).

Figura 2. Diagrama de fluabilidade dos indicadores FDT e GhDT



Fonte: Nico-Rodrigues (2015).

As simulações ocorreram para 21 dias no período do verão, considerando os dias válidos para a análise segundo um modelo normal fundamentado em probabilidade e inferência estatística. As temperaturas operativas limites, para a análise do conforto térmico de cada mês do período do verão, foram resultantes de uma simulação inicial do sítio, onde foram obtidos os valores médios mensais de temperatura do ar externo (Tabela 2), correlacionados com o modelo de conforto adaptativo da ASHRAE 55, para posteriormente definir o quanto de desconforto térmico ocorreu em cada ambiente no período analisado. Os intervalos de temperatura de conforto foram definidos

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

através das médias de temperaturas diárias do sítio, considerando a satisfação dos usuários de 90% para os ambientes estudados.

Tabela 2. Temperatura limite de conforto para o verão

Meses	Temperatura limite de conforto
Dezembro	28,61°C
Janeiro	28,45°C
Fevereiro	28,27°C
Março	28,55°C

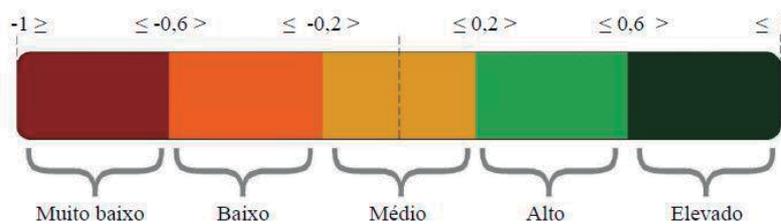
Fonte: Adaptado de Nico-Rodrigues (2015).

3.2 Avaliação do Índice de Sustentabilidade

A avaliação de sustentabilidade dos materiais foi realizada utilizando-se a ferramenta ISMAS, definida por ter sido desenvolvida especificamente para o estado do Espírito Santo. O instrumento aponta uma série de critérios relacionados à avaliação dos materiais quanto aos impactos que estes proporcionam em diversas fases do ciclo de vida, abordando características que visam definir e medir o grau de sustentabilidade com foco na economia de matérias primas, geração e gestão de resíduos. São eles: 1) É possível ser reaproveitado, no todo ou em parte; 2) É renovável; 3) Dispensa materiais adicionais para acabamento; 4) Possui elementos reciclados; 5) A durabilidade independe de manutenção; 6) Favorece a desmontagem visando o reaproveitamento; e 7) Favorece a baixa geração de resíduos.

As ferramentas que utilizam critérios como base, são determinadas como um sistema de atribuição de valores ou pontuação associados a uma definição, que tende à escolha de um resultado dentro de uma escala pré-estabelecida. Para cada um dos sete critérios mencionados, baseando-se no desempenho do material em relação a cada critério, foi definida uma escala de classificação associada a uma escala de cores representativas com variações que variam do muito baixo ao elevado, exibidos na Figura 3 (BISSOLI-DALVI, 2014).

Figura 3. Indicador de sustentabilidade dos materiais



Fonte: Bissoli-Dalvi (2014).

3.3 Comparativo de preços

Concomitante ao estudo dos índices de sustentabilidade de cada material foi realizado o levantamento de custo dos materiais no mercado da construção civil no Estado do Espírito Santo, de forma a estabelecer um parâmetro comparativo entre ambos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Índices de Desconforto Térmico

Os dados das simulações foram submetidos a procedimentos estatísticos, para determinar os maiores valores de GhDT para cada orientação do período analisado, sendo o maior valor utilizado

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

como referência para a análise das propostas, utilizando blocos cerâmicos e de concreto, objetivando minimizar o desconforto térmico (Tabela 3).

Tabela 3. Valores máximos para o GhDT, para o período do verão, com destaque para o valor adotado **Estação do Verão** – (Máx. GhDT = 796,69°C.h/dia = 21 dias x 43,87°C.h/dia)

Leste	Oeste
22 jan. – 4° pav. GhDT = 43,87°C.h/dia	26 fev. – 4° pav. GhDT = 43,42°C.h/dia

Fonte: As autoras.

4.2 Índices de Sustentabilidade dos Materiais

A avaliação da sustentabilidade para os materiais em questão – blocos cerâmicos e blocos de concreto – foram estabelecidos de acordo com o Quadro 1, sendo definidos os níveis aparentes de sustentabilidade de cada material utilizado nos sistemas de vedação, juntamente com os acabamentos (revestimento para piso) e esquadria.

Quadro 1. Índice de sustentabilidade dos materiais

Local de Implantação	Material	Índice de Sustentabilidade	Classificação ISMAS
Vedação	Bloco cerâmico	0,35	Alto
	Bloco de concreto	-0,40	Baixo
Revestimento de piso	Contrapiso	-0,20	Baixo
Esquadria	Alumínio e vidro	0,30	Alto

Fonte: Elaborado a partir de Bissoli-Dalvi (2014).

Comparando-se as avaliações de sustentabilidade dos materiais para vedação, conclui-se que o índice de sustentabilidade dos blocos de concreto atinge um nível muito inferior ao índice de sustentabilidade dos blocos cerâmicos utilizados para sistemas de vedação, evidenciando a importância da ferramenta para a seleção de materiais mais sustentáveis.

4.3 Valores Referenciais dos Materiais

A pesquisa de preços baseou-se na Tabela de Custos Referenciais, fornecida pelo Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo - IOPEs, tendo os valores correspondentes apenas custo unitário do material, sem considerar acabamento ou mão de obra, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2. Faixa de preço dos materiais para o Estado do Espírito Santo

Material	Características	Custo unitário
Bloco cerâmico	Dimensões 14x19x39, resistência mínima 5 MPa	R\$ 1,37
Bloco de concreto		R\$ 1,76

Fonte: IOPEs (2016).

4.4 Simulações

As simulações foram divididas em duas etapas. A primeira delas consistiu na avaliação do modelo com o bloco cerâmico como material aplicado a envoltória, resultando no modelo 1 (M1). A segunda etapa consistiu na avaliação do mesmo modelo, adotando-se os blocos de concreto para a envoltória, resultando no modelo 2 (M2), apresentados no Quadro 3. A partir desses dados, foram

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

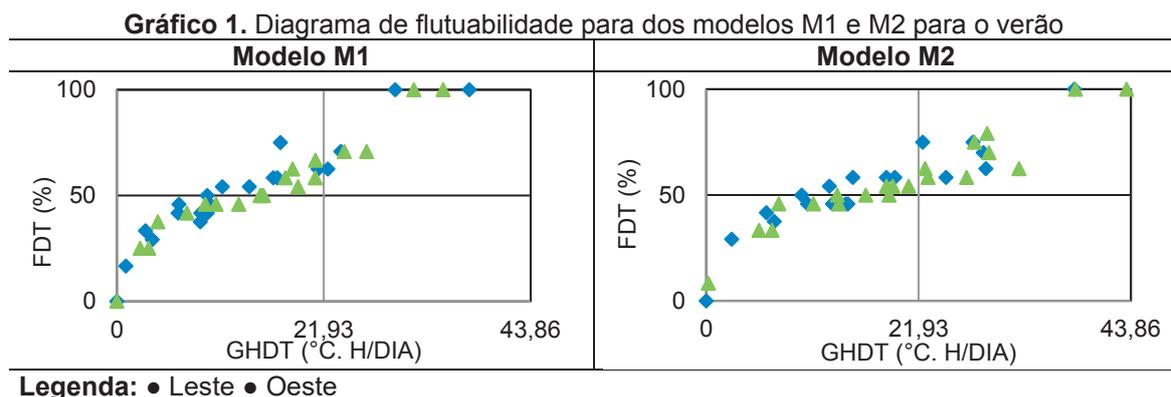
realizadas as simulações e elaborados os gráficos para avaliar comparativamente o desempenho dos modelos estabelecidos.

Quadro 3. Modelos adotados para realização das simulações

Modelo	Materiais	Abertura
M1	Bloco cerâmico + contrapiso	Janela com duas folhas de correr em veneziana de alumínio e vidro
M2	Bloco de concreto + contrapiso	

Fonte: As autoras.

Os resultados das simulações demonstraram as condições internas dos ambientes simulados, definindo os níveis de conforto térmico, apontando os valores referentes ao GhDT e a FDT atingidos para cada dia através dos diagramas de fluutuabilidade, sendo a melhor condição de conforto aquela que converge para a origem. Assim sendo, observou-se que os resultados para os modelos M1 e M2 indicaram três níveis de sensações de desconforto térmico: dias com desconforto temporário e leve; dias com desconforto frequente e temporário; e dias com desconforto frequente e intenso, apresentando ainda valores elevados tanto para GhDT quanto para FDT para os dois modelos (Gráfico 1).



Fonte: As autoras.

O M1 apontou um desconforto em aproximadamente 95% dos dias avaliados tanto para a orientação leste, quanto para oeste. A maior concentração de pontos situou-se nas zonas 1, 2 e 4 respectivamente, caracterizando o desconforto térmico como temporário e leve em 44% do período analisado; frequente e leve durante 32%; e temporário e leve durante 19% do mesmo período para ambas as orientações.

O Modelo M2, assim como o M1, também apresentou cerca de 95% dos dias avaliados em desconforto para ambas as orientações. A maior concentração de pontos evidencia-se nas zonas 1, 4 e 2 respectivamente, caracterizando o desconforto térmico como temporário e leve em 45,23% do período analisado para a orientação leste e 35,71% para a orientação oeste; como frequente e leve em média de 21,42% para ambas as orientações; e como frequente e intenso em média de 28,57% para a orientação leste e 42,85% para oeste, do mesmo período analisado.

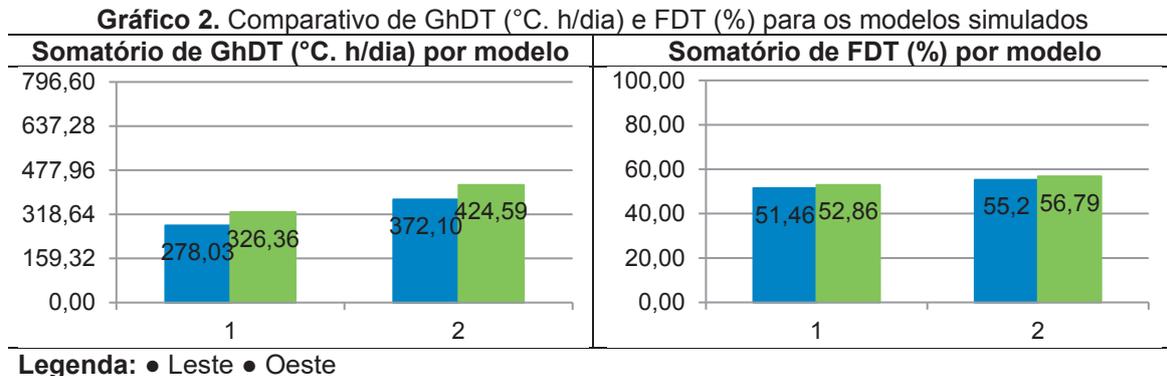
Por meio dos resultados das simulações, ao comparar os modelos com bloco cerâmico e os com bloco de concreto, constatou-se conforme demonstrado no Gráfico 2, que tanto o M1 quanto o M2 apresentaram condições de ambientes em desconforto para as orientações leste e oeste. Entretanto ao analisar comparativamente os dois modelos, verificou-se que o M1 obteve resultados mais positivos em relação ao M2, com percentual de melhorias para GhDT de 94,07°C.h/dia,

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

correspondente a 25,28% de condições mais confortáveis para a orientação leste e 98,23°C.h/dia, correspondente a 23,13% de condições mais confortáveis para a orientação oeste, quando comparados ao M2.



Fonte: As autoras.

Avaliando ambas as orientações para o M1 e M2, constatou-se que os modelos apresentaram desconforto superior a 50% das horas dos dias selecionados, e os resultados, apesar de muito parecidos, mostraram-se piores para as orientações oeste, considerando que a radiação solar nesta orientação e para o período analisado possui um ângulo de incidência maior, quase perpendicular à superfície vertical.

5. CONCLUSÃO

A partir da definição das condicionantes e dos parâmetros necessários para a realização das simulações, foi possível compreender o comportamento térmico com base nas flutuações diárias da temperatura operativa dos materiais em questão por meio da metodologia adotada.

De maneira geral, os resultados permitiram concluir que os blocos cerâmicos são considerados bons aliados para reduzir a carga térmica no interior dos ambientes, proporcionando melhores índices de conforto térmico, quando comparados aos blocos de concreto. Entretanto, ainda necessitam de intervenções para a melhora do desempenho térmico, seja no tamanho, no modelo e na localização das aberturas ou na utilização de isolantes nas paredes com maior insolação, a fim de reduzir ainda mais a carga térmica no interior dos ambientes.

Além disso, os blocos cerâmicos também são considerados materiais com caráter mais sustentáveis, segundo a ferramenta ISMAS, além de ter menor custo, quando comparado ao bloco de concreto, proporcionando ainda uma edificação com melhor eficiência termo energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS 55. **ASHRAE 55** - Thermal Environmental Conditions for human Occupancy. Atlanta, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BISSOLI-DALVI, M. **ISMAS**: a sustentabilidade como premissa para a seleção de materiais. 2014. 194 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidad del Bio-Bio, Concepción, Chile, 2014.

DESIGN BUILDER SOFTWARE LTDA. **DesignBuilder Software Ltda**. Version 3.4.0.041. 2013.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Déficit habitacional no Brasil 2013: Resultados preliminares nota técnica. Belo Horizonte, 2015.

DÖRFLER, M.; KRÜGER, E. Simulações de desempenho térmico de moradias do PMCMV em diferentes zonas bioclimáticas quanto aos aspectos de implantação, materialidade e sombreamento de aberturas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

HENSEN, J. L. M.; LAMBERTS, R.; NEGRAO, C. O. R. A view of energy and building performance simulation at the start of the third millennium. **Energy and Buildings**. Issue 9, v.34, p.853-855, 2002.

IOPES - INSTITUTO DE OBRAS PÚBLICAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Tabelas de custos referenciais LABOR/CT-UFES padrão IOPES - setembro/2016**. Disponível em: <<http://200.137.67.27/consultatabcusto/CConsultaServico.gst>> Acesso em: 09 nov. 2016.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Seção Downloads. Arquivos climáticos em formato EPW. Disponível em: <<http://www.labeee.ufsc.br/downloads>>. Acesso em: 17 out. 2016.

LAMBERTS, R. DUTRA, L. PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. PROCEL, 3ª edição. São Paulo: PW Editores, 2014. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2016.

LAMBERTS, R.; MENDES, N.; NETO, J. A. B. C.; WESTPHAL, F. S. Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 47-68, out./dez. 2005.

NICO-RODRIGUES, E. A. **Influência da janela no desempenho térmico de ambientes ventilados naturalmente**. 2015. 202f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidad del Bio-Bio, Concepción. 2015.

OLGYAY, V. **Arquitetura y clima**: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Barcelona, GG: 1998.

ROTTA, R. **Desempenho térmico de edificações multifamiliares de interesse social em conjuntos habitacionais na cidade de Santa Maria - RS**. 2009. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

SANTOS, J. C. P.; KOTHE, K.K.; MOHAMAD, G.; VAGHETTI, M. A.; RIZZATTI, E. Comportamento térmico de fechamentos em alvenaria estrutural para a Zona Bioclimática 2 brasileira. **Revista Matéria**, v.20, n.4, pp. 1030-1047, 2015.

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO: