



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Campus Universitário – Trindade
Florianópolis – SC – CEP 88040-900
Caixa Postal 476

LabEEE

**Laboratório de Eficiência Energética
em Edificações**

<http://www.labeee.ufsc.br> | e-mail: contato@labeee.ufsc.br
Telefones: (48) 3721-5184 / 3721-5185

Apoio:



**Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas
(v.4)**

Elaborado por:

Arq. Claudia Morishita
Marcio José Sorgato, M. Eng.
Rogério Versage, M. Arq.
Maria Andrea Triana, M. Arq.
Deivis Luis Marinoski, Dr. Eng. Civil
Prof. Roberto Lamberts, PhD.

Florianópolis, novembro de 2010.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta as propriedades térmicas de paredes e coberturas das tipologias mais utilizadas na construção de edificações residenciais. As propriedades apresentadas consistem transmitância térmica (U), capacidade térmica (C_T) e fator de calor solar (FCS), tendo sido este último calculado para três valores de absorvância distintos.

Os itens A.1 a A.5 correspondem à descrição das propriedades utilizadas para os cálculos, cujos resultados são apresentados nos itens A.6 e A.7.

Na tabela A.1 e A.2 são apresentadas as propriedades térmicas dos materiais construtivos utilizados nos componentes das paredes e coberturas, que correspondem densidade de massa aparente (ρ), condutividade térmica (λ) e calor específico (c).

A.1 Propriedades térmicas dos materiais construtivos utilizados para as paredes

Material	Propriedade térmica		
	Densidade de massa aparente (ρ)	Condutividade térmica (λ)	Calor específico (c)
	[kg/m ³]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]
Argamassa de assentamento	2000	1,15	1,00
Concreto (bloco e parede)	2400	1,75	1,00
Reboco	2000	1,15	1,00
Tijolo cerâmico	1600	0,90	0,92

Fonte: ABNT (2005).





A.2 Propriedades térmicas dos materiais construtivos utilizados para as coberturas

Material	Propriedade térmica		
	Densidade de massa aparente (ρ)	Condutividade térmica (λ)	Calor específico (c)
	[kg/m ³]	[W/(m.K)]	[J/(kg.K)]
Argamassa de reboco	2000	1,15	1,00
Cerâmica	2000	1,05	0,92
Concreto (laje)	2200	1,75	1,00
Fibrocimento	1900	0,95	0,84
Gesso	750	0,35	0,84
Madeira	600	0,15	1,34
PVC	1300	0,20	0,96
Telha metálica de aço	7800	55	0,46

Fonte: ABNT (2005).

A tabela A.3 apresenta os valores da resistência superficial externa (R_{SE}) e superficial interna (R_{SI}) utilizadas para os cálculos das transmitâncias.

A.3 Resistência térmica superficial interna e externa

R_{SI}		R_{SE}	
[(m ² .K)/W]		[(m ² .K)/W]	
Direção do fluxo de calor		Direção do fluxo de calor	
Horizontal	Descendente	Horizontal	Descendente
			
0,13	0,17	0,04	0,04

Fonte: ABNT (2005).

A tabela A.4 apresenta as condições de ventilação para as câmaras de ar utilizadas para as coberturas. São considerados dois tipos de ventilação para as câmaras de ar - pouco ou muito ventiladas - segundo sua posição.

A.4 Condições de ventilação para câmaras de ar

Posição da câmara de ar	Câmara de ar	
	Pouco ventilada	Muito ventilada
Horizontal (coberturas)	$S/A < 30$	$S/A \geq 30$

Onde:

S é a área total de abertura de ventilação, em centímetros quadrados;



L é o comprimento da parede, em metros;

A é a área da cobertura.

Fonte: ABNT (2005).

Em condições de verão (ganho de calor), a resistência térmica da câmara de ar ventilada deve ser igual a da câmara de ar não ventilada, apresentada na tabela A.5. Os valores da resistência térmica de câmaras de ar não ventiladas apresentados são válidos para uma temperatura média da camada entre 0°C e 20°C e com uma diferença de temperatura entre as superfícies limitantes menor do que 15°C.

A.5 Resistência térmica de câmaras de ar não ventiladas, com largura muito maior que a espessura

Natureza da superfície da câmara de ar	Espessura "e" da câmara de ar [cm]	Resistência térmica R_{ar}	
		[(m ² .K)/W]	
		Direção do fluxo de calor	
		Horizontal	Descendente
Superfície de alta emissividade $\epsilon > 0,8$	$1,0 \leq e \leq 2,0$		
	$2,0 \leq e \leq 5,0$	0,16	0,18
	$e > 5,0$	0,17	0,21

Notas:

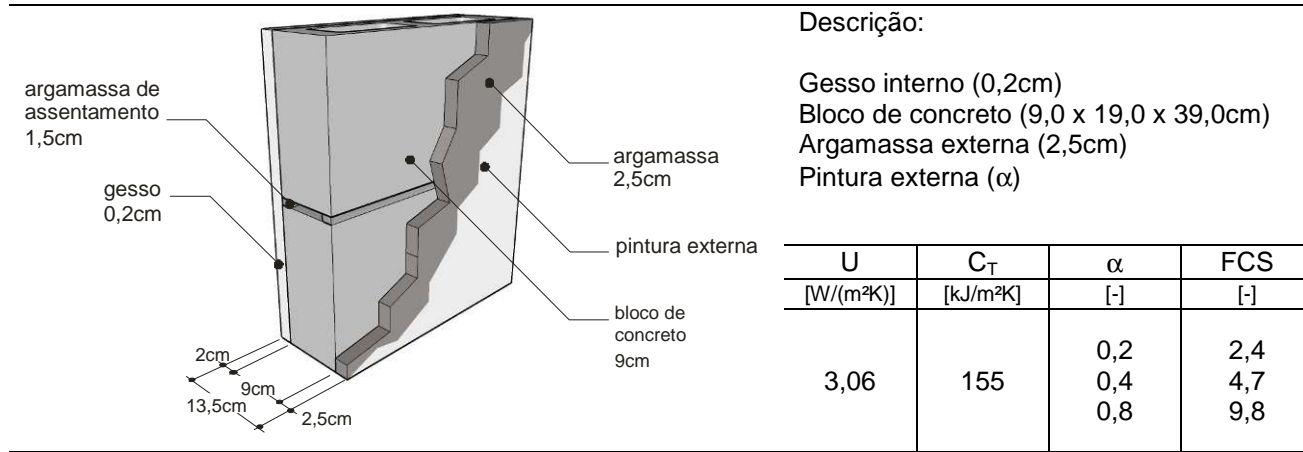
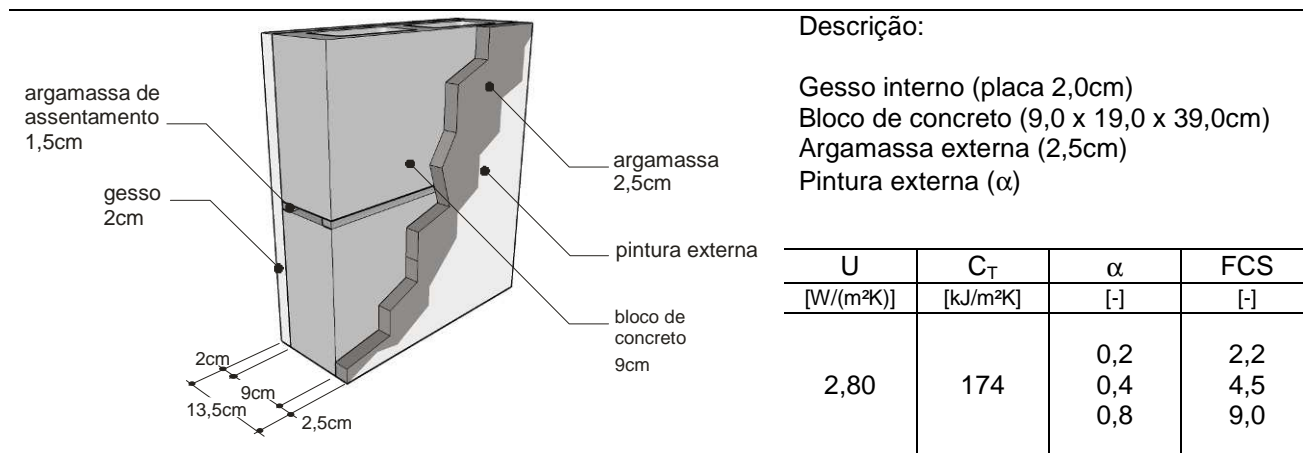
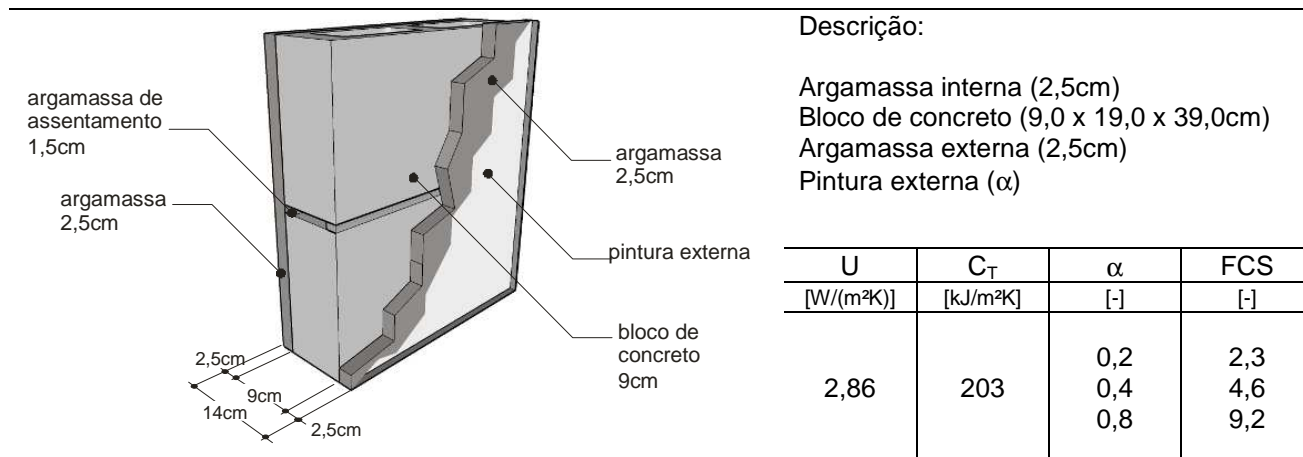
1. ϵ é a emissividade hemisférica total;

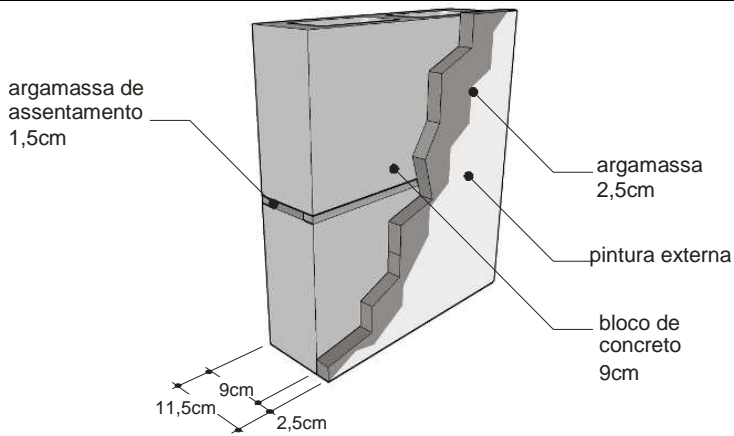
2. Os valores para câmaras de ar com uma superfície refletora só podem ser usados se a emissividade da superfície for controlada e previsto que a superfície continue limpa, sem pó, gordura ou água de condensação.

Fonte: ABNT (2005).

No item A.6 são apresentadas as propriedades térmicas calculadas para as paredes e no item A.7 as propriedades térmicas calculadas para as coberturas.

A.6 Imagens ilustrativas e propriedades

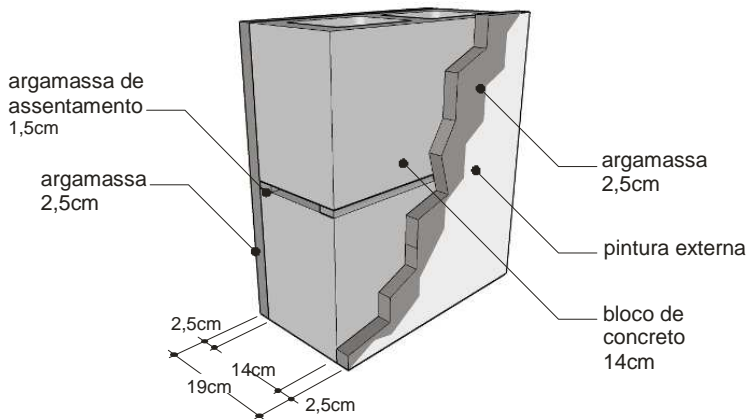




Descrição:

Sem revestimento interno
 Bloco de concreto (9,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

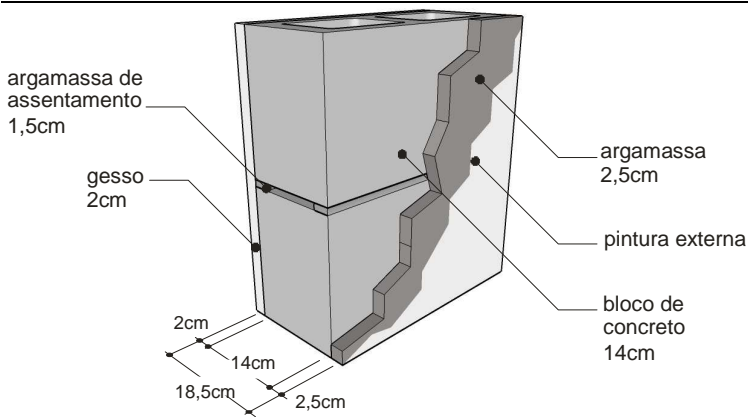
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
3,09	153	0,2 0,4 0,8	2,5 4,9 9,9



Descrição:

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

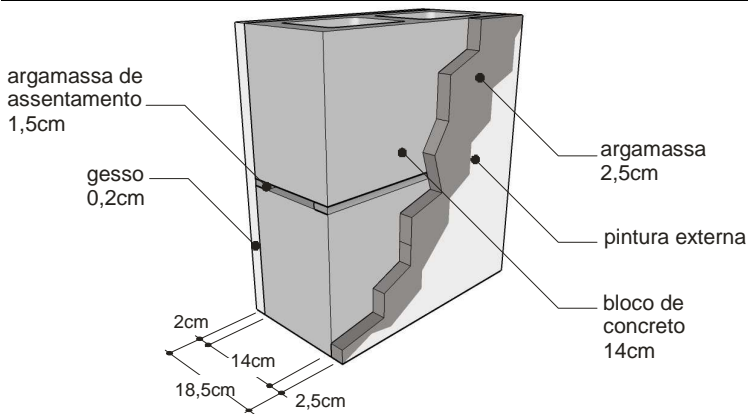
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
2,76	265	0,2 0,4 0,8	2,2 4,4 8,8



Descrição:

Gesso interno (placa 2,0cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

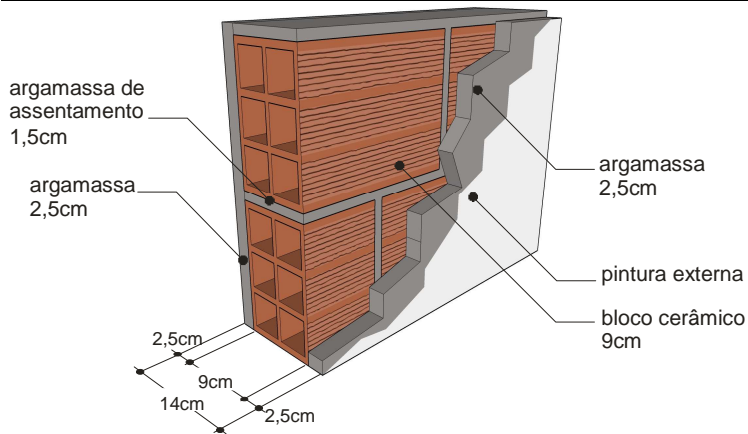
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
2,70	235	0,2 0,4 0,8	2,2 4,3 8,6



Descrição:

Gesso interno (0,2cm)
 Bloco de concreto (14,0 x 19,0 x 39,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

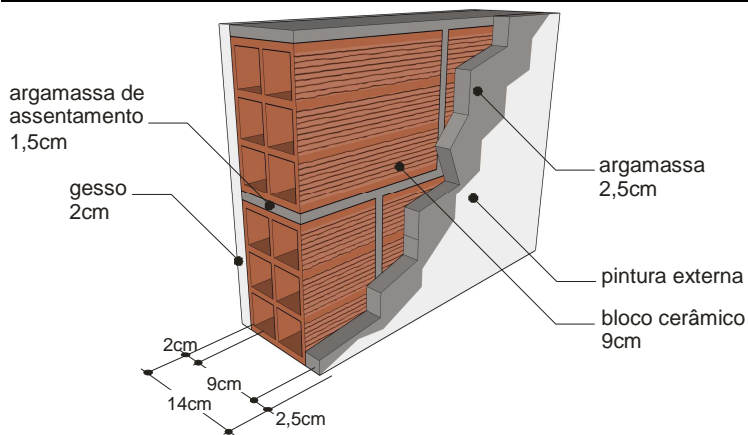
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
2,92	216	0,2 0,4 0,8	2,3 4,7 9,3



Descrição:

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

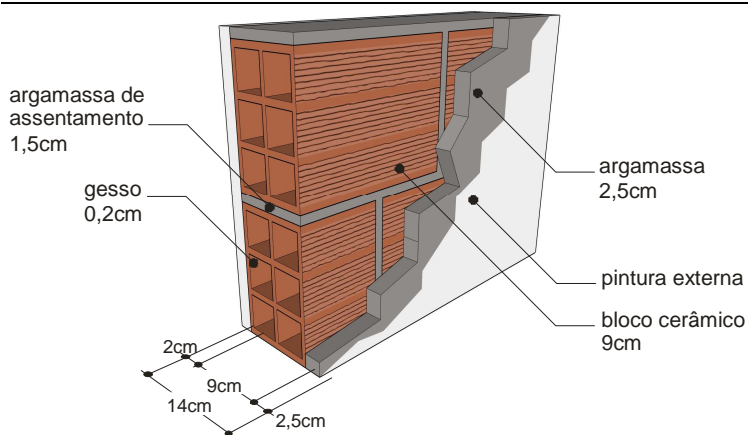
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
2,59	145	0,2 0,4 0,8	2,1 4,1 8,3



Descrição:

Gesso interno (placa 2,0cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

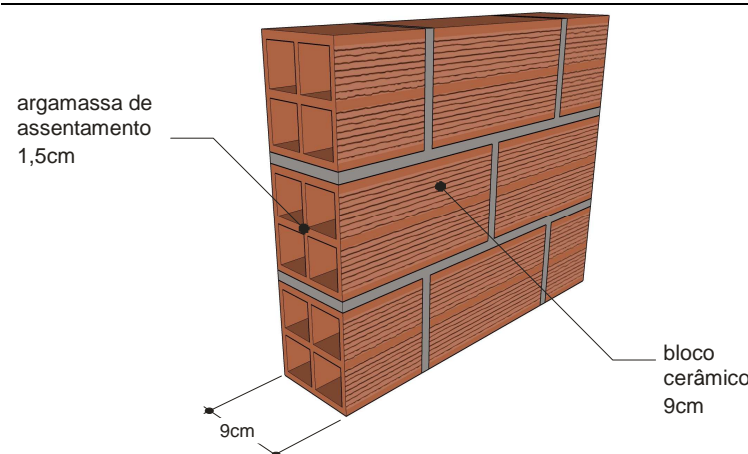
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
2,54	115	0,2 0,4 0,8	2,0 4,1 8,2



Descrição:

Gesso interno (0,2cm)
 Bloco cerâmico (9,0 x 14,0 x 24,0 cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

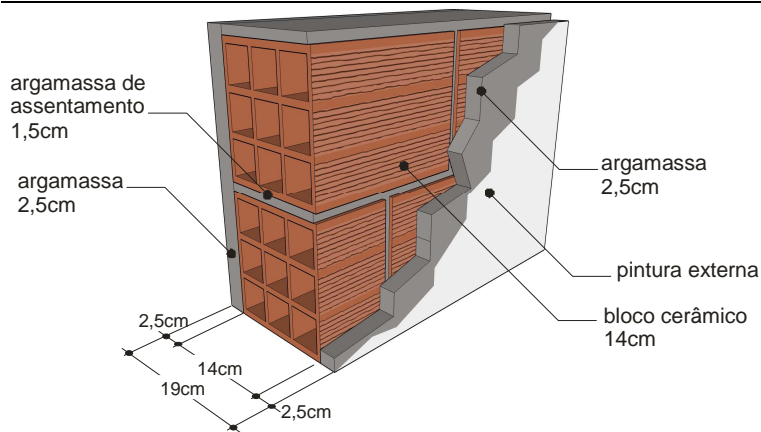
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
2,76	96	0,2 0,4 0,8	2,2 4,4 8,8



Descrição:

Sem revestimento interno
 Bloco cerâmico (9,0 x 9,0 x 24,0 cm)
 Sem revestimento externo

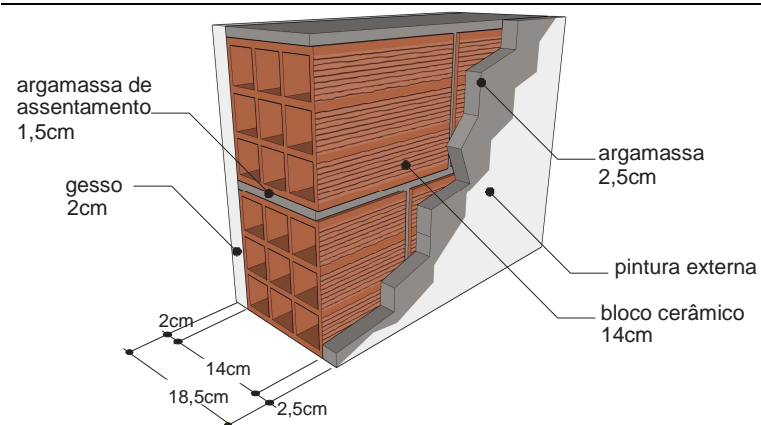
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
3,12	41	0,2 0,4 0,8	2,5 5,0 10,0



Descrição:

Argamassa interna (2,5cm)
 Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

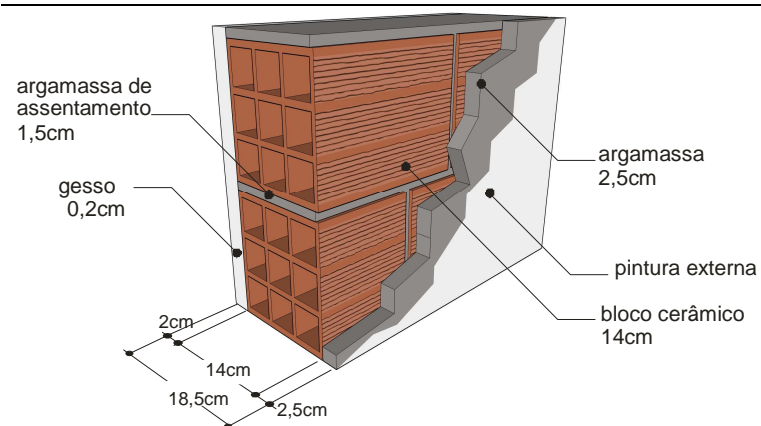
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
1,98	156	0,2 0,4 0,8	1,6 3,2 6,3



Descrição:

Gesso interno (placa 2,0cm)
 Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

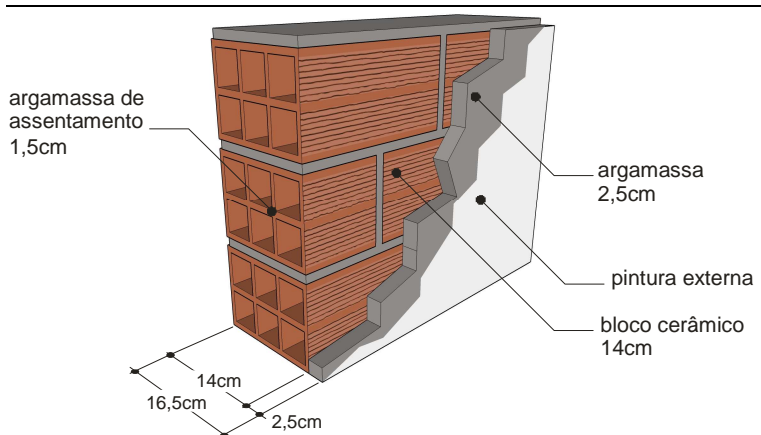
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
1,89	122	0,2 0,4 0,8	1,5 3,0 6,1



Descrição:

Gesso interno (0,2cm)
 Bloco cerâmico (14,0 x 19,0 x 29,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

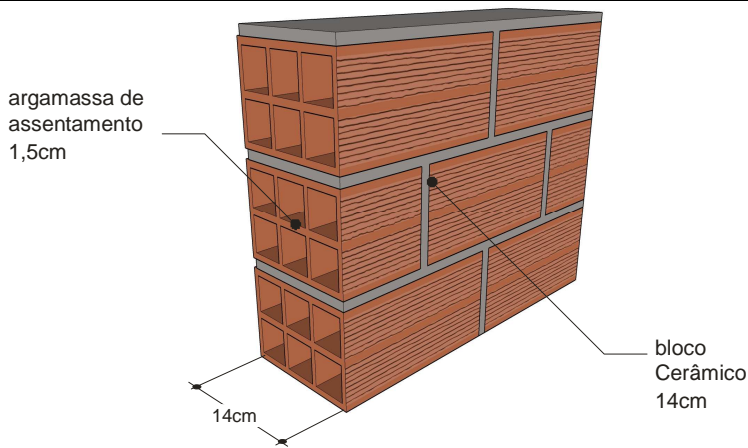
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
2,02	103	0,2 0,4 0,8	1,6 3,2 6,5



Descrição:

Sem revestimento interno
 Bloco cerâmico (14,0 x 14,0 x 29,0cm)
 Argamassa externa (2,5cm)
 Pintura externa (α)

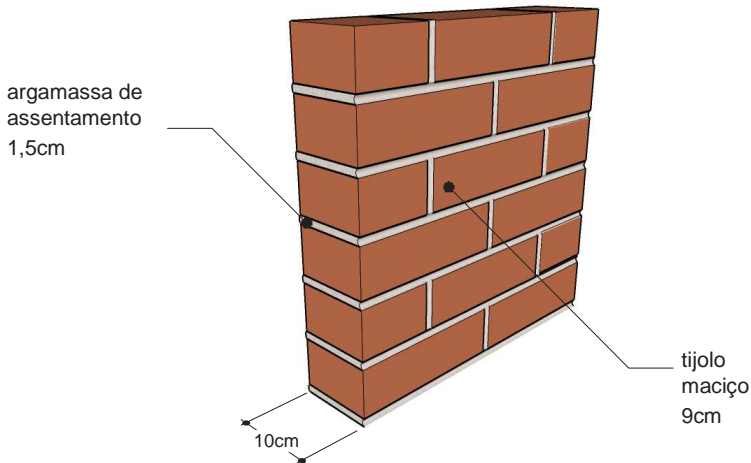
U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
2,09	103	0,2 0,4 0,8	1,7 3,3 6,7



Descrição:

Sem revestimento interno
 Bloco cerâmico (14,0 x 9,0 x 24,0cm)
 Sem revestimento externo

U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
2,49	55	0,2	2,0
		0,4	4,0
		0,8	8,0

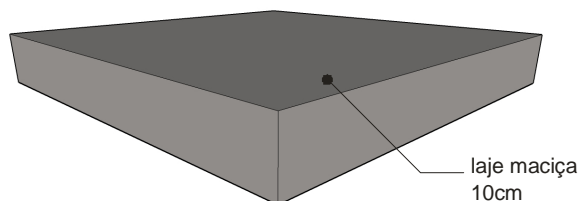


Descrição:

Sem revestimento interno
 Tijolo maciço (10,0 x 6,0 x 22,0cm)
 Sem revestimento externo

U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
3,70	149	0,2	3,0
		0,4	5,9
		0,8	11,8

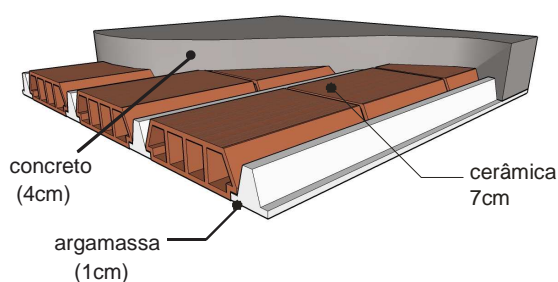
A.7 Imagens ilustrativas e propriedades



Descrição:

Laje maciça (10,0cm)
Sem telhamento

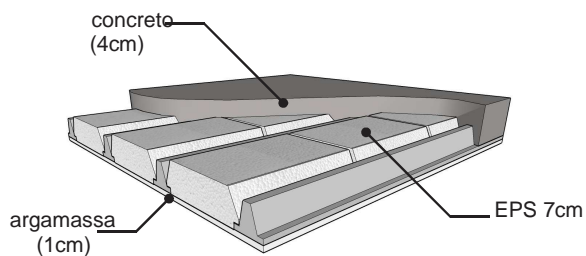
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
3,73	220	0,2	3,0
		0,4	6,0
		0,8	11,9



Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Sem telhamento

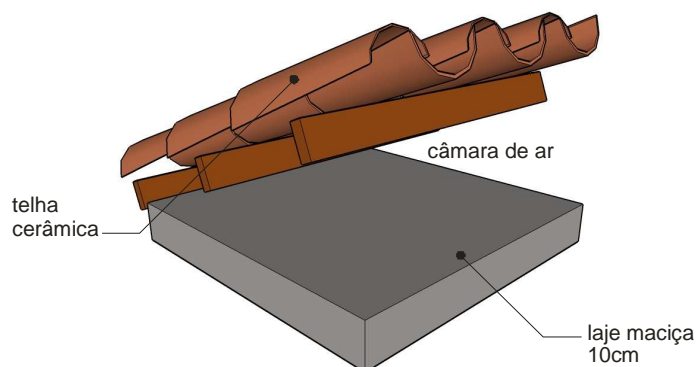
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
2,95	167	0,2	2,4
		0,4	4,7
		0,8	9,5



Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
EPS 7cm + argamassa 1cm)
Sem telhamento

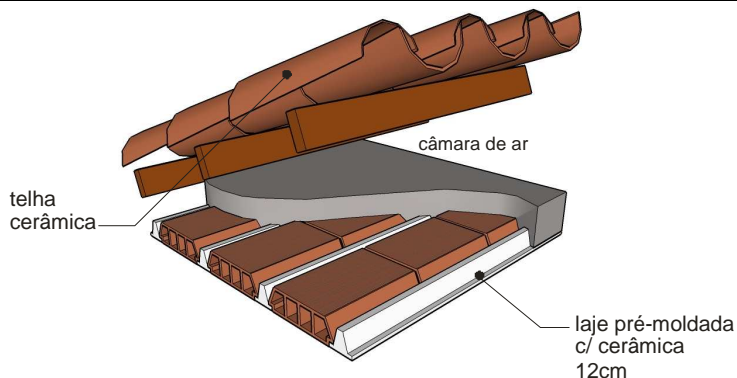
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
2,29	132	0,2	1,8
		0,4	3,7
		0,8	7,3



Descrição:

Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

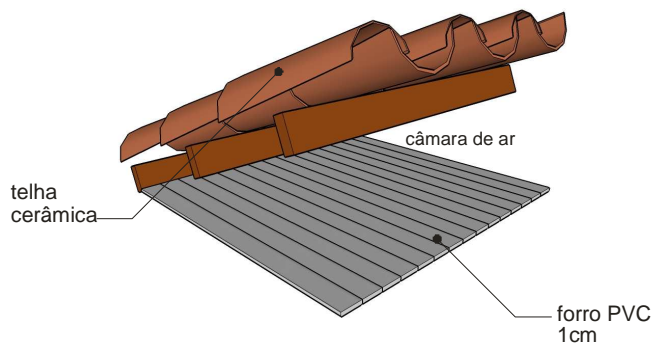
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
2,05	238,4	0,2	1,6
		0,4	3,3
		0,8	6,6



Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

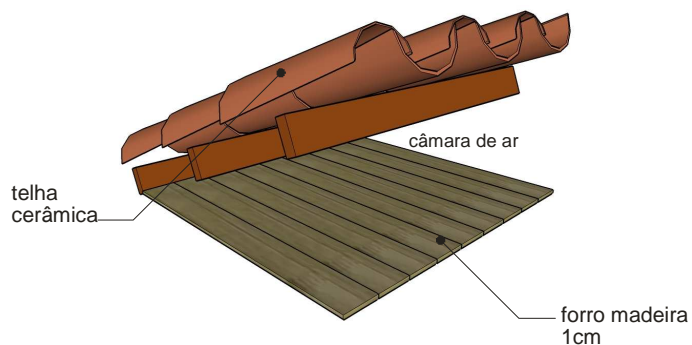
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
1,79	185	0,2	1,4
		0,4	2,9
		0,8	5,7



Descrição:

Forro PVC (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

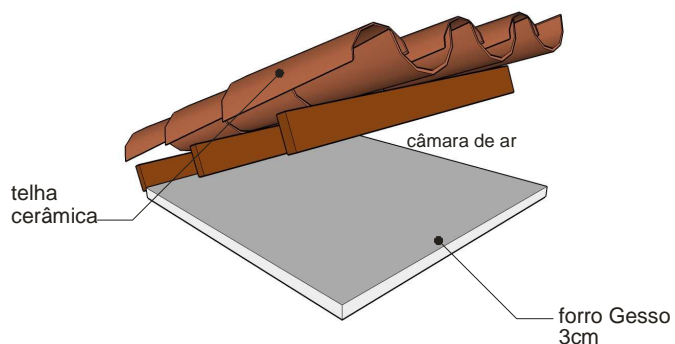
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
1,75	21,4	0,2	1,4
		0,4	2,8
		0,8	5,6



Descrição:

Forro madeira (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica

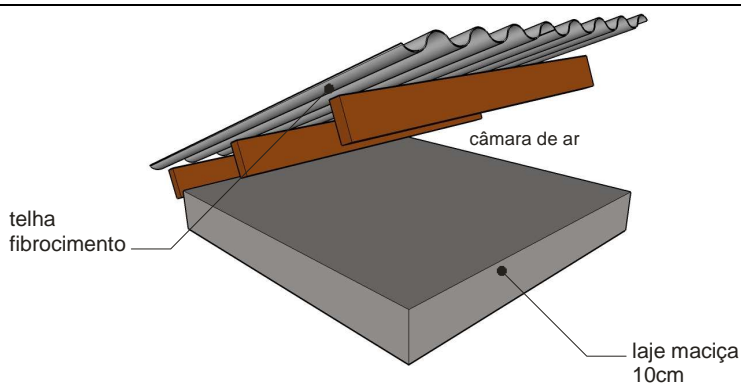
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
2,02	26,4	0,2	1,6
		0,4	3,2
		0,8	6,4



Descrição:

Forro gesso (3,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha cerâmica (1cm)

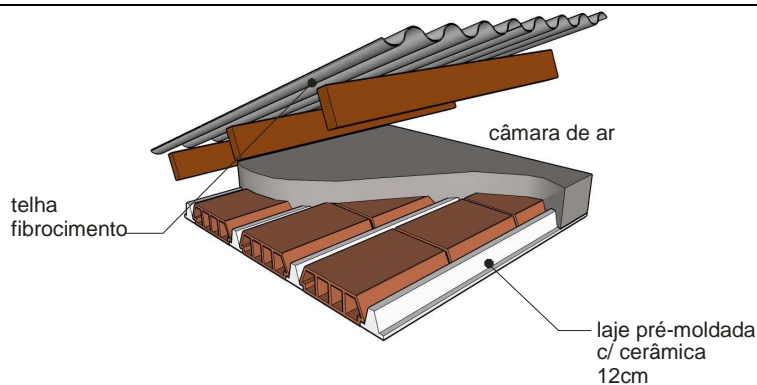
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
1,93	37,3	0,2	1,5
		0,4	3,1
		0,8	6,2



Descrição:

Laje maciça (10,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

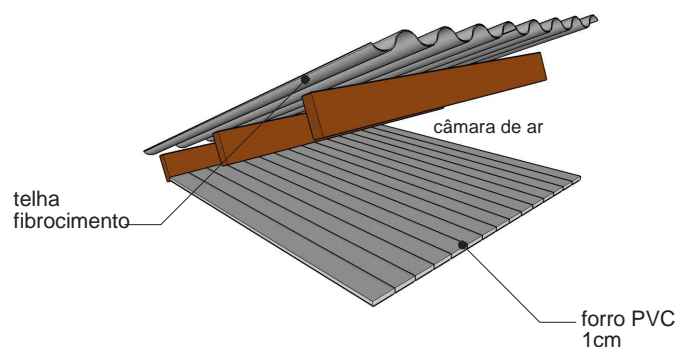
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
2,06	232,8	0,2	1,6
		0,4	3,3
		0,8	6,6



Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento 0,8cm

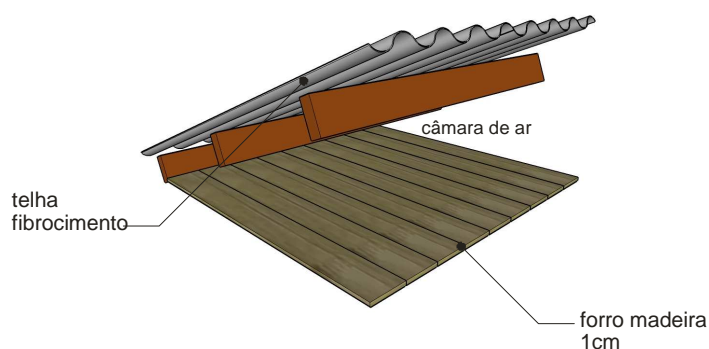
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
1,80	180	0,2	1,4
		0,4	2,9
		0,8	5,8



Descrição:

Forro PVC (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

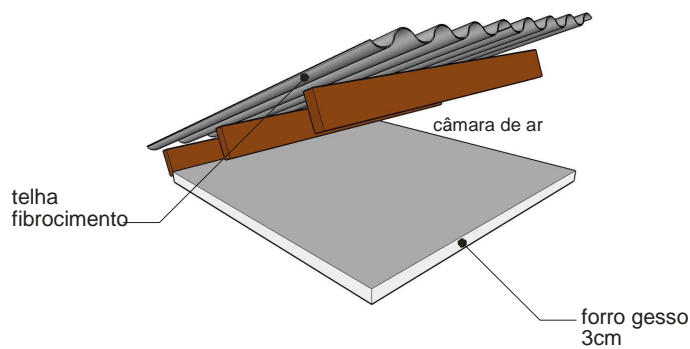
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
1,76	15,8	0,2	1,4
		0,4	2,8
		0,8	5,6



Descrição:

Forro madeira (1,0cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha fibrocimento

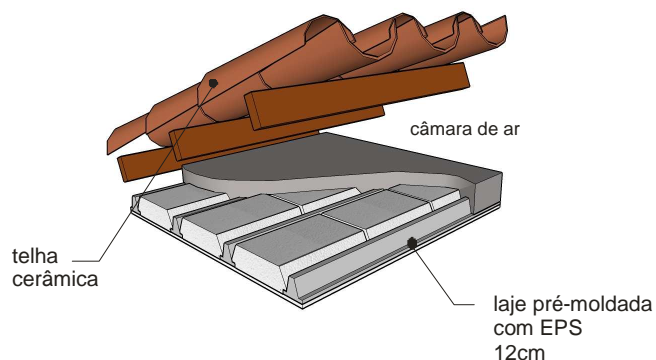
U	C _T	α	FCS
[W/(m²K)]	[kJ/m²K]	[-]	[-]
2,02	20,8	0,2	1,6
		0,4	3,2
		0,8	6,4



Descrição:

Forro gesso (3,0 cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha fibrocimento

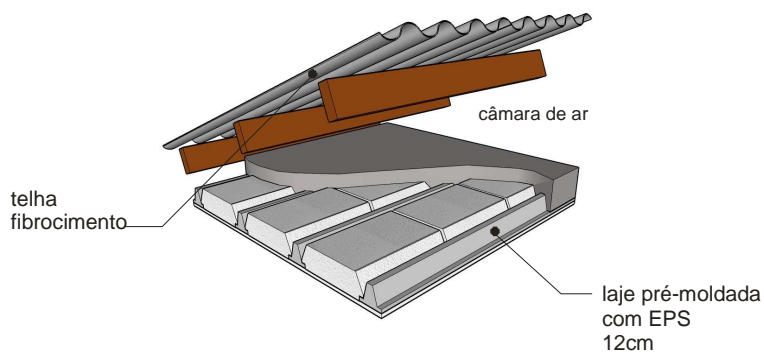
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
1,94	31,7	0,2 0,4 0,8	1,6 3,1 6,2



Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
 EPS 7cm + argamassa 1cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha cerâmica

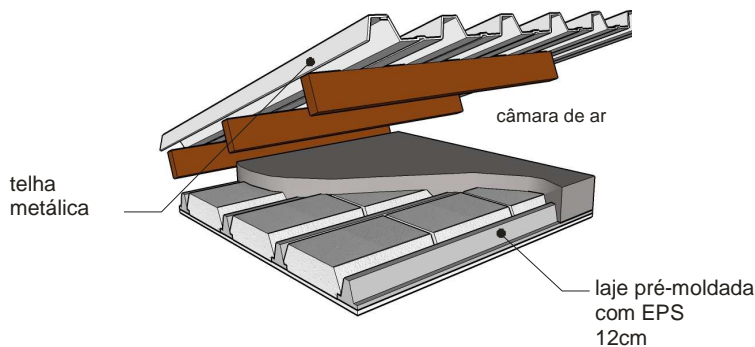
U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
1,52	150	0,2 0,4 0,8	1,2 2,4 4,9



Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
 EPS 7cm + argamassa 1cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha fibrocimento

U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
1,52	145	0,2 0,4 0,8	1,2 2,4 4,9



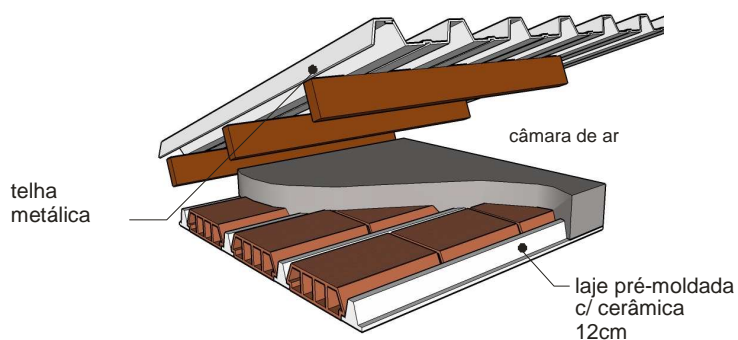
Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
 EPS 7cm + argamassa 1cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha metálica 0,6cm

U [W/(m²K)]	C _T [kJ/m²K]	α [-]	FCS [-]
1,54	134	0,2 0,4 0,8	1,2 2,5 4,9

Descrição:

Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm +
lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
Câmara de ar (> 5,0 cm)
Telha metálica 0,6cm



U [W/(m ² K)]	C _T [kJ/m ² K]	α [-]	FCS [-]
182	169	0,2	1,5
		0,4	2,9
		0,8	5,8

REFERÊNCIAS

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, 2005.