

CÁLCULO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE LAJES PRÉ-MOLDADAS COM TAVELAS CERÂMICAS E BLOCOS DE EPS

Daniel Barp Crema (1), Fernando Pelisser (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) daniel@cremaengenharia.com.br, (2) fep@unesc.net

RESUMO

As edificações, como uma de suas funções, devem oferecer condições térmicas compatíveis ao conforto humano. Com a implantação da norma técnica de desempenho de edificações passou-se a se estabelecer critérios e métodos de avaliação de desempenho para os principais sistemas que compõem um edifício: estrutura, pisos internos, vedações externas e internas, cobertura e instalações hidrossanitárias. Existem inúmeros sistemas construtivos, sendo que na região sul é usual a utilização de lajes pré-moldadas para cobertura em edificações de menores vãos e cargas. As lajes pré-moldadas em sua maioria são preenchidas por tabelas cerâmicas ou blocos de Poliestireno Expandido - EPS. O objetivo do estudo é conhecer o desempenho térmico de lajes pré-moldadas com tabelas cerâmicas e blocos de EPS. Para obtenção dos valores referentes à capacidade, resistência, transmitância e atraso térmico utilizou-se a NBR 15220-2/2005 para comprovação da eficiência térmica dos dois tipos de lajes. Com os resultados espera-se contribuir na concepção de novos projetos com desempenho e eficácia mais satisfatórios que os sistemas construtivos convencionais.

Palavras-Chave: Conforto térmico. Laje pré-moldada. Tabela cerâmica. Bloco de EPS.

1. INTRODUÇÃO

Com a finalidade de melhorar a qualidade e evitar problemas patológicos em edificações a partir de falta de especificações para os requisitos mínimos de desempenho dos materiais, entrou em vigor, a partir de junho de 2013 a Norma de Desempenho para Edifícios Habitacionais até Cinco Pavimentos. A norma estabelece critérios e métodos de avaliação de desempenho para os principais sistemas que compõem um edifício: estrutura, pisos internos, vedações externas e internas, cobertura e instalações hidrossanitárias. A Norma de Desempenho tem como objetivo principal estabelecer uma sistemática de avaliação de tecnologias e sistemas construtivos de habitações, com base em requisitos e critérios de desempenho mínimos e obrigatórios, como a segurança estrutural, a estanqueidade



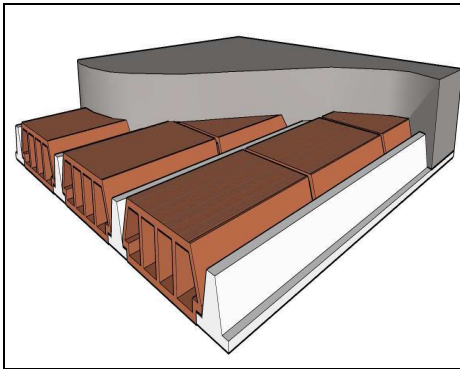
a água, isolamento térmico, isolamento acústico, resistência ao fogo e a durabilidade. O conhecimento sobre os materiais empregados na construção civil é de suma importância, pois o desempenho de uma edificação dependerá das características de projeto e da eficiência dos materiais utilizados. Segundo Bernardi (2001), as principais falhas de projeto dizem respeito às condições de conforto térmico, acústico e a funcionalidade. Neste contexto, fica evidente a contribuição do desenvolvimento de materiais mais eficientes e de sistemas construtivos mais racionais e com comportamento conhecido através da execução de protótipos, a fim de garantir a sua relação qualidade/custo e, possivelmente, agregando a relação eficiência/sustentabilidade. Dessa forma, sistemas construtivos projetados considerando sua eficiência e construtibilidade contribuem para a redução dos gastos com operação e manutenção, principalmente através da eficiência energética e de sua durabilidade. Sendo assim, torna-se cada vez mais importante a preocupação com a especificação criteriosa dos materiais na fase de projeto, com a análise prévia do sistema construtivo, principalmente em relação ao sistema de vedação, que representa grande parte da eficiência – térmica, acústica, impermeabilidade, durabilidade – de uma edificação. Conforme a NBR 15575-5/2013 a determinação da transmitância térmica pode ser por meio de cálculo conforme procedimentos apresentados na NBR 15220-2/2005. Com base na NBR 15220-2/2005 o estudo buscar conhecer o desempenho térmico de lajes pré-moldas com tabelas cerâmicas e blocos de Poliestireno Expandido - EPS.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado consiste em determinar o comportamento térmico de lajes pré-moldadas com tabelas cerâmicas e blocos de EPS, seguindo os procedimentos de cálculo estabelecidos pela NBR 15220-2/2005 que trata do desempenho térmico das edificações, seus componentes e materiais, comparando os resultados com os limites estabelecidos pela NBR 15575-5/2013. Para pesquisa foram consideradas duas lajes pré-moldadas com dimensões 56 x 60 x 12 cm, utilizando tabelas cerâmicas (Figura 01) e blocos de EPS (Figura 02). Os materiais utilizados para

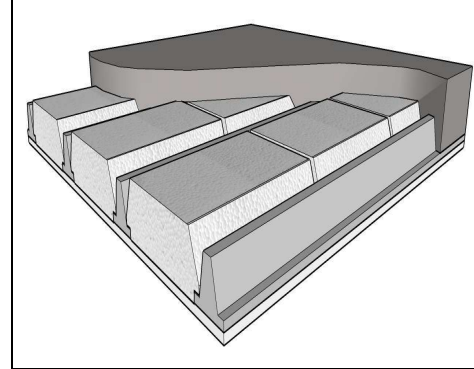
execução das amostras formam vigotas pré-moldadas de concreto nas dimensões 13 x 60 x 2,5 cm, tavela cerâmica nas dimensões 30 x 20 x 7 cm, bloco de EPS nas dimensões 30 x 60 x 7 cm e concreto com composição de traço em volume de 1:3:3 (cimento, areia e brita).

Figura 01: Laje com tavelas cerâmica



Fonte: www.labeee.ufsc.br

Figura 02: Lajes com blocos de EPS



Fonte: www.labeee.ufsc.br

2.1. CÁLCULO DOS ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO

O conforto térmico da edificação será verificado adotando métodos da NBR 15220-2/2005, com o cálculo da resistência térmica da laje (a), a transmitância (b), a capacidade térmica da laje (c), o atraso térmico (d) e o fator solar (e).

(a) A **resistência térmica** é o somatório do conjunto de resistências térmicas correspondentes às camadas de um elemento. É expressa pelas equações:

$$R_n = \sum_{i=1}^n \frac{e}{\lambda}$$

$$R_t = \frac{A_a + A_b + A_c + A_n}{\frac{A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b} + \frac{A_c}{R_c} + \frac{A_n}{R_n}}$$

$$RT = R_{sl} + R_t + R_{se}$$

Onde:

R_n é a resistência térmica de superfície à superfície de cada camada ($m^2.K/w$);

R_t é a resistência térmica de superfície a superfície da laje ($m^2.K/w$);

RT é a resistência total da laje ($m^2.K/w$);

A é a área de cada camada (m^2);

e é a espessura da camada (m);

λ é a condutividade térmica do material (W/m.K);

R_{se} e R_{si} são as resistências superficiais, externa e interna (m².K/w).

(b) A **transmitância térmica** (U_t) é a transmissão de calor em unidade de tempo através da área unitária de um elemento, ela é o inverso da resistência térmica total, conforme a equação:

$$U_t = \frac{1}{RT}$$

Onde:

U_t é a transmitância térmica de superfície à superfície de cada camada (m².K/w);

RT é a resistência total da laje (m².K/w);

(c) A **capacidade térmica** pode ser definida como a quantidade de calor que um corpo deve trocar para que sua temperatura sofra uma variação unitária, pode ser determinada pela seguinte equação:

$$C_t = \sum_{i=1}^n e \cdot c \cdot \rho \qquad CT = \frac{A_a + A_b + A_c + A_n}{\frac{A_a}{C_{ca}} + \frac{A_b}{C_{cb}} + \frac{A_c}{C_{cc}} + \frac{A_n}{C_{cn}}}$$

Onde:

C_t é a capacidade térmica de cada camada (kJ/m².K);

CT é a capacidade térmica (kJ/m².K);

e é a espessura da camada (m);

c é o calor específico do material da camada (kJ/kg.K);

ρ é a densidade de massa do material (kg/m³).

(d) **Atraso térmico** (φ) é o tempo que transcorre entre os momentos de temperatura máxima do ar no exterior e no interior da edificação, quando se verifica

um fluxo de calor através de um componente construtivo submetido a uma variação da temperatura. O atraso térmico depende da capacidade térmica do componente construtivo e da ordem em que as camadas estão dispostas. Um elemento heterogêneo pode ser calculado da seguinte forma:

$$\varphi = 1,382 \cdot R_t \sqrt{B1 + B2} \qquad B1 = 0,226 \cdot \frac{B0}{R_t} \qquad B0 = CT - CT_{ext}$$

$$B2 = 0,205 \left(\frac{\lambda \cdot \rho \cdot c_{ext}}{R_t} \right) \cdot \left(R_{ext} - \frac{R_t - R_{ext}}{10} \right)$$

Onde:

φ é o atraso térmico (horas);

B1 é dado pela expressão;

B0 é dado pela expressão;

B2 é dado pela expressão;

(e) O **fator solar** é o quociente da taxa de radiação solar transmitida através de um componente. O fator solar de elementos opacos pode ser calculado através da Equação:

$$FS_0 = R_{se} \cdot U \cdot \alpha$$

Onde:

FS_0 é o fator solar de elementos opacos, [J/m²K];

U é a transmitância térmica do componente, [W/(m.K)];

α é a absorvância à radiação solar em função da cor;

R_{se} é a resistência superficial externa, [(m.K)/W].

2.2. REFERENCIAL DE PREÇOS

Analisando o comportamento dos dois tipos de lajes faz-se necessário o conhecimento dos custos dos materiais a fim de se optar também pela escolha mais

econômica. Para tanto foi utilizado o referencial de preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil - SINAPE e consulta de valores no mercado local tendo a tavela cerâmica o valor de R\$ 8,34/m² e o bloco de Poliestireno Expandido – EPS o valor de R\$ 11,55/m².

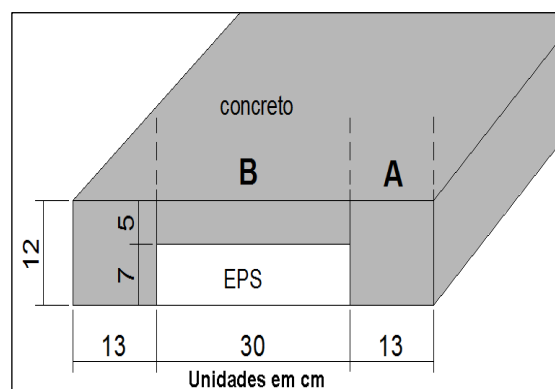
3.0. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através do método de cálculo descrito pela NBR 15220-2/2005, fez-se uma análise entre a eficiência térmica das lajes, uma com enchimento composto de tavela cerâmica e outra com bloco de EPS, comparando os resultados com os limites impostos pela norma de desempenho NBR 15575-5/2013 e NBR 15220-2/2005.

3.1. LAJE COM ENCHIMENTO DE EPS

Para efeito de cálculo foi considerada uma laje pré-moldada com dimensão 56 x 60 x 12 cm, utilizando como material de enchimento blocos de EPS nas dimensões 30 x 60 x 7 cm e concreto com composição de traço em volume de 1:3:3 (cimento, areia e brita), conforme Figura 03.

Figura 03: Laje com EPS



Fonte: Dados do autor

Camada A: concreto (13 cm)

Camada B: concreto e EPS (30 cm)

(a) Resistência térmica

Camada A (13 cm de concreto)

$$\text{Área A} = 0,13 \times 0,60 = 0,078\text{m}^2$$

$$R_a = \frac{e_{\text{concreto}}}{\lambda_{\text{concreto}}} = \frac{0,12}{1,75} = 0,06857 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

Camada B (30cm concreto e EPS)

$$\text{Área B} = (0,30 \times 0,60) = 0,18\text{m}^2$$

$$R_b = \frac{e_{\text{concreto}}}{\lambda_{\text{concreto}}} + \frac{e_{\text{EPS}}}{\lambda_{\text{EPS}}} = \frac{0,05}{1,75} + \frac{0,07}{0,04} = 1,7787 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

$$R_t = \frac{2 \cdot A_a + A_b}{\frac{2 \cdot A_a}{R_a} + \frac{A_b}{R_b}} = \frac{2 \cdot 0,078 + 0,18}{\frac{2 \cdot 0,078}{0,06857} + \frac{0,18}{1,7787}} = 0,14139 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

$$R_T = R_{s1} + R_{se} + R_t = 0,17 + 0,04 + 0,14139 = 0,35139 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

(b) Transmitância térmica

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,3514} = 2,8457 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

(c) Capacidade térmica

$$C_{ta} = (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{concreto}} = 0,12 \times 1,00 \times 2400 = 288 \text{ kJ/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$C_{tb} = (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{concreto}} + (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{EPS}} =$$

$$C_{tb} = 0,05 \times 1,00 \times 2400 + 0,07 \times 1,42 \times 30 = 122,98 \text{ kJ/(m}^2\cdot\text{K)}$$

$$CT = \frac{2.Aa + Ab}{\frac{2.Aa}{Ct\alpha} + \frac{Ab}{Ctb}} = \frac{2.0,078 + 0,18}{\frac{2.0,078}{288} + \frac{0,18}{122,98}} = 167,55 \text{ kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(d) Atraso térmico

$$B0 = CT - CT_{\text{ext}} = 167,55 - (0,05 \times 1,00 \times 2400) = 47,55$$

$$B1 = 0,226 \cdot \frac{B0}{Rt} = 0,226 \cdot \frac{47,55}{0,14139} = 76,01$$

$$B2 = 0,205 \left(\frac{\lambda \cdot \rho \cdot c_{\text{ext}}}{Rt} \right) \cdot \left(R_{\text{ext}} - \frac{Rt - R_{\text{ext}}}{10} \right)$$

$$B2 = 0,205 \left(\frac{1,75 \cdot 2400 \cdot 1,00}{0,14139} \right) \cdot \left(\frac{0,05}{1,75} - \frac{0,14139 - 0,0285}{10} \right) = 105,27$$

$$\varphi = 1,382 \cdot Rt \sqrt{B1 + B2}$$

$$\varphi = 1,382 \cdot 0,14139 \sqrt{76,01 + 105,27}$$

$$\varphi = 2,63 \text{ horas}$$

(e) Fator Solar

$$FS_{\odot} = R_{se} \cdot U \cdot \alpha$$

$$FS_{\odot} = 4 \times 2,8457 \times 0,75$$

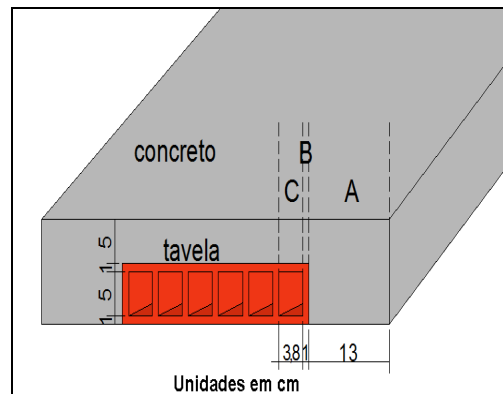
$$FS_{\odot} = 8,54\%$$

3.2. LAJE COM ENCHIMENTO DE TAVELAS CERÂMICAS

Para efeito de cálculo foi considerada uma laje pré-moldada com dimensão 56 x 60 x 12 cm, utilizando como material de enchimento tabelas cerâmicas nas dimensões

30 x 60 x 7 cm e concreto com composição de traço em volume de 1:3:3 (cimento, areia e brita), conforme Figura 04.

Figura 04: Camadas de cada material – Laje com tavelas



Fonte: Dados do autor

Camada A: concreto (13 cm)

Camada B: concreto + cerâmica (1,0 cm)

Camada C: concreto + cerâmica + ar + cerâmica (3,8 cm)

(a) Resistência térmica

Camada A (13 cm de concreto)

$$\text{Área A} = 0,13 \times 0,60 = 0,078 \text{ m}^2$$

$$R_a = \frac{e_{\text{concreto}}}{\lambda_{\text{concreto}}} = \frac{0,12}{1,75} = 0,06857 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

Camada B (1cm de concreto e cerâmica)

$$\text{Área B} = (0,01 \times 0,60) = 0,006 \text{ m}^2$$

$$R_b = \frac{e_{\text{concreto}}}{\lambda_{\text{concreto}}} + \frac{e_{\text{cerâmica}}}{\lambda_{\text{cerâmica}}} = \frac{0,05}{1,75} + \frac{0,07}{0,90} = 0,1063 \text{ (m}^2\cdot\text{K)/W}$$

Camada C (3,8cm de concreto, cerâmica, ar e cerâmica)

$$\text{Área C} = (0,038 \times 0,60) = 0,0228 \text{m}^2$$

$$R_c = \frac{e_{\text{concreto}}}{\lambda_{\text{concreto}}} + \frac{e_{\text{cerâmica}}}{\lambda_{\text{cerâmica}}} + ar + \frac{e_{\text{cerâmica}}}{\lambda_{\text{cerâmica}}} =$$

$$R_c = \frac{0,05}{1,75} + \frac{0,01}{0,90} + 0,18 + \frac{0,01}{0,90} = 0,2308 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$R_t = \frac{2 \cdot A_a + 7 \cdot A_b + 6 \cdot A_c}{\frac{2 \cdot A_a}{R_a} + \frac{7 \cdot A_b}{R_b} + \frac{6 \cdot A_c}{R_c}} = \frac{2 \cdot 0,078 + 7 \cdot 0,006 + 6 \cdot 0,0228}{\frac{2 \cdot 0,078}{0,0688} + \frac{7 \cdot 0,006}{0,1063} + \frac{6 \cdot 0,0228}{0,2308}} = 0,1026 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$R_T = R_{si} + R_{se} + R_t = 0,17 + 0,04 + 0,1026 = 0,3126 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

(b) Transmitância térmica

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{0,3126} = 3,1989 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

(c) Capacidade térmica

$$C_{ta} = (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{concreto}} = 0,12 \times 1,00 \times 2400 = 288 \text{ kJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$C_{tb} = (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{concreto}} + (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{cerâmica}} =$$

$$C_{tb} = 0,05 \times 1,00 \times 2400 + 0,07 \times 0,92 \times 1500 = 216,60 \text{ kJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$C_{tc} = (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{concreto}} + (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{cerâmica}} + ar + (e \cdot c \cdot \rho)_{\text{cerâmica}} =$$

$$C_{tc} = (0,05 \times 1,00 \times 2400) + (0,01 \times 0,92 \times 1500) + (0,01 \times 0,92 \times 1500) = 147,60 \text{ kJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$CT = \frac{2 \cdot A_a + 7 \cdot A_b + 6 \cdot A_c}{\frac{2 \cdot A_a}{C_{ta}} + \frac{7 \cdot A_b}{C_{tb}} + \frac{6 \cdot A_c}{C_{tc}}} = \frac{2 \cdot 0,078 + 7 \cdot 0,006 + 6 \cdot 0,0228}{\frac{2 \cdot 0,078}{288} + \frac{7 \cdot 0,006}{216,60} + \frac{6 \cdot 0,0228}{147,60}} = 201,39 \text{ kJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

(d) Atraso térmico

$$B0 = CT - CT_{ext} = 201,39 - (0,05 \times 1,00 \times 2400) = 81,39$$

$$B1 = 0,226 \cdot \frac{B0}{Rt} = 0,226 \cdot \frac{81,39}{0,1026} = 179,27$$

$$B2 = 0,205 \left(\frac{\lambda \cdot \rho \cdot c_{ext}}{Rt} \right) \cdot \left(R_{ext} - \frac{Rt - R_{ext}}{10} \right)$$

$$B2 = 0,205 \left(\frac{1,75 \cdot 2400 \cdot 1,00}{0,1026} \right) \cdot \left(\frac{0,05}{1,75} - \frac{0,1026 - 0,0285}{10} \right) = 177,61$$

$$\varphi = 1,382 \cdot Rt \sqrt{B1 + B2}$$

$$\varphi = 1,382 \cdot 0,1026 \sqrt{179,27 + 177,61}$$

$$\varphi = 2,67 \text{ horas}$$

(e) Fator Solar

$$FS_0 = Rse \cdot U \cdot \alpha$$

$$FS_0 = 4 \times 3,1989 \times 0,75$$

$$FS_0 = 9,59\%$$

3.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Considerando as dimensões das amostras e com base nos procedimentos de cálculos descritos na NBR 15220-2/2005 a Tabela 01 apresenta os resultados dos índices do desempenho térmico das lajes pré-moldadas com tavela cerâmica e bloco de EPS.

Tabela 01: Resultados dos índices de desempenho térmico

Laje	RT (m ² .K/W)	U (W/m ² .K)	CT (kJ/m ² .K)	φ (horas)	FS0 (%)
Utilizando tavela cerâmica	0,31	3,20	201,39	2,67	9,59
Utilizando bloco de EPS	0,35	2,84	167,55	2,63	8,54

Fonte: Dados do autor

A NBR 15575-5/2013 estabelece valores máximos admissíveis de desempenho para a transmitância térmica (U) quanto a coberturas, considerando o fluxo térmico descendente estes valores devem atender os requisitos da Tabela 02:

Tabela 02: Critérios de desempenho de coberturas quanto à transmitância

Transmitância térmica (U) W/(m ² .K)				
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8 ¹⁾	
$U \leq 2,30$	$\alpha^{a)} \leq 0,6$	$\alpha^{a)} > 0,6$	$\alpha^{a)} \leq 0,4$	$\alpha^{a)} > 0,4$
		$U \leq 2,30$	$U \leq 1,5$	$U \leq 2,3$ FV

^{a)} Na Zona Bioclimática 8 também estão atendidas coberturas com componentes de telhas cerâmicas, mesmo que a cobertura não tenha forro.

NOTA – O fator de ventilação (FV) é estabelecido na ABNT NBR 15220/2.

Fonte: NBR 15575-5/2013

Considerando como área de estudo a região sul do estado de Santa Catarina, onde estão localizadas as cidades de Araranguá e Urussanga, que segundo a NBR 15220-2/2005 encontram-se na zona bioclimática 02, pode-se observar na tabela 01 que o valor da transmitância térmica obtida com a laje de tavela cerâmica foi de ($U = 3,20$ W/m².K e com bloco de EPS de $U = 2,84$ W/m².K, portanto acima do limite estabelecido pela NBR 15575-5/2013 que é de $U \leq 2,30$ W/m².K.

A NBR 15220-2/2005 apresenta diretrizes construtivas referentes ao atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para cada tipo de vedação externa conforme demonstrado na Tabela 03.

Tabela 03 - Transmitância térmica, atraso térmico e fator de calor solar admissíveis para vedações externas para a Zona Bioclimática 2.

Vedações Externas	Transmitância térmica (U) $W/(m^2.K)$	Atraso Térmico (ϕ) Horas	Fator de calor solar (FCS) %
Cobertura: Leve Isolada	$U \leq 2,00$	$\phi \leq 3,3$	FCS $\leq 6,5$

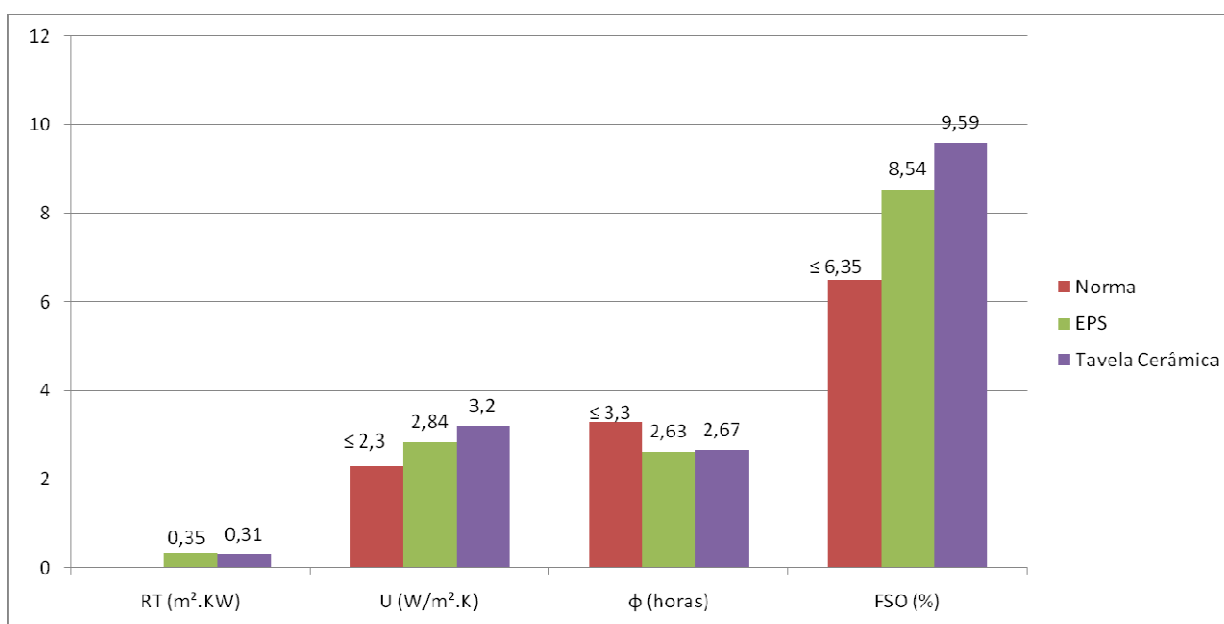
Fonte: NBR 15220-2/2005

Para coberturas os valores recomendados NBR 15220-2/2005 para o atraso térmico em horas é $\phi \leq 3,3$ horas, sendo que ambas as lajes apresentaram valores dentro os limites estabelecidos, sendo $\phi = 2,67$ horas para laje com tavela cerâmica e $\phi = 2,63$ horas para laje com EPS.

No que se refere ao fator solar ambas lajes não atenderam os requisitos mínimos exigidos pela norma NBR 15220-2/2005 que é $FSo \leq 6,5$ %, sendo o valor de $FSo = 9,59$ % para laje com tavela cerâmica e $FSo = 8,54$ % para laje com EPS.

A figura 05 demonstra os resultados obtidos com os estabelecidos por norma.

Figura 05 – Resultados dos índices térmicos em relação a norma



Fonte: Autor

Com relação à capacidade térmica (CT) a norma NBR 15575-5/2013 estabelece o limite maior ou igual a 150 kJ/(m².K). Neste requisito os dois modelos de laje avaliados apresentaram valores acima dos limites estabelecidos, sendo que a laje com telas cerâmicas apresentou o valor de 201,39 kJ/(m².K) e a laje com bloco de EPS o valor de 167,55 kJ/(m².K). A figura 06 demonstra os resultados da capacidade térmica em relação aos limites impostos pela NBR 15575-5/2013.

Figura 06: Resultado da capacidade térmica em relação a norma



Fonte: Autor

4.0. CONCLUSÃO

A fim de fazer uma comparação entre lajes pré-moldadas com diferentes materiais de enchimento, este trabalho procurou demonstrar quais os tipos de materiais seriam os mais adequados ao atendimento quanto ao desempenho térmico.

Analisados os dados foi constatado que ambas as lajes não atendem o limite mínimo de transmitância térmica estabelecido pela NBR 15575-5/2013 que é de ($U \leq 2,30$ W/m².K). No quesito fator solar ambas lajes também atenderam os requisitos mínimos exigidos pela norma NBR 15220-2/2005 que é de $F_{So} \leq 6,5$ %. Com base nos procedimentos de cálculo apontados pela NBR 15220-2/2005 e dimensões estabelecidas das amostras, foi constatado que a escolha do tipo de material de



enchimento, tavela cerâmica ou bloco de EPS, pouco vai influenciar no desempenho térmico, visto que há uma pequena variação nos resultados. A transmitância térmica item de maior influência no desempenho térmico apresentou uma variação de 11 % entre a laje com bloco de EPS e a laje com tavela cerâmica. Independentemente da escolha do tipo de material de enchimento (tavela cerâmica ou bloco de EPS) será necessário a introdução de algum isolante térmico, forro ou cobertura para que haja o atendimento dos limites estabelecidos pelas NBR 15220-2/2005 e NBR 15575-5/2013.

5.0 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Edificações habitacionais – Desempenho**: ABNT NBR 15575-5. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho térmico de edificações**. ABNT NBR 15220-2. Rio de Janeiro, 2005.

BERNARDI, Nubia.;KOWALTOWSKI, D.C.C.K. **Avaliação da interferência comportamental do usuário para melhoria do conforto ambiental em espaços escolares**: estudo de caso em Campinas – SP. VI Encontro nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, 2001.

COSTA, Ennio Cruz da. **Física aplicada à construção**: conforto térmico. 4 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1991. 264 p.

FROTA, Anésia Barros & SCHIFFER, Sueli Ramos - **Manual De Conforto Térmico**. 7ª Ed.São Paulo: Editora Nobel, 2006. 243 p.

LABEEE/UFSC. **Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas (v.4)**. http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/catalogo_caixa_v4.PDF. Acesso em 26 de dezembro de 2013 às 16:08 hrs.

MELO, Ana Paula. **Análise da influência da transmitância térmica no consumo de energia elétrica de edificações comerciais**. 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.

VALENTIN, João - **Conforto Térmico das Habitações**. 1ª edição São Paulo, julho 1992.