2020 ENTAC
XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais
Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

ANÁLISE DO POTENCIAL DE DESEMPENHO TÉRMICO DE DIFERENTES TIPOLOGIAS DE BLOCOS CERÂMICOS[1]

AKUTSU, Maria (1); FRATEL JUNIOR, David O. (2); FROLLINI, Constantino B. (3); KIYOHARA, Viviane Y. (4)

(1) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, akutsuma@ipt.br
(2) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Programa de Mestrado Profissional em Habitação, dfratel_jr@hotmail.com
(3) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Programa de Mestrado Profissional em Habitação, cfrollini@gmail.com
(4) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Programa de Mestrado Profissional em Habitação, viviane.yk@gmail.com

RESUMO

Com a norma brasileira ABNT NBR 15.575, de Edificações habitacionais — Desempenho, o setor da construção civil passou a observar mais atentamente todos os componentes utilizados na execução de alvenarias. Sendo assim, a escolha desse tipo de componente deve abranger diversos critérios de desempenho, dentre os quais o desempenho térmico, quando é comum surgirem dúvidas sobre qual tipologia adotar no universo de configurações e dimensões diferentes encontradas no mercado nacional. Nesse sentido, embora o desempenho térmico da edificação seja o resultado da interação de todos os elementos e componentes, a referida norma apresenta um método simplificado que permite verificar se as paredes externas e a cobertura atendem a um critério de desempenho "Mínimo". Com base neste critério, este artigo foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar o potencial de desempenho de diferentes tipologias de blocos cerâmicos encontrados no atual mercado. Para isso, foram efetuados os cálculos de resistência térmica, transmitância e capacidade térmica, do componente bloco/tijolo, de diferentes tipologias, conforme a norma brasileira ABNT NBR 15.220-2 e resumidos em uma tabela comparativa. Concluiu-se que dois dos blocos avaliados atendem aos parâmetros de transmitância térmica e capacidade térmica sem a necessidade de acréscimo de revestimento.

Palavras-chave: *Resistência térmica, Inércia térmica, Transmitância térmica, Capacidade térmica, Material de construção, Blocos cerâmicos, Tijolos cerâmicos.*

ABSTRACT

With the Brazilian standard ABNT NBR 15.575, the civil construction sector started to observe closely all the components used in the construction of masonry. Therefore, the choice of this type of component must cover several performance criteria, among which thermal performance, when it is common to have doubts about which typology to adopt in the

[1] AKUTSU, Maria; FRATEL JUNIOR, David O.; FROLLINI, Constantino B.; KIYOHARA, Viviane Y. Análise do potencial de desempenho térmico de diferentes tipologias de blocos cerâmicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

universe of different configurations and dimensions found in the national market. In this sense, although the thermal performance of the building is the result of the interaction of all the elements and components, the referred standard presents a simplified method that allows verifying if the external walls and the roof meet a "Minimum" performance standard. Based on this standard, this article was developed with the objective of characterizing the potential of different types of ceramic blocks found in the current market. For this, the thermal resistance, transmittance, and thermal capacity calculations of the block / brick component, of different types, were carried out, according to the Brazilian standard ABNT NBR 15.220-2 and summarized in a comparative table. It was concluded that two of the evaluated blocks meet the parameters of thermal transmittance and thermal capacity without the need for additional coating.

***Keywords**: Thermal resistance, Thermal inertia, Thermal transmittance, Thermal capacity, Building material, Ceramic blocks, Ceramic bricks.*

1 INTRODUÇÃO

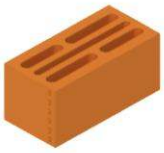
Para a avaliação do desempenho térmico de edificações pelo método simplificado da Norma NBR 15.575-4, para paredes expostas, adota-se como indicador o parâmetro "Capacidade Térmica", além da "Transmitância Térmica", terminologia utilizada na norma para o "Coeficiente Global de Transferência de Calor", parâmetro adotado em países de clima frio, para limitar as perdas de calor pelos sistemas de calefação, sem levar em conta a inércia térmica das edificações. Em países como o Brasil, onde predominam situações de conforto térmico que devem ser equacionados para condições de verão, principalmente sem o uso de sistemas de ar-condicionado, é importante considerar a contribuição da inércia térmica da edificação para a otimização do seu desempenho térmico. Isto pode ser contemplado em uma avaliação simplificada, adotando-se como indicador desse potencial, a Capacidade Térmica das paredes (AKUTSU, 1998). Em resumo, pode-se caracterizar o potencial de desempenho térmico de paredes nas diversas regiões climáticas do Brasil, pela verificação dos valores de Transmitância Térmica e de Capacidade Térmica, tendo como referência os valores limites apresentados na Norma NBR 15.575-4.

Ao se analisar regiões de grande amplitude da temperatura do ar, "a inércia térmica tem sido utilizada milenarmente como estratégia de condicionamento passivo de edifícios visando a obtenção de condições térmicas adequadas ao ser humano (...)" (AKUTSU; BRITO; CHIEPE, 2012, p. 1). E para se obter uma maior inércia térmica, recomenda-se o uso de componentes com maior capacidade térmica, entretanto há situações em que o acréscimo de elementos com maior resistência térmica possibilita o aumento da inércia térmica (BRITO, 2015).

Tendo em vista a relevância de componentes de maior resistência térmica na otimização do aumento de inércia térmica da edificação, o presente artigo tem como objetivo apresentar por meio de cálculos, conforme método descrito na norma brasileira ABNT NBR 15.220-2, que a tipologia (desenho) de um bloco/tijolo cerâmico influencia diretamente na sua resistência térmica final.

Apesar de existir no mercado uma vasta gama de tijolos e blocos cerâmicos, restringimos nossa pesquisa a quatro blocos mais utilizados e que atendem a norma brasileira de tijolos e blocos ABNT NBR 15.270-1, mais dois blocos especiais de alto desempenho que foram desenvolvidos pelo departamento técnico da ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica), conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Tipologia dos blocos analisados

TIPOLOGIAS DOS BLOCOS	
1)  Fonte: OBRAMAX Tipologia: Tijolo maciço Código: VED.040. 2205 Dimensões (LxHxC): 10,5x5x22,5cm	2)  Fonte: Cerâmica City Tipologia: Bloco estrutural maciço (10 MPa) Código: EST.100.1429 Dimensões (LxHxC): 14x19x29cm
3)  Fonte: Cerâmica City Tipologia: Bloco estrutural vazado (4 MPa) Código: EST.040.1429 Dimensões (LxHxC): 14x19x29cm	4)  Fonte: Cerâmica City Tipologia: Bloco furo horizontal (1,5MPa) Código: VED.015.1429 Dimensões (LxHxC): 14x19x29cm
5)  Fonte: Cerâmica City Tipologia: Bloco de furo vertical (ANICER) Código: ESP.BRASIL.1439 Dimensões (LxHxC): 14x19x39cm	6)  Fonte: Cerâmica City Tipologia: Bloco estrutural maciço (10MPa) Código: ESP.BRASIL.1939 Dimensões (LxHxC): 19x19x39cm

Fonte: Os autores

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é caracterizar o potencial de desempenho térmico de algumas tipologias do produto bloco/tijolo cerâmico existentes no mercado, em especial as novas propostas tipológicas da ANICER.

3 MÉTODO

Os cálculos basearam-se nas equações especificadas pela norma brasileira ABNT NBR 15.220-2.

Para a resistência térmica, consideraram-se as seguintes equações.

$$R_{bloco} = Rt_1 + Rt_2 + ... + Rt_n + Rar_1 + Rar_2 + ... + Rar_n \quad (1)$$

$$R = e/\lambda \quad (2)$$

Para a execução dos cálculos, os blocos foram divididos em seções e obtiveram-se os dados de R_{ar} e $\lambda_{material}$ pelas tabelas B.1, B.2 e B.3 (ABNT, 2008).

Para o cálculo da área de cada seção, considerou-se a equação:

$$A = e_{seção} * H_{bloco} \quad (3)$$

O cálculo final de resistência térmica do bloco, obteve-se pela equação:

$$R_{bloco} = (n_1*A_1 + n_2*A_2 + ... + n_n*A_n) / ((n_1*A_1/R_1) + (n_2*A_2/R_2) + ... + (n_n*A_n/R_n)) \quad (4)$$

Á resistência final do bloco deve-se acrescer os valores de resistência externa (Re) e resistência interna (Ri), conforme a equação abaixo.

$$R_t = R_i + R_{bloco} + R_e \quad (5)$$

Para a transmitância térmica do componente, considerou-se a equação:

$$U = 1 / R_t \quad (6)$$

Para a capacidade térmica do componente, considerou-se a equação abaixo.

O valor de ρ é obtido pela tabela B.3 (ABNT, 2008).

$$C_t = c * m = c * e * \rho = c * (e_1 + e_2 + ... + e_n) * \rho \quad (7)$$

$$C_{t\,ar} = 0 \quad (8)$$

Para o cálculo da área de cada seção, considerou-se a equação:

$$A = e_{seção} * h_{bloco} \quad (9)$$

O cálculo final de capacidade térmica do bloco, obteve-se pela equação:

$$Ct\ bloco = (n1*A1 + n2*A2 + ... + nn*An) / ((n1*A1/Ct1) + (n2*A2/Ct2) + ... + (nn*An/Ctn)) \quad (10)$$

4 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta todos os dados finais obtidos por meio dos cálculos de resistência térmica, transmitância térmica e capacidade térmica de cada um dos blocos analisados.

Tabela 1 – Tabela de análise de resultados

TABELA DE ANÁLISE DE RESULTADOS						
BLOCO	IMAGEM BLOCO	CÓDIGO	DIMENSÕES (cm) L x H x C	RESISTÊNCIA TÉRMICA (R) $[\frac{m^2*K}{W}]$	TRANSMITÂNCIA TÉRMICA (U) $[\frac{W}{m^2*K}]$	CAPACIDADE TÉRMICA (C) $[\frac{kJ}{m^2*K}]$
Bloco 1		VED.040. 2205	10,5 x 5 x 22,5	0,2867	3,4880	**154,5600**
Bloco 2		EST.100.1429	14 x 19 x 29	0,3674	2,7218	54,5800
Bloco 3		EST.040.1429	14 x 19 x 29	0,3543	2,8225	35,0800
Bloco 4		VED.015.1429	14 x 19 x 29	0,5728	**1,7458**	45,6400
Bloco 5		ESP.BRASIL.1439	14 x 19 x 39	0,5130	**1,9493**	**165,03**
Bloco 6		ESP.BRASIL.1939	19 x 19 x 39	0,6437	**1,5535**	**178,1900**

Fonte: Os autores

De acordo com a norma brasileira ABNT NBR 15.575-4, para atender todas as zonas bioclimáticas, independentemente da cor, as vedações necessitam ter a transmitância térmica (U) menor que 2,5 [W/(m^2*K)] e a capacidade térmica (C) maior igual a 130 [KJ/(m^2*K)].

5 CONCLUSÕES

Avaliaram-se os resultados obtidos (Tabela 1) sobre as tipologias existentes no atual mercado, conforme os valores descritos e recomendados pela norma brasileira ABNT NBR 15.575-4, e concluiu-se que o Bloco 1 (tijolo maciço VED.040. 2205), de mercado, atende à norma de capacidade térmica (C) sem necessidade de revestimento extra, por possuir uma massa concentrada, diferente do Bloco 4 (bloco de furo horizontal VED.015.1429), de mercado, que obteve um resultado expressivo referente a sua transmitância térmica (U), uma vez que possui muitas camadas de ar entre as paredes do bloco, fazendo-o atender apenas a esse quesito da norma.

Os outros dois blocos estruturais com furo na vertical, Bloco 2 (bloco estrutural maciço EST.100.1429) e Bloco 3 (bloco estrutural vazado EST.040.1429), de mercado, obtiveram resultados intermediários nos dois parâmetros (C e U).

Devido a todos os blocos, de mercado, calculados não atingirem os resultados necessários solicitados pela norma ABNT NBR 15.575-4, concluiu-se que para projetar as alvenarias que utilizem esses componentes, é necessário o acréscimo de

revestimentos, para assim atendê-la.

Quanto ao Bloco 5 (bloco de furo vertical proposto pela ANICER ESP.BRASIL.1439) e ao Bloco 6 (bloco de furo vertical proposto pela ANICER ESP.BRASIL.1939), ambos atendem aos dois parâmetros da norma sem a necessidade de acréscimo de revestimento.

As propostas desses dois últimos blocos são de potencial superior aos demais ao se considerar uma significante redução de custos para as alvenarias, uma vez que eliminam a necessidade de revestimentos extras para o atendimento à norma. Também por esse mesmo motivo, elas podem ser alternativas relevantes para a redução de consumo de ar-condicionado no ambiente construído.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos ao Professor e Pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Fúlvio Vittorino e à Cerâmica City, que possibilitou acesso às informações detalhadas sobre seus produtos.

REFERÊNCIAS

AKUTSU, M. **Método para avaliação do desempeno térmico de edificações no Brasil**. 1998. 150f. Tese (Doutorado em arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, São Paulo, 1998.

AKUTSU, M.; BRITO, A. C. D.; CHIEPE, C. P. **O efeito da capacidade térmica e da resistência térmica de paredes no desempenho térmico de habitação na cidade de São Paulo**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2012, Juis de Fora. Anais... Juis de Fora: Antac, 2012.

ANICER (Associação Nacional da Indústria Cerâmica). **Consulta geral a homepage oficial**. Disponível em: <https://www.anicer.com.br/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-2**: Desempenho térmico de edificações Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

BRITO, A. C. **Contribuição da inércia térmica na eficiência energética de edifícios de escritórios na cidade de São Paulo**. 2015. 241f. Tese (Doutorado em engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2015.

CERÂMICA CITY. **Pesquisa nos blocos cerâmicos produtos.** Disponível em: <https://www.ceramicacity.com.br/bloco_ceramico/bloco-ceramico-produtos/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

OBRAMAX. **Pesquisa nos produtos**. Disponível em: <https://www.obramax.com.br/tijolo-macico-vermelho-225x105x5cm-89153015.html>. Acesso em: 20 abr. 2020.