



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

**Cálculo da transmitância térmica de componentes
construtivos usuais segundo a NBR 15220-2:2022**

Florianópolis, outubro de 2022

lab**EEE**

 **PROCEL**
EDIFICA

 Eletrobras

 **FEESC**



Universidade Federal de Santa Catarina

Centro Tecnológico - Departamento de Engenharia Civil
Campus Universitário – Trindade
Florianópolis – SC – CEP 88040-900
Caixa Postal 476

Implementação do novo método de avaliação da eficiência energética do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica



Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina

<http://www.feesc.org.br>



CB3E - Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações

<http://www.cb3e.ufsc.br>



LabEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

<http://www.labeee.ufsc.br>



Eletrobras

Centrais Elétricas Brasileiras S.A.

<http://www.eletrobras.gov.br>



Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

<http://www.eletrobras.gov.br/procel>

Convênio ECV-PRFP 001/2019 Eletrobrás/UFSC

Cálculo da transmitância térmica de componentes construtivos usuais segundo a NBR 15220-2:2022

Coordenação do projeto: Prof. Roberto Lamberts, PhD

Subcoordenação do projeto: Prof. Ana Paula Melo, Dr.
Prof. Michele Fossati, Dr.

Autoria: Matheus Soares Geraldi, Dr.
João Longen
Victória Silveira Nunes

Florianópolis, 31 de outubro de 2022

Sumário

Sumário	3
Apresentação.....	4
1. Introdução	5
2. Componentes construtivos	5
3. Método de cálculo segundo a NBR 15220/2022	9
4. Transmitâncias térmicas	13
5. Comparação entre valores NBR 15220/2005 e NBR 15220/2022.....	15
6. Considerações finais	16
Referências	17

Apresentação

Este documento foi elaborado no âmbito do Convênio de Cooperação Técnico-Financeira ECV-PRFP 001/2019, celebrado entre a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com o objetivo de apoiar tecnicamente a implementação do novo método de avaliação da eficiência energética do programa brasileiro de etiquetagem de edificações, no âmbito do Programa Nacional de Conservação de Energia (Procel).

O convênio possui as seguintes frentes de trabalho:

1. Manutenção e Respostas às dúvidas do Fórum do PBE Edifica;
2. Manutenção do Site PBE Edifica;
3. Acompanhamento e compilação das edificações que recebem etiqueta;
4. Formação de Multiplicadores e Atualização dos Manuais de aplicação das Instruções Normativas INMETRO e relacionados;
5. Melhorias das interfaces das Redes Neurais;
6. Aperfeiçoamento e simplificação das Redes Neurais;
7. Apoio à normalização de Eficiência Energética em Edificações;
8. Apoio ao núcleo de Medições;
9. Apoio técnico para o desenvolvimento de certificação de pessoas.

Este relatório integra a frente de trabalho 8 (Apoio ao núcleo de medições). Dessa forma, apresenta-se neste relatório a atualização do cálculo das propriedades térmicas, em especial a transmitância térmica, dos componentes construtivos típicos no mercado da construção civil brasileiro.

1. Introdução

A transmitância térmica uma propriedade inerente ao componente construtivo. É expresso pelo inverso da resistência térmica, em W/m^2K .

A norma NBR 15220/2005 trouxe um método de cálculo para resistência e transmitância térmicas para componentes construtivos de edificações. Porém, em 2022 a norma NBR 15220 foi atualizada de forma a alinhar o método de cálculo da transmitância térmica com a norma internacional ISO 6946/2017 Parte 2. Isso motivou o recálculo dos valores típicos de transmitância térmica dos componentes mais comuns no mercado da construção civil no Brasil. Outro fator que motivou esta atualização foi a publicação da norma NBR 10456/2022, que trouxe valores típicos de propriedades higrotérmicas para produtos da construção. Nessa norma, alguns valores de materiais muito utilizados foram atualizados e refinados – a exemplo do concreto, que antes, quando especificado na NBR 15220/2005, era representado por um valor único de condutividade térmica, e agora, possui 3 valores a depender da taxa de armadura do concreto. Dessa forma, acredita-se que há mais precisão nos valores atualizados da NBR 10456/2022 em representar a diversidade de materiais na construção civil.

Dessa forma, este relatório apresenta: um resumo do método de cálculo; os componentes construtivos recalculados; e uma breve comparação entre os valores de transmitância anteriores (NBR 15220/2005) e recalculados (NBR 15220/2022).

2. Componentes construtivos

A Tabela 1 apresenta a lista de componentes construtivos incluídos no recálculo de transmitância. Cada componente é descrito pelas suas camadas, especificando-se os materiais a compõem, e, para cada material, especifica-se a densidade e a condutividade térmica adotados no cálculo de transmitância. Reforça-se que esses valores de condutividade térmica foram obtidos junto à NBR 10456/2022. Os componentes escolhidos são aqueles que compõem o Anexo V do RAC (Requisitos para Avaliação da Conformidade) da INI.

Tabela 1 – Propriedades dos Componentes construtivos de **Paredes**.

#	Camada	Densidade [kg/m^3]	Condutividade térmica [$W/(m.K)$]
1	Argamassa interna (2.5 cm)	1800	1.00
	Bloco de concreto (9.0 x 19.0 x 39.0 cm)	1800	1.15
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
3	Gesso interno (0.2 cm)	600	0.18
	Bloco de concreto (9.0 x 19.0 x 39.0 cm)	1800	1.15
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
5	Argamassa interna (2.5 cm)	1800	1.00
	Bloco de concreto (14.0 x 19.0 x 39.0 cm)	1800	1.15
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
7	Gesso interno (0.2 cm)	600	0.18
	Bloco de concreto (14.0 x 19.0 x 39.0 cm)	1800	1.15
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
9	Argamassa interna (2.5 cm)	1800	1.00
	Bloco cerâmico (9.0 x 14.0 x 24.0 cm)	1000 - 1300	0.70

#	Camada	Densidade [kg/m ³]	Condutividade térmica [W/(m.K)]
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
11	Gesso interno (0.2 cm)	600	0.18
	Bloco cerâmico (9.0 x 14.0 x 24.0 cm)	1000 - 1300	0.70
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
13	Bloco cerâmico (9.0 x 9.0 x 24.0 cm)	1000 - 1300	0.70
14	Argamassa interna (2.5 cm)	1800	1.00
	Bloco cerâmico (14.0 x 19.0 x 29.0 cm)	1300 - 1600	0.90
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
16	Gesso interno (0.2 cm)	600.00	0.18
	Bloco cerâmico (14.0 x 19.0 x 29.0 cm)	1300 - 1600	0.90
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
19	Tijolo maciço (10.0 x 6.0 x 22.0 cm)	1800 - 2000	1.05
20	Concreto maciço 10 cm	2300	2.30
33.1	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
	Câmara de ar (> 2 cm)	-	-
	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
33.2	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
	Lã de vidro 10 cm	20	0.041
	Placa de gesso (1.25 cm)	1520	0.25
33.3	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
	Lã de vidro 7.5 cm	20	0.041
	Placa de gesso (1.25 cm)	1520	0.25
34	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
	Lã de rocha (9 cm)	32	0.042
	Placa cimentícia (1 cm)	1520	0.95
34.4	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
	Câmara de ar (> 2 cm)	-	-
	Placa cimentícia (1 cm)	1520	0.95
34.5	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
	Lã de vidro 10 cm	20	0.041
	Placa cimentícia (1 cm)	1520	0.95
34.6	Placa de gesso (1.25 cm)	700	0.25
	Lã de vidro 7.5 cm	20	0.041
	Placa cimentícia (1 cm)	1520	0.95
37	Argamassa interna (2.5 cm)	1800	1.00
	Bloco cerâmico (9.0 x 14.0 x 24.0 cm)	1000 - 1300	0.70
	Lã de rocha (4 cm)	32	0.042
	Bloco cerâmico (9.0 x 14.0 x 24.0 cm)	1000 - 1300	0.70
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
41	Argamassa interna (2.5 cm)	1800	1.00
	Bloco cerâmico (9.0 x 19.0 x 19.0 cm)	1000 - 1300	0.70
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00
42	Argamassa interna (2.5 cm)	1800	1.00
	Bloco cerâmico (12.0 x 19.0 x 19.0 cm)	1000 - 1300	0.70
	Argamassa externa (2.5 cm)	1800	1.00

Tabela 2 – Propriedades dos componentes construtivos de Coberturas.

Modelo	Camada	Densidade [kg/m ³]	Condutividade térmica [W/(m.K)]	
1	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50	
2	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1.15	
		Lajota cerâmica 7 cm	0,70	
		Argamassa 1 cm	1.00	
4	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50	
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-	
	Telha cerâmica	2300	1.30	
5	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1.15	
		Lajota cerâmica 7 cm	0,70	
		Argamassa 1 cm	1.00	
	Câmara de ar (> 5 cm)			
	Telha cerâmica	2300	1.30	
8	Forro gesso (3 cm)	700.00	0.21	
	Câmara de ar (> 5cm)	-	-	
	Telha cerâmica (1 cm)	2300	1.30	
9	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50	
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-	
	Telha fibrocimento	1400 - 1800	0.65	
10	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1.15	
		Lajota cerâmica 7 cm	0,70	
		Argamassa 1 cm	1.00	
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-	
	Telha fibrocimento (0.8 cm)	1 400 - 1 800	0.65	
13	Forro gesso (3 cm)	700	0.21	
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-	
	Telha fibrocimento	1400 - 1800	0.65	
18 A	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50	
	Câmara de ar (> 5 cm)			
		Aço	7800	50.00
		Poliuretano 4 cm	1200	0.03
	Alumínio	2800	160.00	
18 B	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50	
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-	
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800	50.00
	Poliuretano 4 cm	1200	0.03	
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800	50.00
18 C	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50	
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-	
	Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	2800	160.00
	Poliuretano 4 cm	1200	0.03	
	Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	2800	160.00
18 D	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50	
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-	
	Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200	110.00
	Poliuretano 4 cm	1200	0.03	
	Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200	110.00
19 A	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1.15	
		EPS 7 cm	0.03	
		Argamassa 1 cm	1.00	

Modelo	Camada	Densidade [kg/m ³]	Condutividade térmica [W/(m.K)]
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800
		EPS 7 cm	38
19 B	Laje pré-moldada 12 cm	Alumínio	2800
		Concreto 4 cm	1800
		EPS 7 cm	38
	Argamassa 1 cm	1800	1.00
		Câmara de ar (> 5 cm)	-
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800
	Poliuretano 4 cm	1200	0.03
Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800	
19 C	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1800
		EPS 7 cm	38
		Argamassa 1 cm	1800
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	2800
	Poliuretano 4 cm	1200	110.00
	Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	2800
19 D	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1800
		EPS 7 cm	38
		Argamassa 1 cm	1800
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200
	Poliuretano 4 cm	1200	0.03
Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200	
20 A	Laje maciça (10 cm)	2400	2.50
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800
		EPS 7 cm	38
20 B	Alumínio	2800	160.00
		Laje maciça (10 cm)	2400
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800
	Poliestireno (isopor) 4.0 cm	1050	0.16
Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800	
20 C	Alumínio	2800	160.00
		Laje maciça (10 cm)	2400
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	2800
	Poliestireno (isopor) 4.0 cm	1050	0.16
Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	2800	
20 D	Alumínio	2800	160.00
		Laje maciça (10 cm)	2400
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200
	Poliestireno (isopor) 4.0 cm	1050	0.16
Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200	
21 A	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1800
		EPS 7 cm	38
		Argamassa 1 cm	1800
	Câmara de ar (> 5 cm)	-	-
Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800	

Modelo	Camada		Densidade [kg/m ³]	Condutividade térmica [W/(m.K)]
		EPS 7 cm	38	0.03
		Alumínio	2800	160.00
21 B	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1800	1.15
		EPS 7 cm	38	0.03
		Argamassa 1 cm	1800	1.00
	Câmara de ar (> 5 cm)		-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800	50.00
	Poliestireno 4.0 cm		1050	0.16
	Telha metálica 0.1 cm	Aço	7800	50.00
21 C	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1800	1.15
		EPS 7 cm	38	0.03
		Argamassa 1 cm	1800	1.00
	Câmara de ar (> 5 cm)		-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	1800	160.00
	Poliestireno 4.0 cm		1050	0.16
	Telha metálica 0.1 cm	Alumínio	1800	160.00
21 D	Laje pré-moldada 12 cm	Concreto 4 cm	1800	1.15
		EPS 7 cm	38	0.03
		Argamassa 1 cm	1800	1.00
	Câmara de ar (> 5 cm)		-	-
	Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200	110.00
	Poliestireno 4.0 cm		1050	0.16
	Telha metálica 0.1 cm	Zinco	7200	110.00

O Apêndice I traz as imagens gráficas, de forma a proporcionar uma noção visual dos componentes, bem como a memória de cálculo de todos os componentes.

3. Método de cálculo segundo a NBR 15220/2022

O método de cálculo da norma NBR 15220/2022 é descrito analiticamente na referida norma. Traz-se aqui, um resumo do método e um exemplo específico. A transmitância térmica é definida pelo inverso da resistência térmica, portanto:

$$U = \frac{1}{R}$$

Em que:

U é a transmitância térmica (W/m²K);

R é a resistência térmica (m²K/W).

Já a resistência térmica é calculada pela razão entre a espessura do material e sua condutividade térmica, ou seja:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Em que:

R é a resistência térmica (m^2K/W);
E é a espessura do material (m);
 λ é a condutividade térmica do material (W/mK).

No entanto, é comum que componentes da construção civil sejam compostos por composições de materiais. Dessa forma, a norma orienta o cálculo da resistência equivalente a ser feito de duas formas, calculando o R_{upper} e o R_{lower} . O R_{upper} é descrito como a resistência equivalente das seções (em série em relação ao fluxo de calor) e o R_{lower} é descrito como a resistência equivalente das camadas (paralelo ao fluxo de calor).

Nesta seção será apresentado um exemplo para uma parede de tijolo cerâmico de 9x9x24cm, sem reboco, e com argamassa de assentamento de 1,5cm para melhor demonstrar o método de cálculo. Inicialmente, define-se a unidade funcional do componente avaliado, conforme exemplificada na Figura 1.

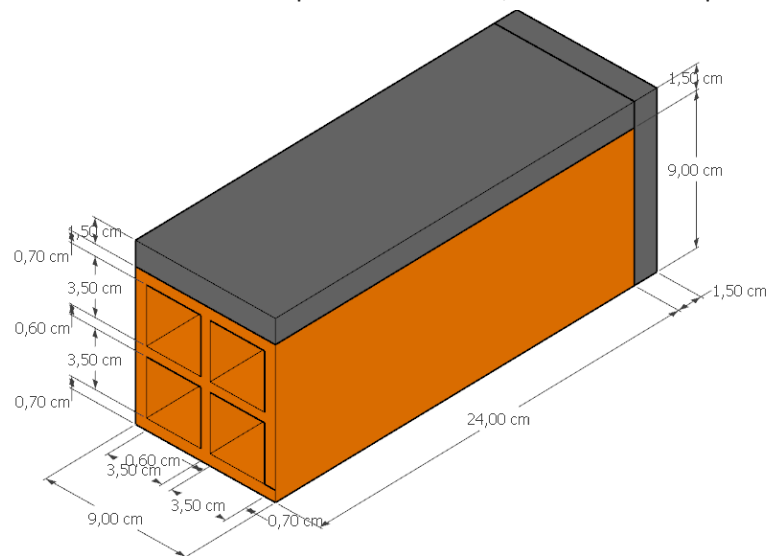


Figura 1 – Unidade funcional de uma parede de bloco cerâmico exemplo.

Na sequência, identifica-se as seções pela qual o fluxo de calor é transmitido em série, conforme demonstrado na Figura 2.

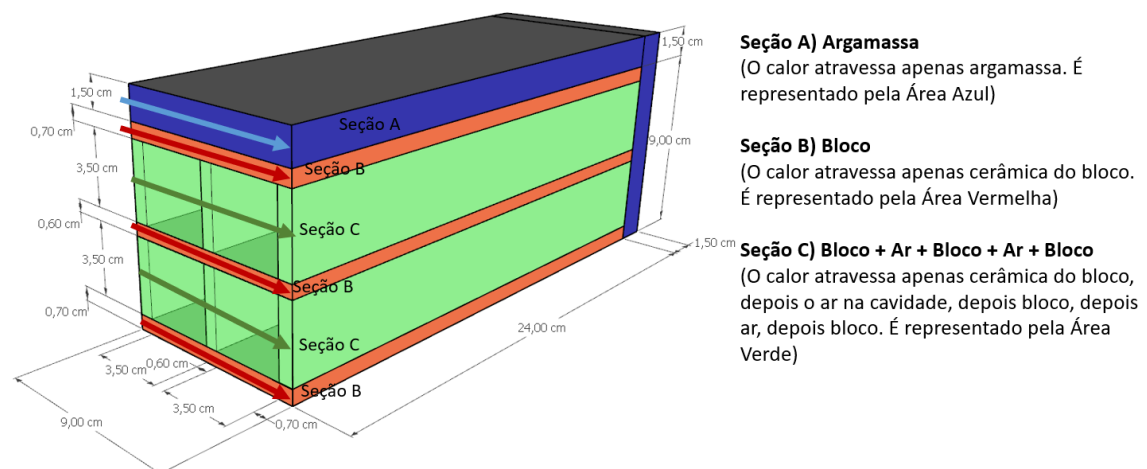


Figura 2 – Identificação das seções.

Com as seções identificadas, calcula-se os fatores de área de cada seção. Considera-se a área perpendicular ao fluxo de calor. A Figura 3 apresenta os fatores de área e os seus cálculos.

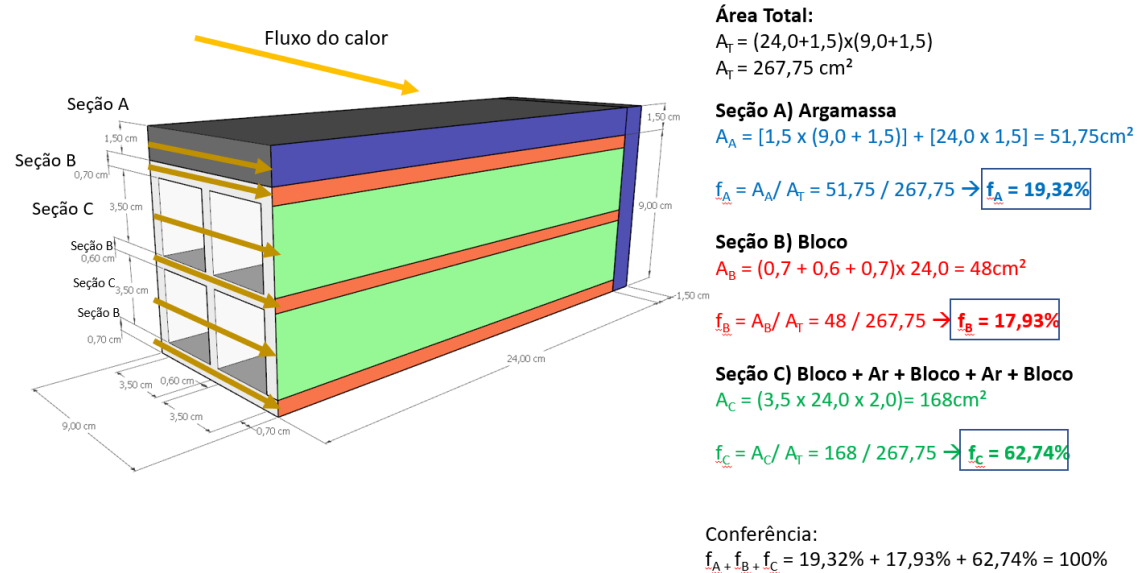


Figura 3 – Cálculo dos fatores de área para cada seção.

Na sequência, calcula-se o R_{upper} , que utiliza as espessuras das camadas e soma as resistências em série (Figura 4).

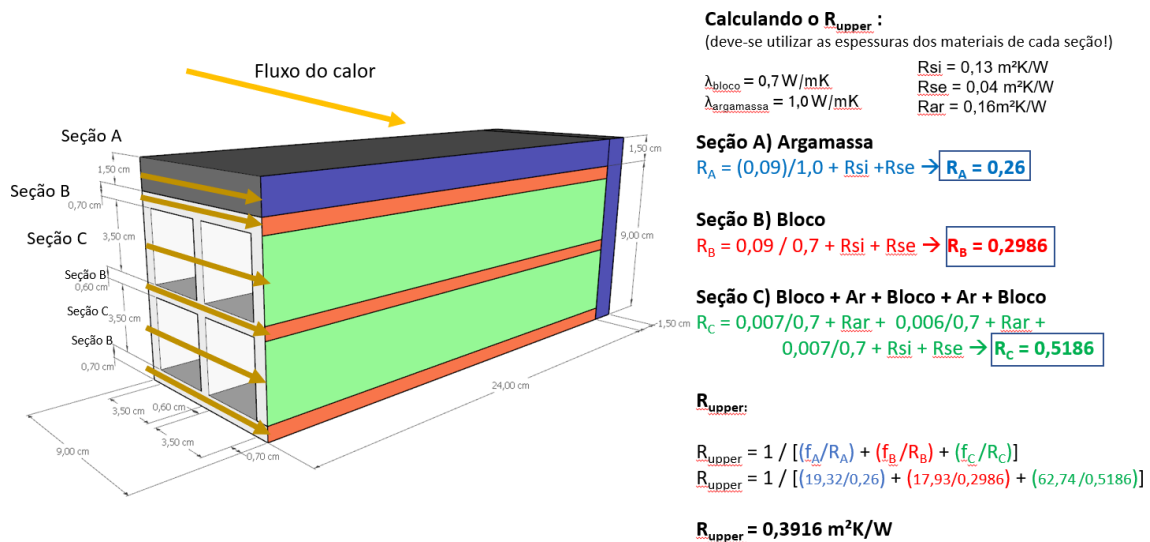


Figura 4 – Cálculo do R_{upper} .

Então, o próximo passo é o cálculo do R_{lower} , que considera cada fatia (camada), e se determina a resistência em paralelo. A Figura 5 demonstra esses cálculos para o componente exemplo.

Calculando o R_{lower}

(deve-se olhar as "fatias" (camadas) que compõem o componente!)

$\lambda_{\text{bloco}} = 0,7 \text{ W/mK}$
 $\lambda_{\text{argamassa}} = 1,0 \text{ W/mK}$
 $R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$
 $R_{\text{ar}} = 0,16 \text{ m}^2\text{K/W}$

Camada 1)

$$R_1 = 1 / [R_{1,1} + R_{1,2}]$$

$$R_1 = 1 / [(f_A / (e_1 / \lambda_{\text{argamassa}})) + (1 - f_A) / (e_1 / \lambda_{\text{bloco}})]$$

$$R_1 = 1 / [19,32 / (0,007 / 1,0) + (17,93 + 62,74) / (0,007 / 0,7)]$$

$$R_1 = 0,0092 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Camada 2)

$$R_2 = 1 / [R_{2,1} + R_{2,2} + R_{2,3}]$$

$$R_2 = 1 / [(f_A / (e_2 / \lambda_{\text{argamassa}})) + (f_B) / (e_2 / \lambda_{\text{bloco}}) + f_C / R_{\text{ar}}]$$

$$R_2 = 1 / [19,32 / (3,5 / 0,7) + 17,93 / (3,5 / 0,7) + 62,74 / 0,16]$$

$$R_2 = 0,0768 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Camada 3)

$$R_3 = 1 / [R_{3,1} + R_{3,2}]$$

$$R_3 = 1 / [(f_A / (e_3 / \lambda_{\text{bloco}})) + (1 - f_A) / (e_3 / \lambda_{\text{bloco}})]$$

$$R_3 = 1 / [19,32 / (0,006 / 0,7) + (17,93 + 62,74) / (0,006 / 0,7)]$$

$$R_3 = 0,0079 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Camada 4)

$$R_4 = R_5$$

$$R_5 = 0,0092 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Camada 5)

$$R_1 = R_5$$

$$R_5 = 0,0092 \text{ m}^2\text{K/W}$$

R_{lower}:

$$R_{\text{lower}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$R_{\text{lower}} = 0,0092 + 0,0768 + 0,0079 + 0,0768 + 0,0092$$

$$R_{\text{lower}} = 0,3499 \text{ m}^2\text{K/W}$$

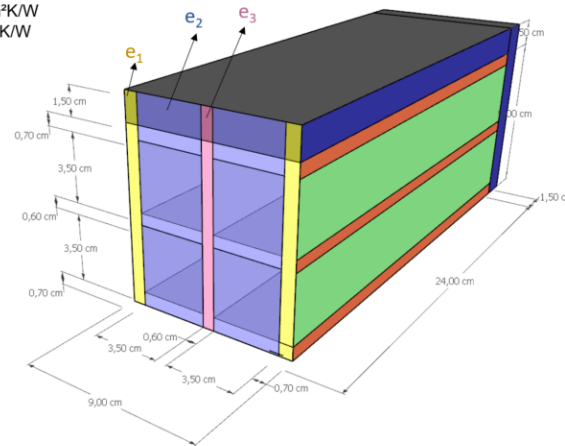


Figura 5 – Cálculo do R_{lower}.

Portanto, tem-se que a resistência total do componente é uma média aritmética simples das resistências pelas seções (R_{upper}) e pelas camadas (R_{lower}). Dessa forma:

$$R_{\text{total}} = \frac{R_{\text{upper}} + R_{\text{lower}}}{2}$$

Em que:

R é a resistência térmica (m²K/W);

E é a espessura do material (m);

λ é a condutividade térmica do material (W/mK).

Para o exemplo demonstrado:

$$R_{\text{total}} = \frac{0,3916 + 0,3499}{2} = 0,3707 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

Então:

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,3707} \therefore U = 2,6974 \frac{W}{m^2K}$$

Por fim, realiza-se a verificação de condição de aceitação da norma. O objetivo dessa verificação é constatar que a resistência pelas seções e a resistência pelas camadas não diferem excessivamente da resistência total obtida. Essa verificação é feita pelo coeficiente “e”:

$$e = \frac{(R_{upper} - R_{lower})}{2 \times R_{total}}$$

Caso haja uma diferença significativa ($e \geq 20\%$), há indicação que o componente possui pontes térmicas. Dessa forma, o componente não pode ser modelado pela NBR 15220/2022, e deve-se adotar a NBR 10211/2022, que orienta o cálculo da transmitância utilizando modelagem numérica. No caso exemplificado:

$$e = \frac{(0,3499 - 0,3916)}{2 \times 0,3707} \therefore e = 5,62\%$$

Portanto, o modelo é válido pela NBR 15220/2022 para o exemplo em questão.

4. Transmitâncias térmicas

Nesta seção apresenta-se A Tabela 3 apresenta os valores de transmitância térmica para as paredes. A memória de cálculo de cada componente é apresentada no Apêndice I deste documento. O valor da transmitância calculada pela NBR 15220/2022 (atualizada) é destacado em verde.

Tabela 3 – Valores de transmitância de Paredes.

PAREDE	U antigo [W/m²K]	U novo [W/m²K]	Diferença	Rupper	Rlower
1	2.780	2.7191	2%	0.381	0.355
3	2.970	2.827	5%	0.366	0.341
5	2.690	2.4818	8%	0.409	0.397
7	2.860	2.5709	10%	0.395	0.383
9	2.460	2.2699	8%	0.464	0.417
11	2.590	2.3469	9%	0.450	0.440
13	2.990	2.6974	10%	0.392	0.350
14	1.850	1.7308	6%	0.604	0.551
16	1.850	1.7757	4%	0.589	0.538
19	3.650	3.5858	2%	0.280	0.278
20	4.400	4.6843	6%	0.214	0.214
34	0.450	0.4146	8%	2.392	2.432
37	0.630	0.6142	3%	1.691	1.566
41	2.390	2.2629	5%	0.468	0.416

PAREDE	U antigo [W/m ² K]	U novo [W/m ² K]	Diferença	Rupper	Rlower
42	2.240	2.2108	1%	0.464	0.440
33.1	2.600	2.3256	11%	0.449	0.449
33.2	0.400	0.3691	8%	2.728	2.728
33.3	0.500	0.4764	5%	2.118	2.118
34.4	2.660	2.5606	4%	0.410	0.410
34.5	0.400	0.3746	6%	2.689	2.689
34.6	0.500	0.4855	3%	2.079	2.079

De forma análoga, a Tabela 4 apresenta os valores de transmitância para coberturas.

Tabela 4 – Valores de transmitância de Coberturas.

COBERTURA	U antigo [W/m ² K]	U novo [W/m ² K]	Diferença	Rupper	Rlower
1	3.730	4.000	7%	0.25	0.25
2	2.950	2.585	12%	0.39	0.38
4	2.050	2.121	3%	0.47	0.47
5	1.790	1.644	8%	0.61	0.61
8	1.940	1.741	10%	0.57	0.57
9	2.060	2.131	3%	0.47	0.47
10	1.790	1.644	8%	0.61	0.61
13	1.950	1.748	10%	0.57	0.57
18 A	0.550	0.585	6%	1.71	1.71
18 B	0.550	0.585	6%	1.71	1.71
18 C	0.550	0.585	6%	1.71	1.71
18 D	0.550	0.585	6%	1.71	1.71
19 A	0.550	0.464	16%	2.16	2.16
19 B	0.500	0.464	7%	2.16	2.16
19 C	0.500	0.464	7%	2.16	2.16
19 D	0.500	0.464	7%	2.16	2.16
20 A	0.700	0.611	13%	1.64	1.64
20 B	0.700	0.611	13%	1.64	1.64
20 C	0.700	0.611	13%	1.64	1.64
20 D	0.700	0.611	13%	1.64	1.64
21 A	0.600	0.480	20%	2.08	2.08
21 B	0.650	0.826	27%	1.21	1.21
21 C	0.600	0.826	38%	1.21	1.21
21 D	0.600	0.826	38%	1.21	1.21

5. Comparação entre valores NBR 15220/2005 e NBR 15220/2022

A comparação entre os valores de transmitância antigos (calculados pela NBR 15220/2005) e novos (calculados pela NBR 15220/2022) é apresentado na Figura 6 para as paredes, e na Figura 7 para as coberturas.

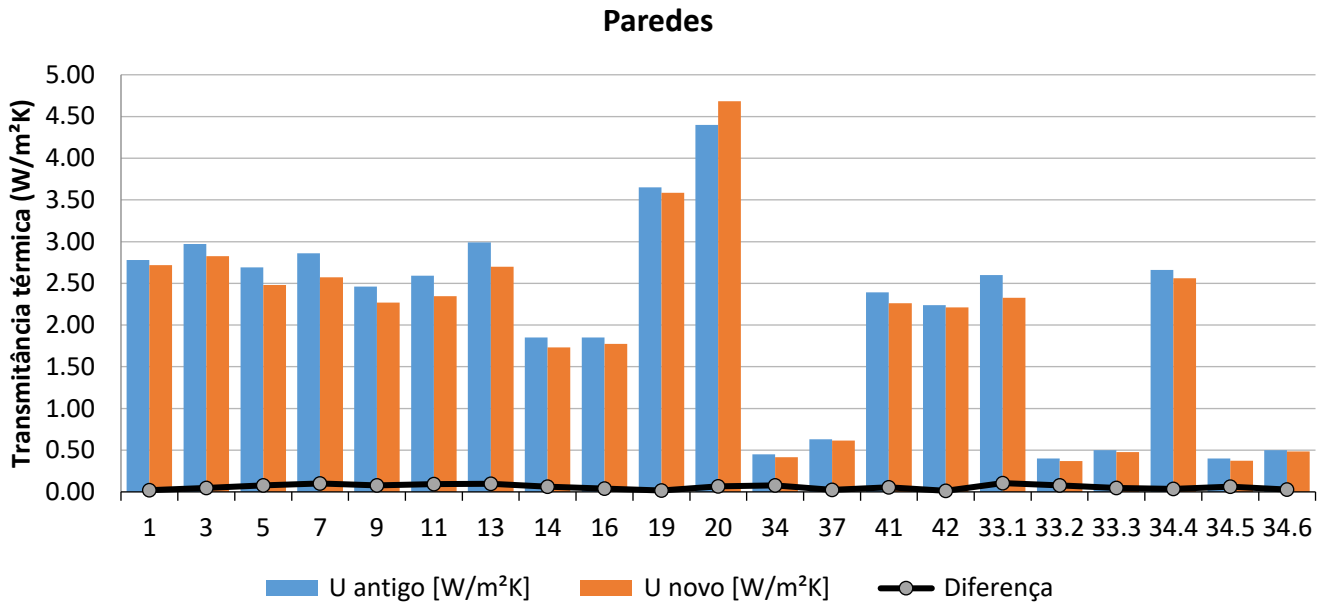


Figura 6 – Comparação das transmitâncias térmicas de **paredes**.

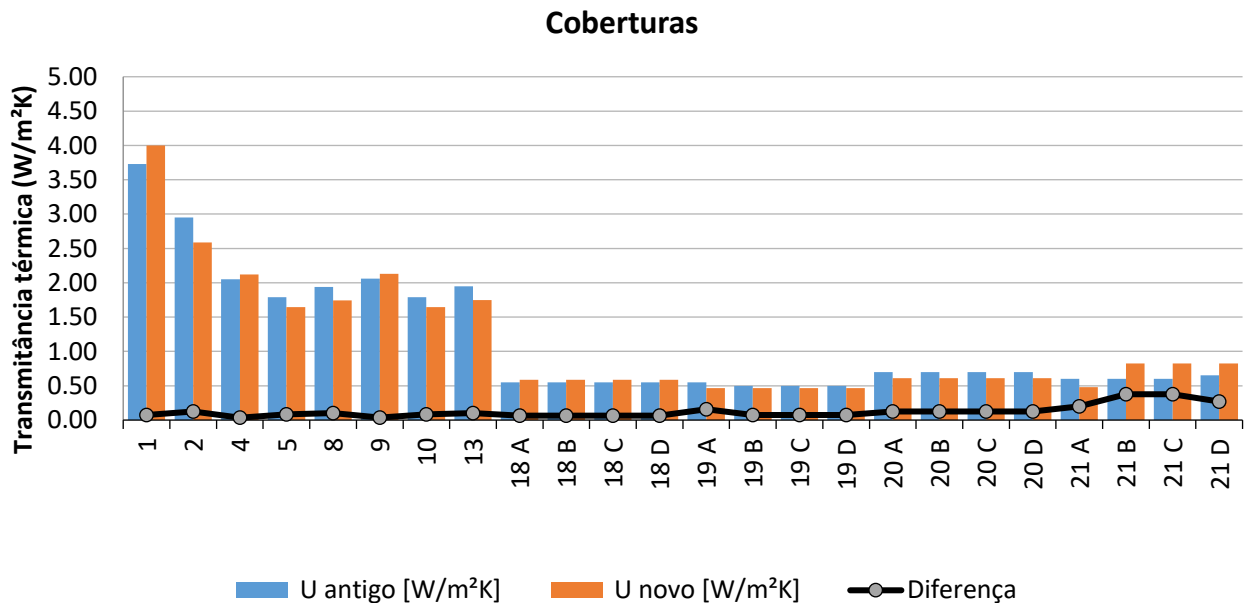


Figura 7 – Comparação das transmitâncias térmicas de **coberturas**.

Percebe-se pouca diferença significativa nas transmitâncias térmicas das paredes (Figura 6), variando de 1% a 14%, com a maioria dos valores ficando em torno de 6%. Notou-se que a maior parte dos componentes

tiveram seu valor anterior de resistência térmica entre o intervalo de R_{upper} e o R_{lower} calculados pela nova norma, o que pode indicar uma coesão nos resultados obtidos.

No caso das coberturas, nota-se uma diferença mais expressiva (Figura 7), variando de 1% a 28%. Nesse caso, nota-se claramente que as coberturas com menos isolamento térmico (componentes 1, 2, 4 a 9, e 17 a 19) apresentaram menor variação entre valores antigos e valores novos. Sendo que as coberturas com maior isolamento térmico apresentaram grandes variações (componentes 13, 14, 15, 20 e 21). Portanto, verifica-se que tanto a modelagem nova influenciou – uma vez que foi realizada uma modelagem mais detalhista – quando os valores de condutividade térmica atualizados, especialmente dos isolantes térmicos.

6. Considerações finais

Apresentou-se neste relatório o cálculo de transmitância térmica dos principais componentes construtivos apresentados no Anexo V do RAC. Estes valores servem como referência para a avaliação das condições de eficiência energética das edificações no Brasil.

A maioria das novas transmitâncias pode ser calculada utilizando o método da NBR 15220/2022. Avaliando-se a diferença com os valores anteriores (calculados pelo método da NBR 15220/2005), percebe-se que não há diferença significativa nos componentes de paredes, sendo que a diferença variou de 1% a 11% com diferença média de 6%. Nas coberturas, a diferença foi um pouco mais elevada, variando de 1% a 28%, com diferença média de 13%. Esta diferença deve-se não só pela diferença de modelagem, mas também pela diferença de valores de condutividade térmica, que também foram atualizados pela NBR 10456/2022. Ressalta-se que a diferença mais expressiva foi nos casos em que há maior presença de isolamento.

Por fim, é importante salientar que os cálculos aqui apresentados buscam representar condições típicas e médias, e buscam generalizar aplicações para facilitar a avaliação de eficiência energética das edificações. Dessa forma, não se enquadram os valores de transmitância para condições que diferem das aqui apresentadas, bem como caracterizações específicas (como cantos, pontes térmicas pontuais e 3D, entre outras). Condições de aplicação diferentes podem resultar em valores de transmitância térmica diferentes, e devem ser calculados especificamente com a NBR 15220/2022 ou NBR 10211/2022 quando aplicável.

Referências

- ABNT NBR ISO 10211. Pontes térmicas na construção civil — Fluxos de calor e temperaturas superficiais — Cálculo detalhado. 2022. ISBN 978-85-07-09123-3.
- ABNT NBR ISO 10456. Materiais e produtos de construção — Propriedades higrotérmicas — Valores e procedimentos de projeto tabulados para determinar valores térmicos declarados e de projeto. 2022. ISBN 978-85-07-09124-0.
- 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. 2005.
- ABNT NBR 15220-2. Desempenho térmico de edificações Parte 2 – Componentes e elementos construtivos das edificações — Resistência e transmitância térmica — Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). 2022.
- PBE Edifica. ANEXO DA PORTARIA INMETRO Nº 50/2013. ANEXO GERAL V – CATÁLOGO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DE PAREDES COBERTURAS E VIDROS. 2013 Disponível em: https://www.pbeedifica.com.br/anexos_rac.