



Edição 2024 © GRX São Paulo

MANUAL DE
DESEMPENHO
ARGAMASSA
THERMO-X[®]

ÍNDICE



04

Quem somos
introdução

06

Inovação e solução
Argamassa THERMO-X®

08

Edificações
Habitacionais 01

12

Ensaio de aprovação
e classificação do produto

14

Propriedades
Térmicas

16

Propriedades
Acústicas

18

Ruído aéreo
e de impacto
em pisos
laje zero



26

Desempenho
Térmico

27

Desempenho
Térmico - Método
Simplificado

34

Desempenho
Térmico
Método Detalhado
(Simulação Computacional)

35

Desempenho
Térmico
Método Detalhado

Critérios de
Simulação CVN
Com Ventilação
Natural e SVN
Sem Ventilação
Natural HVAC

37

Desempenho
Térmico
Método Detalhado

Resultados das
Simulações

Zonas
Bioclimáticas 1 a 8

46

Resultado das
Simulações

50

Dados
Construtivos

54

Cases de
Sucesso



A GRX São Paulo e a ERX são empresas que fazem parte do mesmo Grupo.

A **GRX São Paulo** foi fundada em 12 de agosto de 1992 para fabricar e comercializar produtos para proteção radiológica e argamassas especiais. Atende ao segmento médico, industrial e construção civil em geral.

Pensando nas necessidades específicas de cada cliente, se tornou nos últimos anos uma empresa inovadora e criativa. Além da fabricação da linha padrão de produtos, desenvolve projetos especiais personalizados para um mercado exigente, que se encontra em franca expansão.

Na linha de argamassas especiais a principal é a **THERMO-X[®] Argamassa Térmica, Acústica e Antichamas**. Um produto inovador, atende à norma de desempenho proporcionando conforto térmico, isolamento acústico e proteção passiva (resistente ao fogo).



1992



Inovação e Solução

As argamassas vem passando ao longo dos anos por uma constante e significativa evolução tecnológica

A **THERMO-X**[®] proporciona maior conforto térmico, acústico e proteção passiva nas construções residenciais, comerciais e industriais. A sua eficiência térmica permite reduzir o consumo de energia, diminuindo o uso de aparelhos de ar-condicionado e/ou calefação. A argamassa **THERMO-X**[®] é um produto inovador que atende plenamente as expectativas do mercado. É ambientalmente benigno porque poupa energia em porcentagens elevadas.

Para as aplicações principais—atenuação térmica, atenuação acústica e proteção passiva—a argamassa **THERMO-X**[®] adere muito bem nas paredes das edificações construídas com alvenaria convencional (tijolo), gesso acartonado (drywall), steel frame, concreto, e estruturas metálicas em geral. Seguidas as orientações de preparar **THERMO-X**[®] pode ser utilizada para proteção passiva de edificações residenciais, comerciais e industriais construídas em alvenaria convencional (tijolo), gesso acartonado (drywall), steel frame, concreto e estruturas metálicas em geral.



Em 2013 com o advento da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575—Edificações habitacionais—Desempenho, levou todo o mercado da construção a buscar novas soluções para atender os requisitos desta norma que até então não existiam.

O **Grupo GRX SP** desde a publicação desta norma buscou o desenvolvimento, ensaios, avaliações técnicas, estudos e pesquisas, que levassem a uma argamassa que pudesse atender as necessidades mais visíveis de desempenho das edificações—Térmico, Acústico e Resistência ao Fogo.

Deste esforço contínuo chegou a um produto inovador a argamassa **THERMO-X**.®

Este Manual apresenta de forma objetiva, com fundamentos técnicos e científicos e de produção independente, os dados de caracterização de desempenho de sistemas construtivos utilizando a **THERMO-X**.® em seus revestimentos.

Com a nova versão da NBR 15575:2021, especialmente no âmbito do desempenho térmico, a **THERMO-X**.® vem contribuindo ainda mais para atender às novas exigências, que passam pelo conforto térmico e pela eficiência energética com a redução da carga térmica, viabilizado o atingimento dos níveis de desempenho INTERMEDIÁRIO e SUPERIOR com baixo investimento.



José Aparecido de Oliveira

Engenheiro elétrico e MBA em Gestão de Projetos
Especialista na norma de desempenho NBR 15575
Consultor de projetos de eficiência energética
Diretor da CUBE BRAZIL - Consultoria e Serviços de Engenharia

A Argamassa THERMO-X.® é um composto particulado indicada para isolamento térmico, acústico e proteção passiva de edificações em geral. **Isolamento térmico:** Paredes e lajes que com grande incidência solar ou localizadas em regiões com invernos rigorosos. **Isolamento acústico:** Paredes de divisão de ambientes e pisos de apartamentos, edificações em regiões de alta urbanização (ruidos de automóveis, aeronaves ,etc), laboratórios de testes etc. **Proteção passiva contra incêndio:** Nas paredes do poços de elevadores e de escadarias dos edifícios, perfis metálicos estruturais de edificações em geral e nas paredes cimentícias de edificações em geral.



Desempenho das
**Edificações
Habitacionais**

01



Desempenho dos sistemas construtivos e o papel das argamassas

1.1 Conceitos fundamentais

A ABNT NBR 15575 apresenta uma lista de requisitos dos usuários, lista esta utilizada para o estabelecimento dos requisitos e critérios.

A Norma estabelece 13 requisitos, distribuídos em três grupos:

- — **Segurança**
- — **Habitabilidade**
- — **Sustentabilidade**

- — **Segurança (3):**

Segurança estrutural, segurança contra fogo e segurança no uso e na operação.

- — **Habitabilidade (7):**

Estanqueidade, desempenho térmico, desempenho acústico, desempenho lumínico, saúde, higiene e qualidade do ar, funcionalidade, acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico.

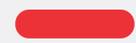
- — **Sustentabilidade:**

Durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental.

Para alguns desses requisitos foram estabelecidos níveis de desempenho Mínimo (M) e para outros os níveis Intermediário (I) e Superior (S).

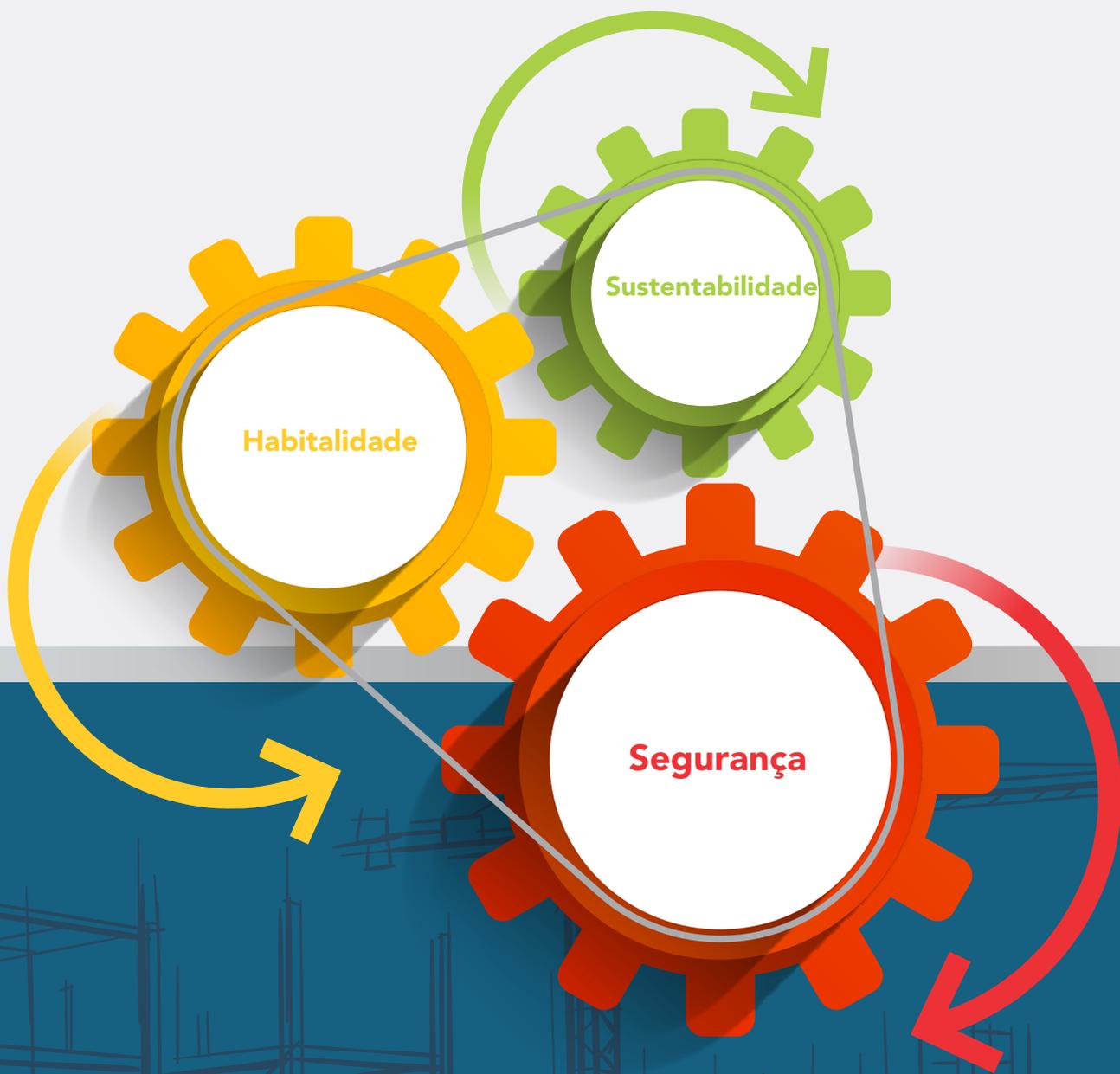
Cabe ao fornecedor de sistemas caracterizar o desempenho de acordo com esta Norma, aplicando-se os respectivos métodos de avaliação dospostos nas suas diferentes partes 1 a 6.

A argamassa tem um função importante nos **SVVIE—Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externa, SP—Sistemas de Pisos e SC—Sistemas de Cobertura**, associado ao desempenho acústico, térmico, reação e resistência ao fogo e durabilidade, entre outros.

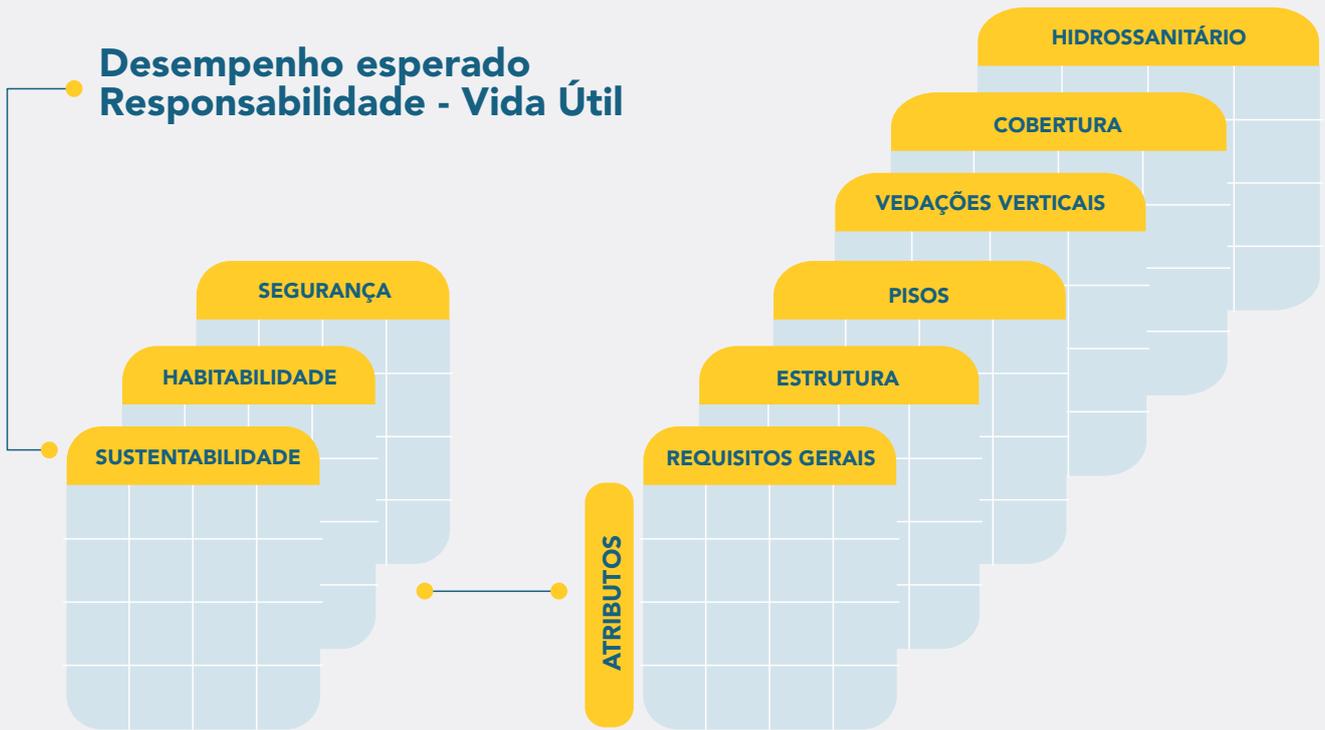


Estrutura da

Norma de Desempenho



Desempenho esperado Responsabilidade - Vida Útil



3 Grandes Filtros

Requisitos
Necessidades
dos Usuários

Sistemas / Parte Funcional da Edificação

Abordagem Prescritiva

Abordagem baseada
no desempenho

Fonte: Caderno Técnico AsBEA - RS:Norma de Desempenho



Ensaio de aprovação e classificação do produto

02



NBR 13.276:2016

Índice de consistência: (Ic)= 257 mm
 Teor de Água= 72%
 Classificação: n/a
 Relatório IFB (CRL 0003) - REV 313.260/1/A/18
 Ensaios de aprovação e classificação do produto - NBR 13281:2005

NBR 13.277:2005

Retenção de Água (%): 84%
 Classificação: U3 (80 A 90%)
 Relatório IFB (CRL 0003) - REV 313.260/2/A/18

NBR 13.278:2005

Densidade de massa (D)= 1332 kg/m³
 Teor de ar incorporado= 54%
 Classificação: D2 (1200 a 1600 kg/m³)
 Relatório IFB (CRL 0003) - REV 313.260/3/A/18

NBR 15.259:2005

Coefficiente de Capilaridade: 2,14 (g/dm² min ½)
 Classificação: C6)> >102,14 (g/dm² min ½)
 Relatório IPT (CRL 0111) - 1 040 360 203

NBR 13.279:2005

Resistência a tração na flexão (Rf)
 Rf médio= 1,5 MPa; Desvio Rf (< 0,3 MPa) = 0,0 MPa
 Resistência a tração na compressão (Rc)
 Rc médio= 2,9 MPa; Desvio Rc (< 0,5 MPa) = 0,1 MPa
 Classificação: R3 (1,5 a 2,7 MPa); P3 (2,5 a 4,5 MPa)
 Relatório IFB (CRL 0003) - REV 313.260/4/A/18

NBR 13.280:2005

Densidade de massa aparente no estado endurecido: 814 kg/m³
 Classificação: M1 (<1200 Kg/m³)
 Relatório IFB (CRL 0003) - REV 313.260/5/A/18

NBR 15.258:2005

(Adaptado com placa cerâmica)
 Resistência Potencial de Aderência a Tração (Rpt):
 Rpt médio= 0,4 MPa; 100% Ruptura na argamassa (A)
 Classificação: A3 (≥ 0,30 MPa)
 Relatório IFB (CRL 0003) - REV 313.450/18

CLASSIFICAÇÃO

P3	Resistência a tração na Compressão = 2,5 a 4,5 MPa - MÉDIA
M1	Densidade de massa aparente no estado endurecido = 1200 a 1600 kg/m ³ - MUITO BAIXA
R3	Resistência a tração na flexão = 1,5 a 2,7 MPa - MÉDIA
C6	Coefficiente de Capilaridade = > 10 g/dm ² min ½ - ALTO
D2	Densidade de massa e Teor de ar incorporado: 1200 a 1600 kg/m ³ - MUITO BAIXA
U3	Retenção de Água (%): 80 a 90% - MÉDIA/BAIXA
A3	Resistência Potencial de Aderência a Tração: ≥ 0,30 MPa - ALTA

Propriedades térmicas

03





CONDUTIVIDADE TÉRMICA

(ASTM 177:2004)

Temp. Face Quente: 35,5 a 85,5°C - Média 25,3°C

Temp. Face Fria: 15,5 a 65°C - Média 75°C

Condutividade Térmica: 0,19 a 0,25 (W/m.K)

Relatório IPT (CRL 0111) - 1 040 360 203

Relatório ITT(Unisinos) - 3340/2019



CALOR ESPECÍFICO

(Capacidade calorífica)

820 a 880 (J/kg K)

Relatório ITT(Unisinos) - 3340/2019



DENSIDADE

(Capacidade calorífica)

687 a 716 (Kg/cm³)

Relatório ITT(Unisinos) - 3340/2019



ABSORTÂNCIA SOLAR

0,30 a 0,50 (equivalente ao reboco claro)

NBR 15220-2:2005



EMISSIVIDADE

0,85 a 0,95 (alta -equivalente ao reboco claro)

NBR 15220-2:2005



COMBUSTIBILIDADE

Incombustível, atendendo as exigências de liberação de calor, desenvolvimento de
chamas e perda de massa

NBR 16626:2017 - IT nº 10:2011 - CBESP

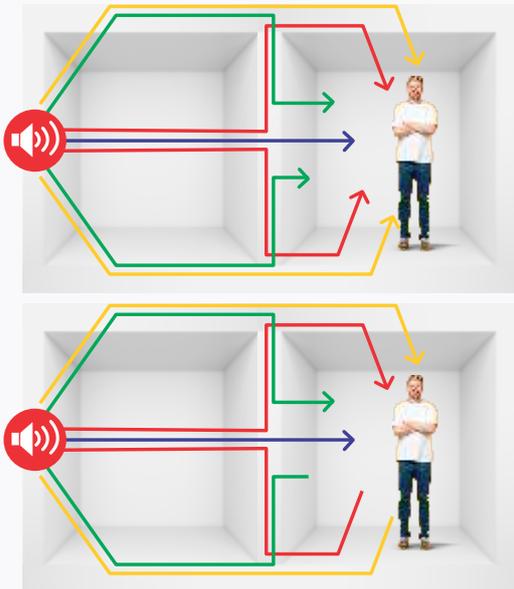
Relatório ITT (UNISINOS) - 3110/2019

Propriedades acústicas

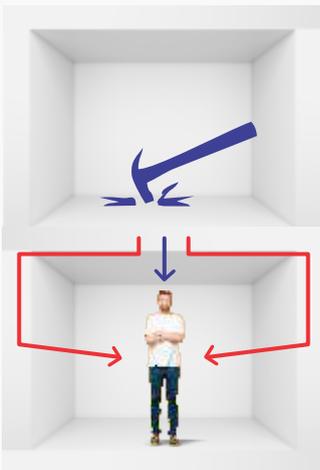
04



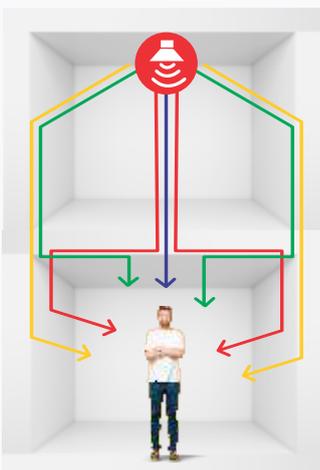
Propriedades acústicas



CRITÉRIO PAREDE	AÉREO DnT,w dB	NÍVEL DE DESEMPENHO
Paredes entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	≥ 55	SUPERIOR
	50 a 54	INTERMEDIÁRIO
	45 a 49	MÍNIMO
Paredes entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de ambientes não ser dormitório	≥ 50	SUPERIOR
	45 a 49	INTERMEDIÁRIO
	40 a 44	MÍNIMO



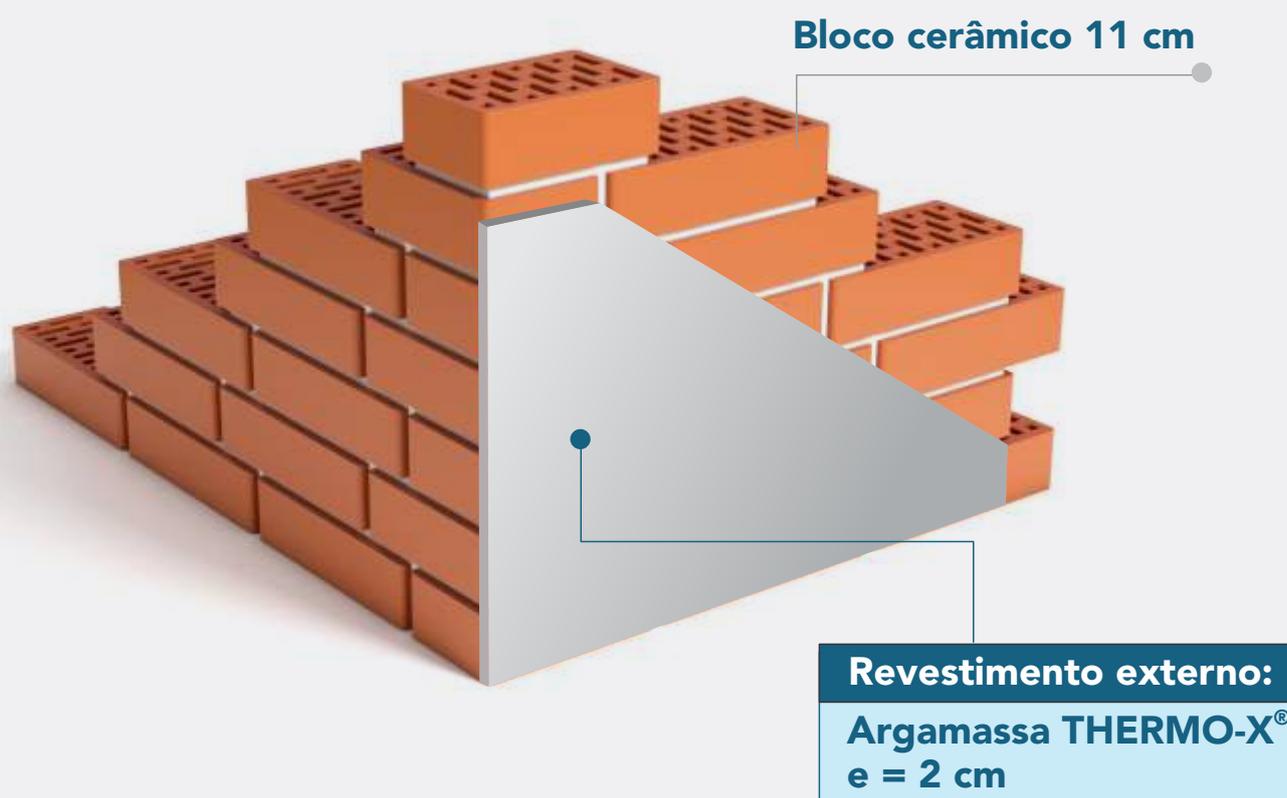
CRITÉRIO PISOS	IMPACTO L'nT,w dB	NÍVEL DE DESEMPENHO
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	≤ 55	SUPERIOR
	56 a 65	INTERMEDIÁRIO
	66 a 80	MÍNIMO



CRITÉRIO PISOS	AÉREO DnT,w dB	NÍVEL DE DESEMPENHO
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório	≥ 55	SUPERIOR
	50 a 54	INTERMEDIÁRIO
	45 a 49	MÍNIMO

Ruído aéreo entre paredes de geminação entre unidades distintas com e sem dormitório

ENSAIO DE PAREDES	TIPOLOGIA ENSAIADA	RESULTADO
1 Relatório IPT* n° 1 083 144-203 *CRL 0111 CGCRR/INMETRO	PAREDE: bloco cerâmico leve (61Kg/m ³), 6 furos de 11 cm de espessura (13 x 11 x 24), assentados com argamassa comum, juntas verticais e horizontais preenchidas. REVESTIMENTO: revestimento com argamassa de 2 cm de espessura em uma das faces.	D_{nT,w} = 37 dB equivalente R_w = 40 dB MÍNIMO (Parede em que não haja dormitório)



RUÍDO AÉREO EM PAREDES

$R_w = 40 \text{ dB}$ ($\Delta R_w = -5 \text{ dB}$ estimado)

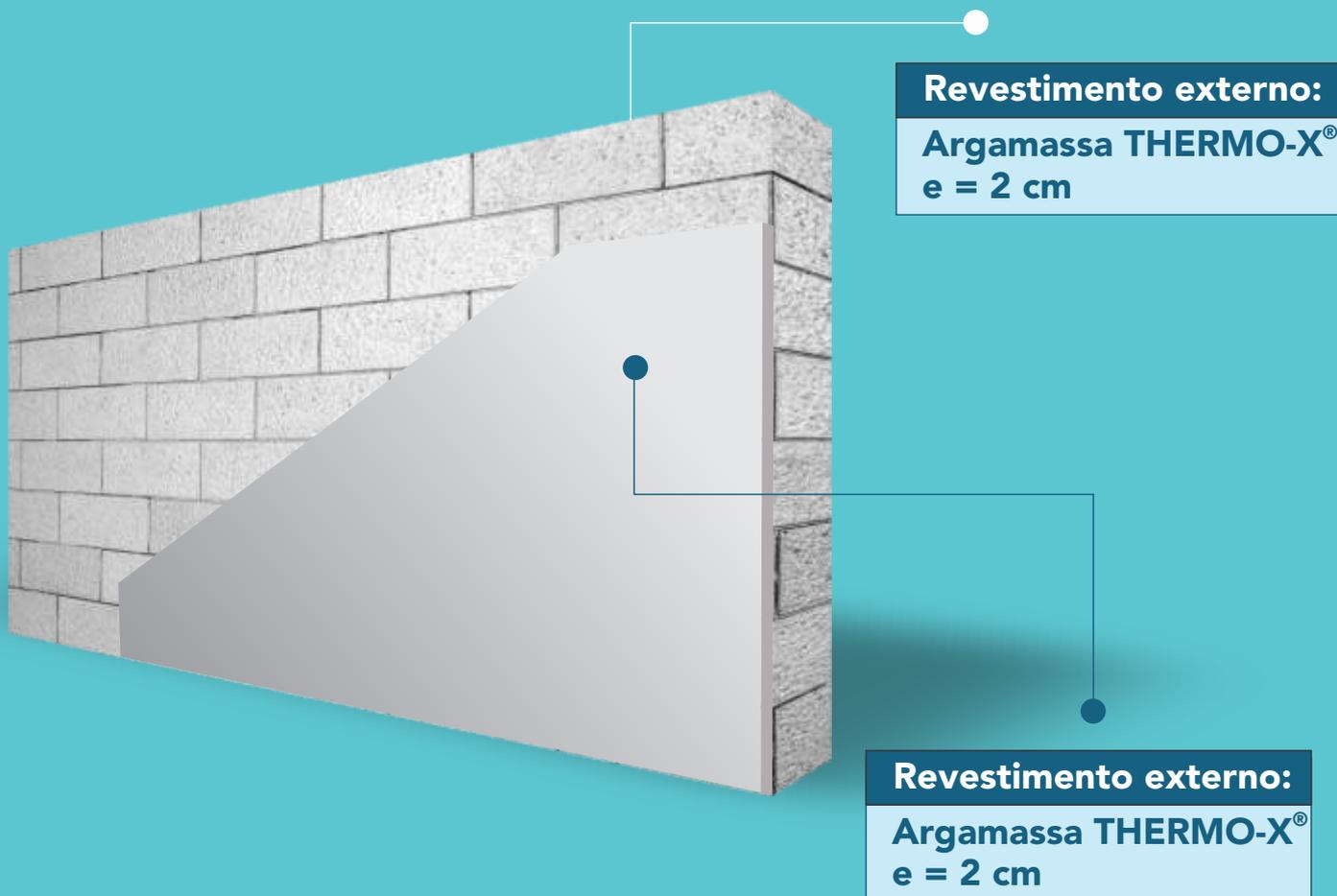
Amostra: Parede de bloco cerâmico 6 furos L=13; H=11; C= 24 cm revestida com 2 cm de argamassa

THERMO-X[®] em uma face e sem revestimento na outra face.

Relatório IPT (CRL 0111) - 1 083 144 2013



ENSAIO DE PAREDES	TIPOLOGIA ENSAIADA	RESULTADO
<p>2</p> <p>Relatório ECHO ACÚSTICA * nº 722-ACU-LD-001-SVVI-R00 *CRL 1701 CGCRR/INMETRO</p>	<p>PAREDE: Bloco de concreto estrutural, esp.: 14 cm e 6 fbk, assentados com argamassa comum, juntas verticais e horizontais preenchidas.</p> <p>REVESTIMENTO: 2 cm de argamassa THERMO-X® em ambos os lados. Cliente: MM Cortes</p> <p>EMPREENHIMENTO: Residencial Monte Belo Amostra: Torre 3 – Térreo Dormitório 02 Final 02 x Dormitório 02 Final 01</p>	<p>DnT,w = 48 dB equivalente Rw= 45 dB MÍNIMO (Parede em que haja dormitório)</p>



Ruído aéreo e de impacto em pisos laje zero

Isolamento a ruído de impacto em pisos - laje zero

Isolamento a ruído de impacto:

$L_nT, w = 65 \text{ dB}$ ($\Delta L_nT, w = 17 \text{ dB}$, estimado)

Relatório:

EA nº VER ACU LD 001 IMPA R00

Atenuação de ruído aéreo em pisos - laje zero

Isolamento a ruído de impacto:

$DnT, w = 47 \text{ dB}$ ($\Delta DnT, w = -5 \text{ dB}$)

Relatório:

EA nº VER ACU LD 001 AERE R00

Ruído aéreo e de impacto em pisos laje zero

ENSAIO DE PISOS	TIPOLOGIA ENSAIADA	RESULTADO
3 Relatório ECHO ACÚSTICA* n° VER-ACU-LD-002-AERE-R00 *CRL 1701 CGCRR/INMETRO	Laje de concreto armado h=13 cm Contrapiso argamassa THERMO-X de 2 a 2,5 cm	RUÍDO AÉREO DnT,w = 47 dB NÍVEL MÍNIMO (Pisos entre dormitórios e unidades distintas)
4 Relatório ECHO ACÚSTICA* n° VER-ACU-LD-001-IMPA-R00 *CRL 1701 CGCRR/INMETRO	Laje de concreto armado h=13 cm Contrapiso argamassa THERMO-X de 2 a 2,5 cm	RUÍDO DE IMPACTO L'nT,w 65 dB NÍVEL INTERMEDIÁRIO (Pisos entre dormitórios e unidades distintas)



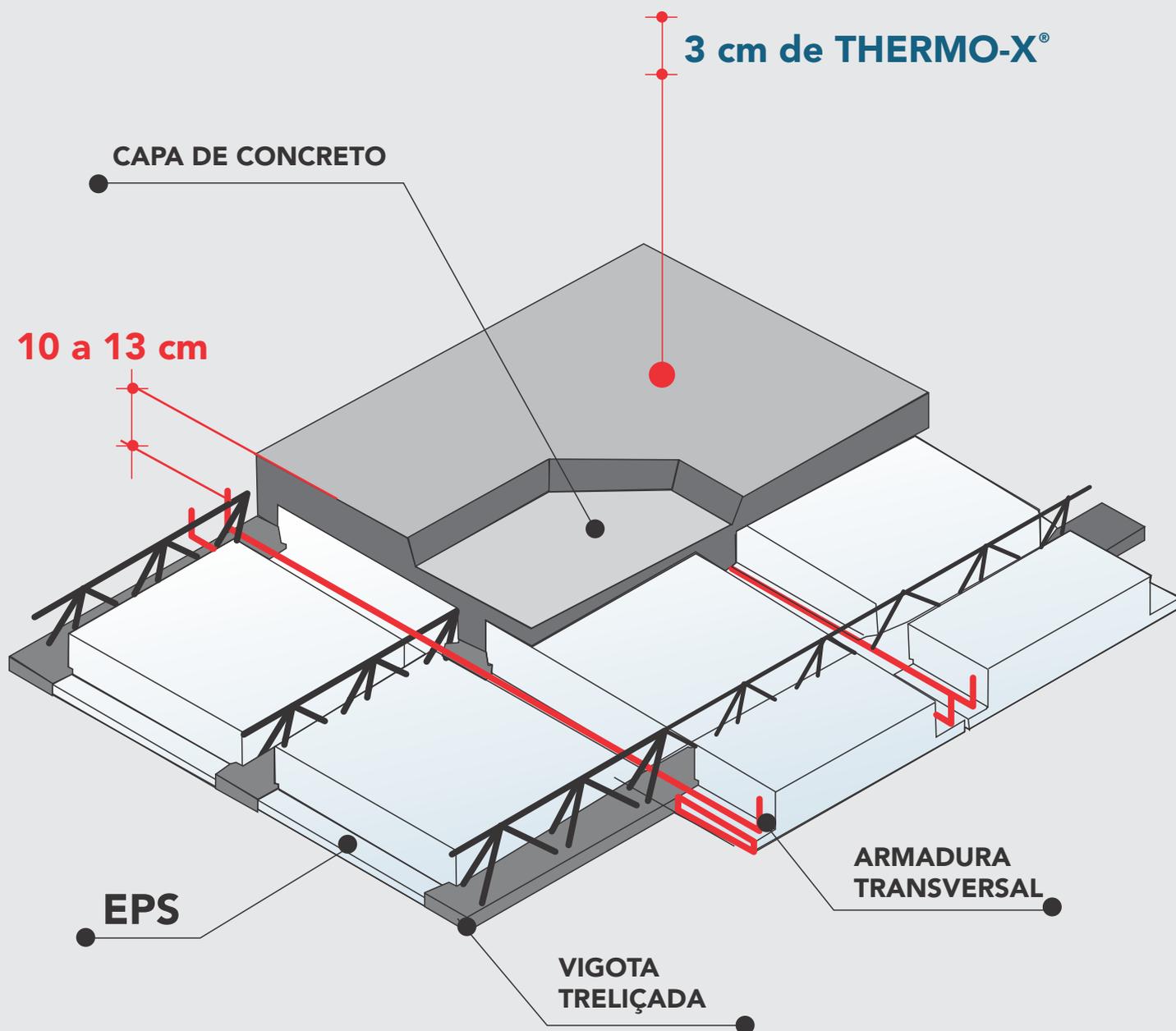
ENSAIO DE PAREDES	TIPOLOGIA ENSAIADA	RESULTADO
<p>5 Relatório ECHO ACÚSTICA* n° 737-ACU-LD-001- IMPA-R00 *CRL 1701 CGCRR/INMETRO</p>	<p>LAJE DE CONCRETO ESPESSURA: 10 A 13 CM</p> <p>CONTRAPISO: ARGAMASSA THERMO-X® 4 CM</p>	<p>RUÍDO DE IMPACTO L'nT,w 67 dB NÍVEL MÍNIMO (Pisos entre dormitórios e unidades distintas)</p>

Laje maciça de concreto
de 10 a 13 cm de espessura

4 cm de THERMO-X®



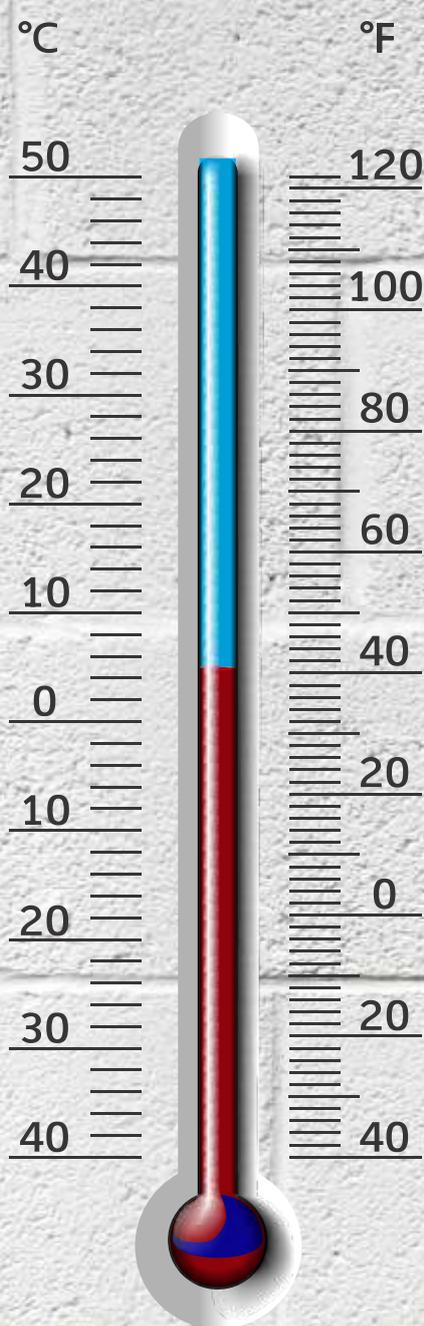
ENSAIO DE PAREDES	TIPOLOGIA ENSAIADA	RESULTADO
<p>6</p> <p>Relatório NATURALMENTE REL-AC.ACUED.BB- SOF01.NAT00</p>	<p>LAJE TRELIÇA COM ENCHIMENTO EPS: 10 A 13 CM</p> <p>CAPA DE CONCRETO: 10 CM</p> <p>CONTRAPISO: ARGAMASSA THERMO-X DE 3 CM</p>	<p>RUÍDO DE IMPACTO L'NT,W 75DB</p> <p>NÍVEL MÍNIMO (PISOS ENTRE DORMITÓRIOS E UNIDADES DISTINTAS)</p>

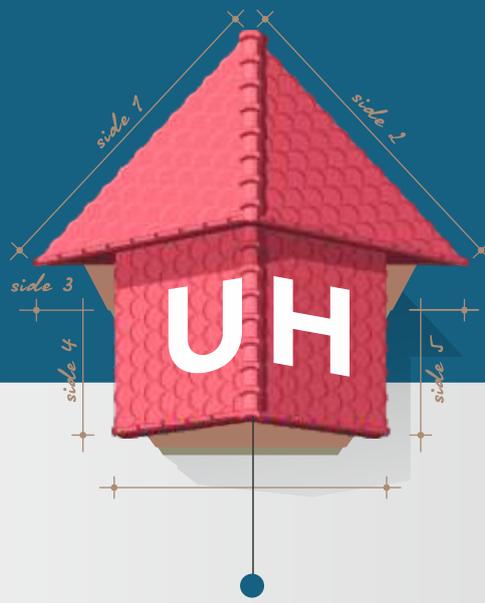




Eficiência

Desempenho térmico





Avaliação do desempenho térmico

Avaliações do desempenho mínimo

Método Simplificado

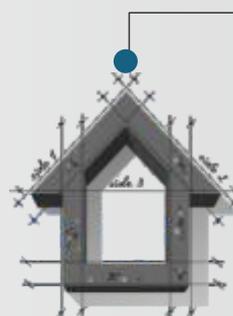
Comparação com valores de referência

Transmitância térmica
Capacidade térmica
Abertura de ventilação
Elementos transparentes

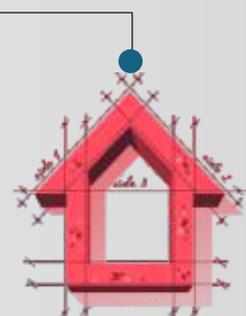
Avaliações do desempenho mínimo ao superior (CVN - Com Ventilação Natural e SVN/HVAC * - Sem Ventilação Natural)

Método detalhado Simulação Computacional

Comparação com modelo de referência



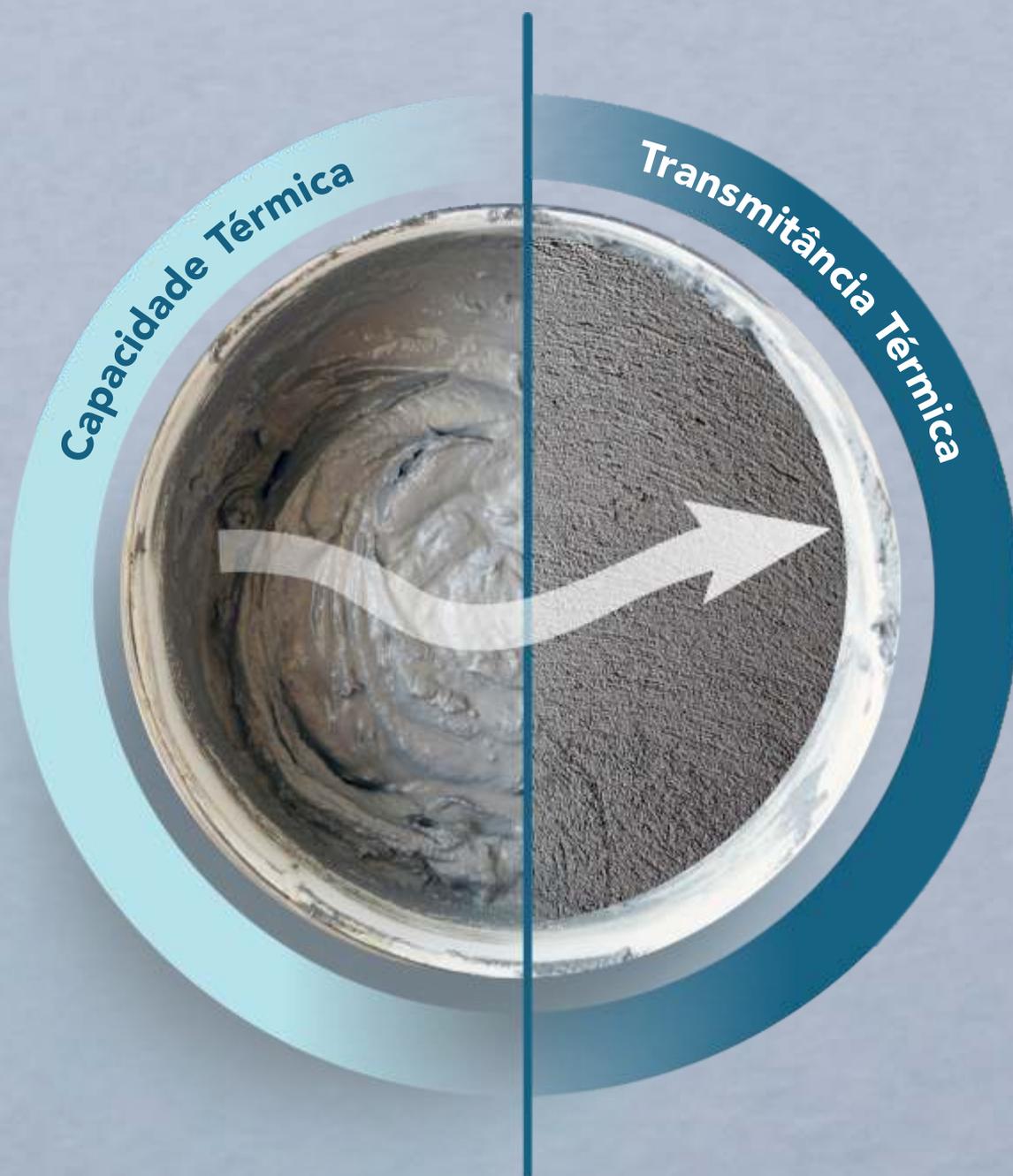
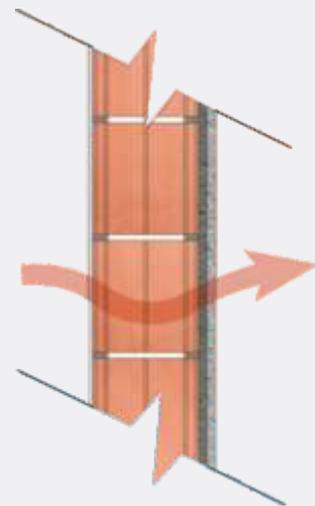
Modelo Real



Modelo de referência

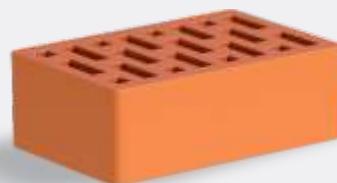
* HVAC - Heating, Ventilating and Air Conditioning

Método simplificado



Sistemas de Vedações Verticais Externas

Blocos Cerâmicos



CAPACIDADE TÉRMICA

CT= 131 KJ/m²K (mínimo 130)

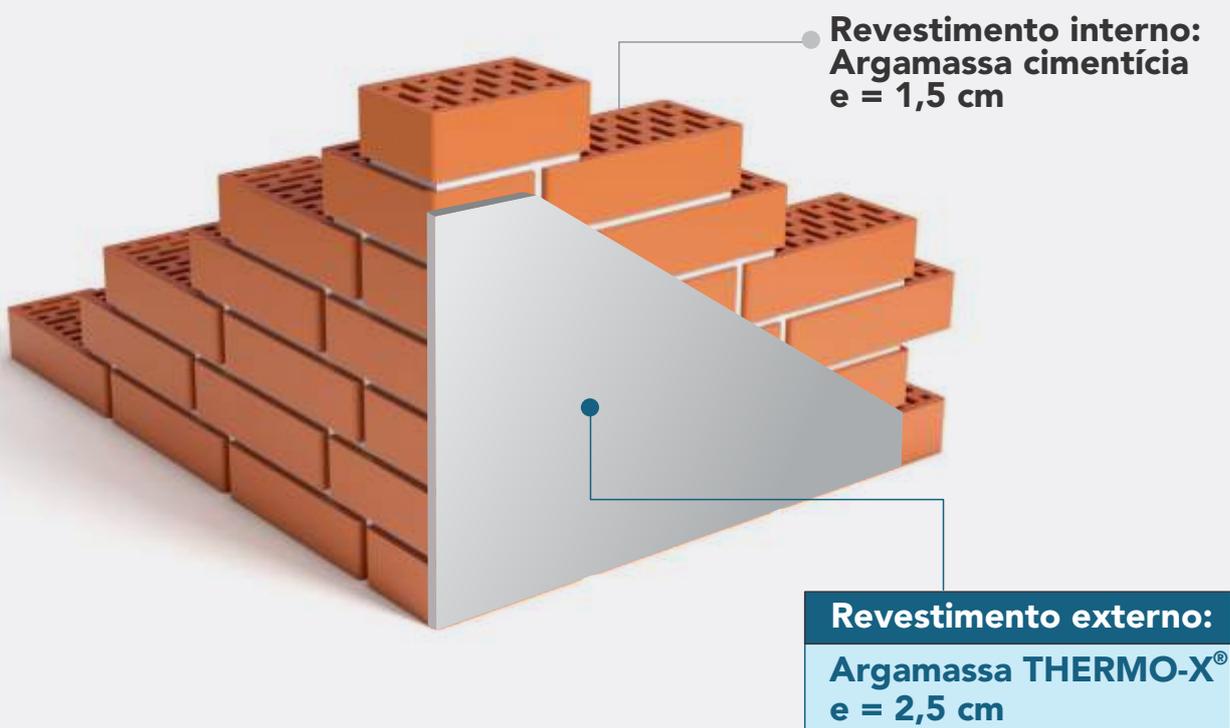
TRANSMITÂNCIA TÉRMICA

U= 1,58 W/m²K (máximo 2,70 ou 3,70)

Atende a todas as Zonas Bioclimáticas 1 a 8 independente da cor CLARA ou ESCURA.

Amostra: bloco cerâmico 14 x 19 x 39 cm, assentamento com argamassa comum, revestimento face interna com argamassa comum de 1,5 cm e revestimento faces externas com argamassa THERMO-X[®] de 2,5 cm.

Relatório ITT (Unissinos) - N° 3422a/2021



Sistemas de Vedações Verticais Externas

Blocos de Concreto



CAPACIDADE TÉRMICA

CT= 148 KJ/m²K (mínimo 130)

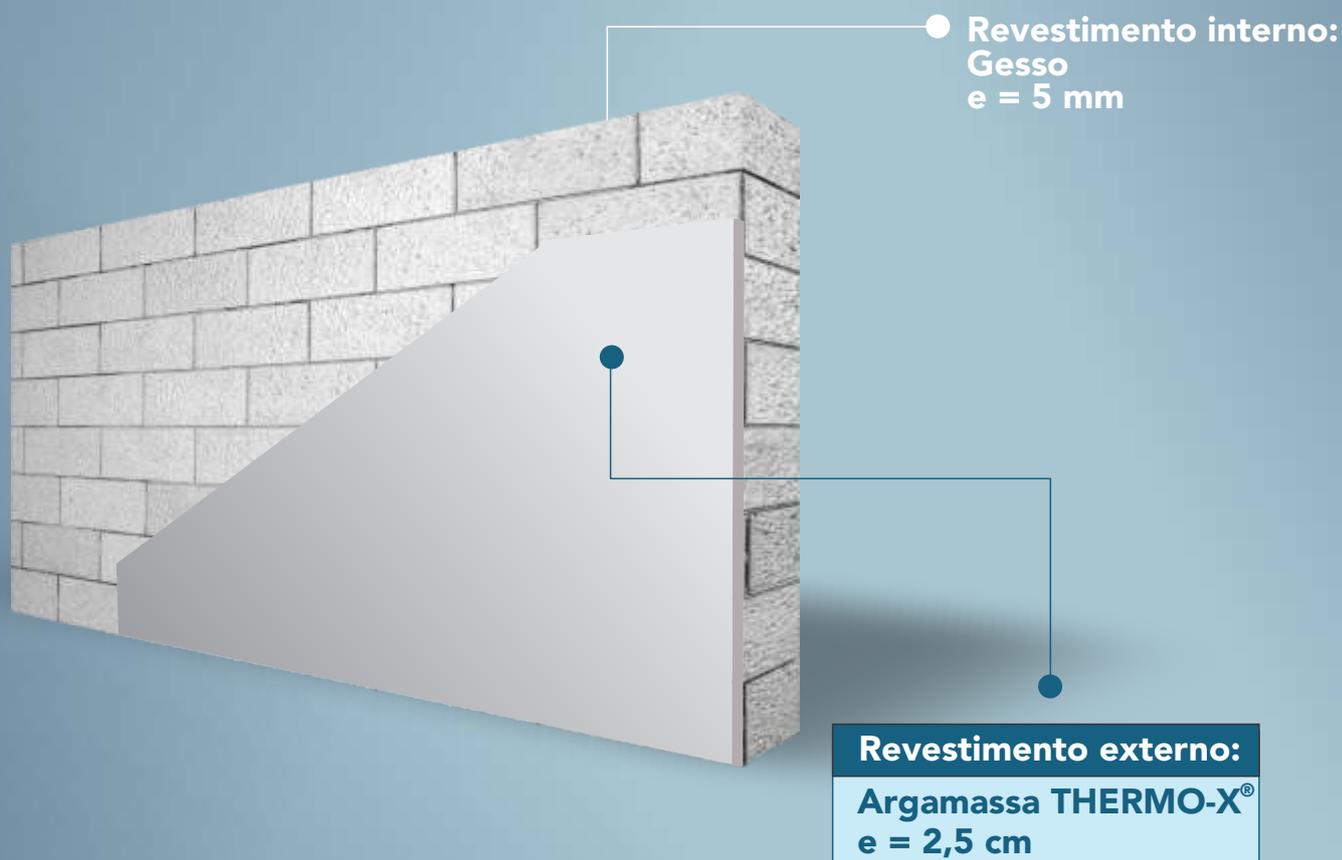
TRANSMITÂNCIA TÉRMICA

U= 2,02 W/m²K (máximo 2,70 ou 3,70)

Atende a todas as Zonas Bioclimáticas 1 a 8 independente da cor CLARA ou ESCURA.

Amostra: bloco concreto 14 x 19 x 39 cm, assentamento com argamassa comum, revestimento face interna com gesso liso 0,5 cm e revestimento face externa com a argamassa THERMO-X[®] de 2,5 cm.

Relatório ITT (Unisinos) - 3332a/2021



Sistemas de Cobertura

Laje de concreto e telhas cerâmicas



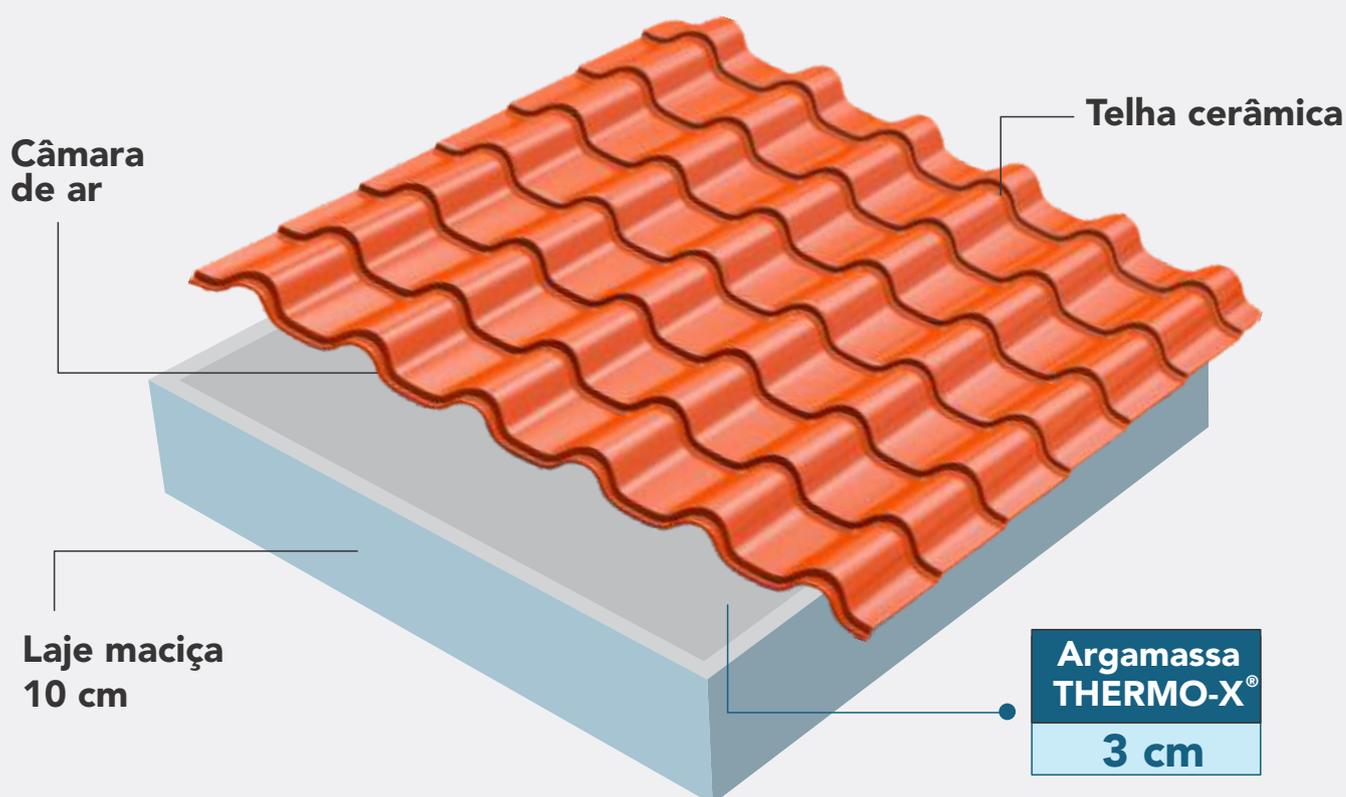
TRANSMITÂNCIA TÉRMICA

$U = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ (máximo 1,50 ou 2,30)

Atende a todas as Zonas Bioclimáticas e qualquer cor (α)

Amostra: telha cerâmica, laje de concreto 10 cm, revestimento com argamassa THERMO-X® de 3,0 cm

Relatório ITT (Unisinos) - 333a/2021



Sistemas de Vedações Verticais Externas

Laje de concreto e telhas de fibrocimento



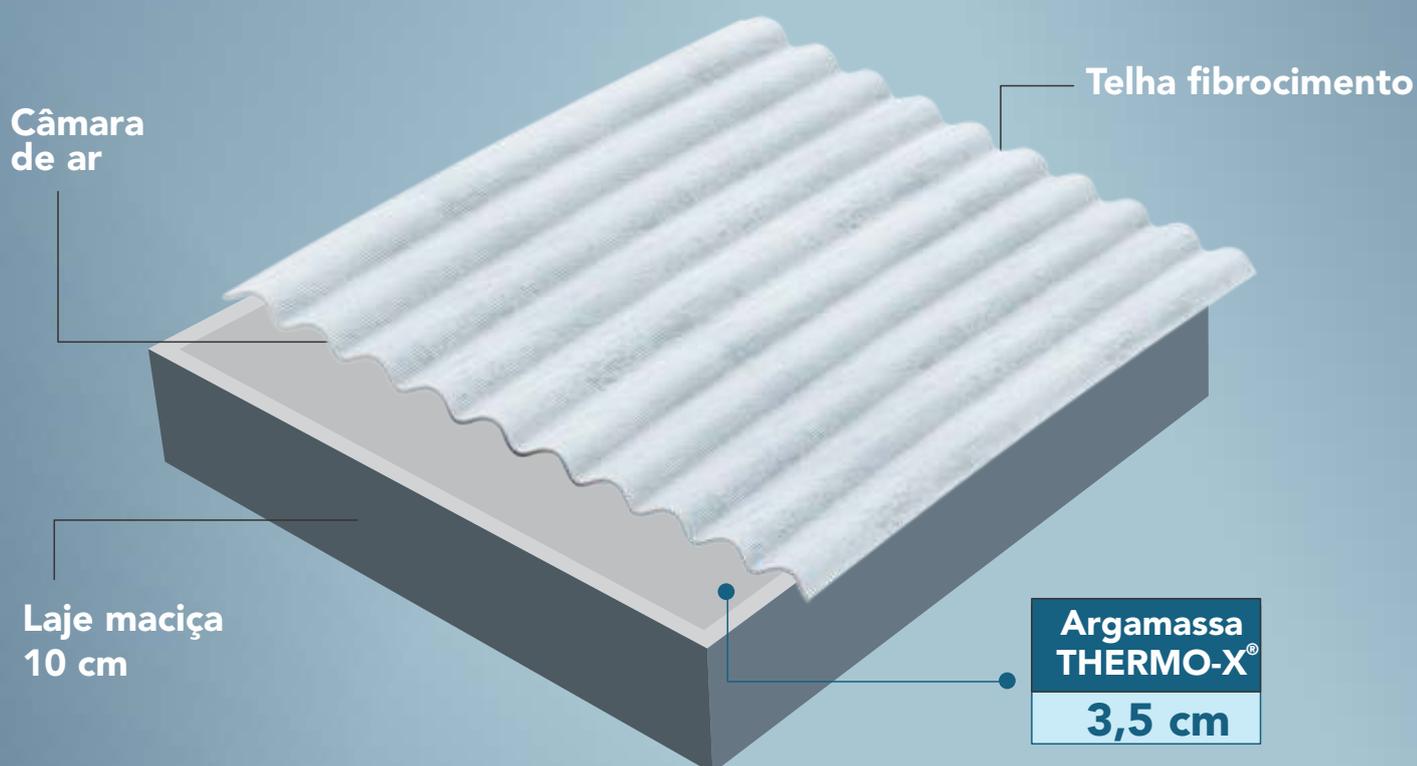
TRANSMITÂNCIA TÉRMICA

$U = 1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ (máximo 1,50 ou 2,30)

Atende a todas as Zonas Bioclimáticas 1 a 8 independente da cor CLARA ou ESCURA.

Amostra: telha fibrocimento, laje de concreto 10 cm, revestimento com argamassa THERMO-X® de 3,5 cm

Relatório ITT (Unisinos) - 333a/2021





Qualidade

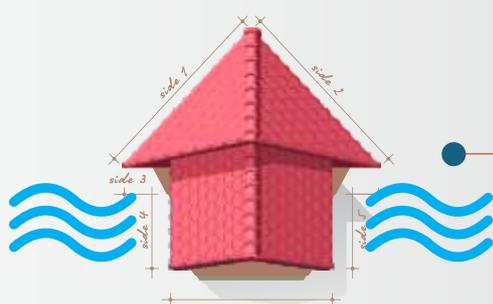
Método detalhado

Simulação computacional



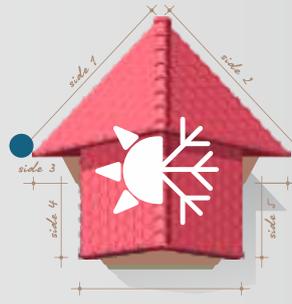


Elaboração dos modelos real e de referência



Simulação 1
Temperaturas

CVN - Com Ventilação Natural



Simulação 2
Carga Térmica

SVN - Com Ventilação Natural (HVAC)

Parâmetros

1. Cálculo do percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT)

2. Identificação das temperaturas operativas anuais máxima (Tomáx) e mínima (Tomín), durante a ocupação

Determinação do nível de desempenho térmico mínimo

3. Cálculo da variação do PHFT e Carga Térmica Total (CgTT)



Determinação do nível de desempenho térmico intermediário e superior

Fonte: <https://labeee.ufsc.br/node/948>

Critérios de Simulação 1

Temperaturas CVN - Com Ventilação Natural

Tabela 2 - Intervalos de temperaturas externas de bulbo seco

Intervalos de temperaturas externas	Média anual da temperatura externa de bulbo seco (TBSm)
Intervalo 1	$TBSm < 25,0^{\circ}C$
Intervalo 2	$25,0^{\circ}C \leq TBSM < 27,0^{\circ}C$
Intervalo 3	$TBSm \geq 27,0^{\circ}C$

Tabela 3 - Faixas de temperaturas operativas para a determinação do $PHFT_{APP}$

Intervalos de temperaturas externas	Faixa de temperatura operativa a ser considerada
Intervalo 1	$18,0^{\circ}C < To_{APP}^a < 26,0^{\circ}C$
Intervalo 2	$To_{APP}^a < 28,0^{\circ}C$
Intervalo 3	$To_{APP}^a < 30,0^{\circ}C$

^a To_{APP} é a temperatura operativa do APP, que atende aos limites estabelecidos nesta tabela.

Cidades representativas x To

(Temperaturas Operativas)

- Z1
- Z2
- Z3
- Z4
- Z5
- Z6
- Z7
- Z8



Z1: Curitiba/PR

Z2: Santa Maria/RS

Z3: São Paulo/SP

Z4: Brasília/DF

Z5: Vitória da Conquista/BA

Z6: Campo Grande/MS

Z7: Cuiabá/MT

Z8: Manaus/AM

Intervalo 1: $18 < T_o < 26^{\circ}\text{C}$

Intervalo 2: $T_o < 28^{\circ}\text{C}$

Intervalo 3: $T_o < 30^{\circ}\text{C}$

Referência: PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÕES POR SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS - SINAT - Resolução 12 de 01/11/2021.

Critérios de Simulação 1

Temperaturas CVN - Com Ventilação Natural

$$Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx$$

$\Delta Tomáx$ igual a 2°C para as UH unifamiliares e para as UH em edificações multifamiliares localizadas no pavimento de cobertura. Para as UH em edificações multifamiliares localizadas nos pavimentos térreo ou tipo, deve-se adotar $\Delta Tomáx$ igual a 1°C.

$$Tomín_{UH,real} \leq Tomín_{UH,ref} + \Delta Tomín$$

A temperatura operativa anual mínima deve ser analisada nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3 ou 4, onde a $Tomín_{UH}$ do modelo real deve ser igual ou superior à $Tomín_{UH}$ do modelo de referência, após reduzido um valor de tolerância ($\Delta Tomín$). Deve-se adotar $\Delta Tomín$ igual a 1°C para todas as UH avaliadas.

Tabela 4 - Critério de avaliação de desempenho térmico da envoltória quanto ao PHFT_{UH}

Nível de desempenho	Critério
Mínimo (M)	$PHFT_{UH,real} > 0,9.PHFT_{UH,ref}$
Intermediário (I)	$\Delta PHFT^a \geq \Delta PHFT_{mín}^b$
Superior (S)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín}$

^a $\Delta PHFT$ é o incrementado PHFT UH, real em relação ao PHFT UH, ref.

^b $\Delta PHFT_{mín}$ é o incrementomínimo do PHFT UH, real em relação ao PHFT UH, ref, com valor obtido pela Tabela 20, para nível intermediário, e pela Tabela 21, para nível superior.



—
Eficiência

Critério de simulação 2

Carga Térmica

SVN Sem Ventilação Natural (HVAC)



Critérios NBR 15575-1:2021:

Faixas de Temperatura e % Cargas Térmicas

Tabela 5 - Valores de temperatura operativa para o cálculo da CgTAAPP e da CgTRAPP

Nível de temperaturas externas	Faixa de temperatura operativa para o cálculo da CgTRAPP	Faixa de temperatura operativa para o cálculo da CgTAAPP
Intervalo 1	$T_{OAPP}^a \geq 26,0^\circ\text{C}$	$T_{OAPP} \leq 18,0^\circ\text{C}$
Intervalo 2	$T_{OAPP} \geq 28,0^\circ\text{C}$	Não considera
Intervalo 3	$T_{OAPP} \geq 30,0^\circ\text{C}$	Não considera

^a T_{OAPP} é a temperatura operativa do APP considerada para o cálculo da CgTRAPP e da CgTAAPP.

Tabela 6 - Valores de avaliação de desempenho térmico da envoltória quando à CgTTUH

Nível de desempenho	Critério
Mínimo (M)	Não considera
Intermediário (I)	$\text{RedCgTT}^a \geq \text{RedCgTT}_{\min}^b$
Superior (S)	$\text{RedCgTT} \geq \text{RedCgTT}_{\min}$

^a RedCgTT é a redução da carga térmica total do modelo real (CgTTUH, real) em relação à referência (CgTTUH, ref)

^b RedCgTT_{min} é a redução mínima da CgTTUH, real em relação à referência (CgTTUH, ref), com valor obtido por meio da Tabela 20, para o nível intermediário, e da Tabela 21 para o nível superior

Critério de simulação 2

Carga Térmica

SVN Sem Ventilação Natural (HVAC)

Tabela 19 - Critério de atendimento dos níveis de desempenho térmico intermediário e superior

Nível de desempenho	Critérios
Intermediário (I)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{\min}^a$, $Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx$, $Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín$ e $RedCgTT \geq RedCgTT_{\min}^b$
Superior (S)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{\min}^a$, $Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx$, $Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín$ e $RedCgTT \geq RedCgTT_{\min}^b$

^a $\Delta PHFT_{\min}$ é obtido pela Tabela 20, para o nível intermediário, e pela Tabela 21, para o nível superior

^b $\Delta RedCgTT_{\min}$ é obtido pela Tabela 20, para o nível intermediário, e pela Tabela 21, para o nível superior. Deve-se adotar $\Delta Tomáx$ igual a 2°C para as UH unifamiliares UH em edificações e multifamiliares localizadas no pavimento de cobertura. Para as UH em edificações multifamiliares localizadas nos pavimentos térreo ou tipo, deve-se adotar $\Delta Tomáx$ igual a 1°C. Deve-se adotar $\Delta Tomín$ igual a 1°C para todas as UH avaliadas.

Tabela 20 - Incremento mínimo do $PHFT_{UH,real}$ e redução da $CgTT_{UH,real}$ para o atendimento ao nível de desempenho térmico intermediário (continua)

Critério		Tipologia			
		Unifamiliar	Multifamiliar		
			Pavimento térreo	Pavimento tipo	Pavimento cobertura
$PHFT_{UH,ref}$ %	$CgTT_{UH,ref}/Ap_{UH}$ kWh / (ano.m ²)	$\Delta PHFT_{\min}$ %			
$TPHF_{UH,ref} \geq 70\%$	Todos os valores	Obtido a partir do ábaco ou das equações da Figura 4			
$TPHF_{UH,ref} \geq 70\%$	Todos os valores	0	0	0	0
$TPHF_{UH,ref} \geq 70\%$	Todos os valores	0	0	0	0
$TPHF_{UH,ref} \geq 70\%$	$CgTT_{UH,ref}/Ap_{UH} < 100$	17	15	22	15
	$CgTT_{UH,ref}/Ap_{UH} \leq 100$	27	20	25	20

Critérios NBR 15575-1:2021:

Tabela 21 - Incremento mínimo do $PHFT_{UH,real}$ e redução mínima da $CgTT_{UH,real}$ para o atendimento ao nível de desempenho térmico superior

Critério		Tipologia			
		Unifamiliar	Multifamiliar		
		—	Pavimento térreo	Pavimento tipo	Pavimento cobertura
$PHFT_{UH,ref}$ %	$CgTT_{UH,ref}/Ap_{UH}$ kWh / (ano.m ²)	$\Delta PHFT_{min}$ %			
$TPHF_{UH,ref} < 70\%$	Todos os valores	Obtido a partir do ábaco ou das equações da Figura 4			
$TPHF_{UH,ref} \geq 70\%$	Todos os valores	0	0	0	0
$PHFT_{UH,ref}$ %	$CgTT_{UH,ref}/Ap_{UH}$ kWh / (ano.m ²)	$RedCgTT_{min}$ %			
Todos os valores	$CgTT_{UH,ref} / Ap_{UH} < 100$	35	30	45	30
	$CgTT_{UH,ref} / Ap_{UH} \geq 100$	55	40	50	40

NOTA: O nível superior também pode ser obtido se o $PHFT_{UH,real}$ modelo real for maior ou igual a 95%, juntamente com o atendimento ao critério de temperaturas anuais máxima e mínima ($Tomá_{UH}$ e $Tomín_{UH}$)

Critério de simulação 2

Carga Térmica

SVN Sem Ventilação Natural (HVAC)

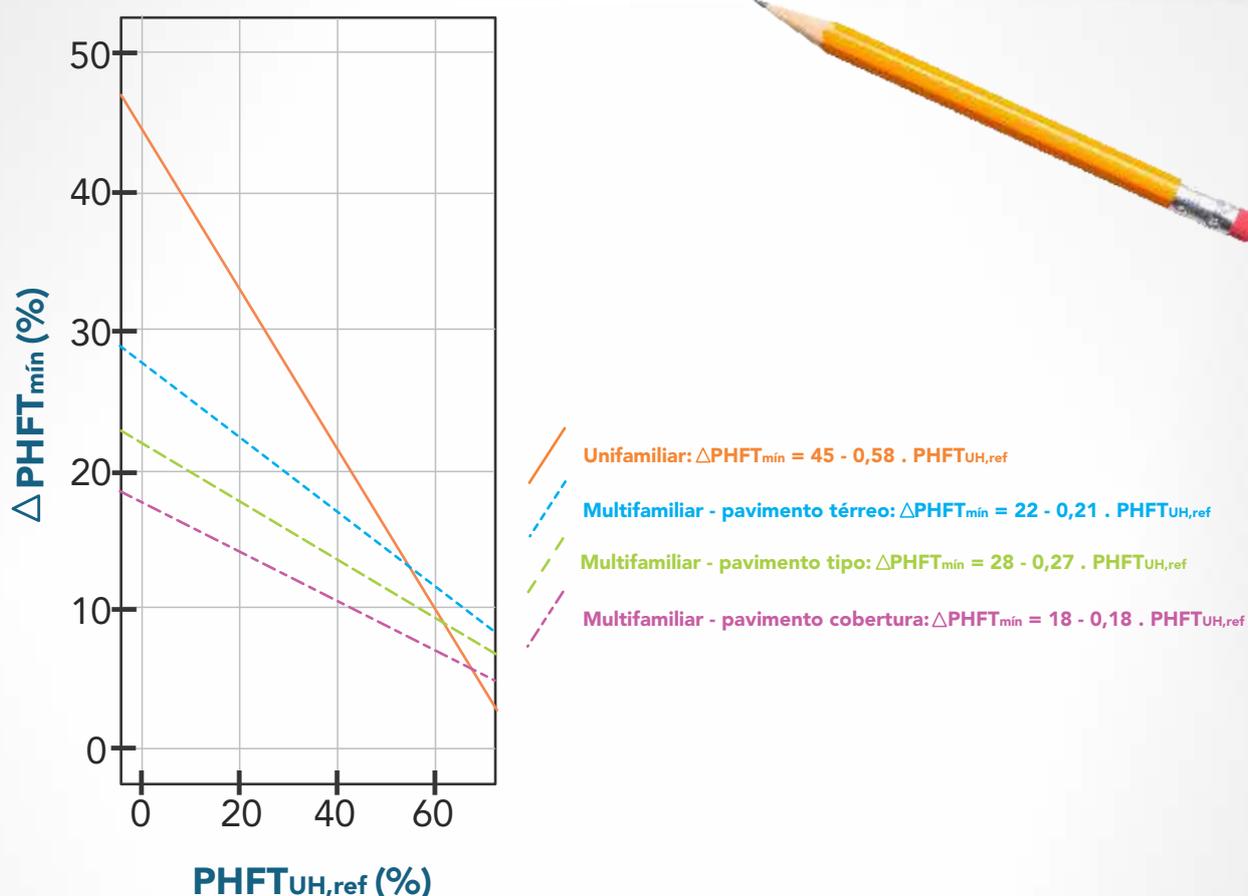


Figura 4 - Ábaco e equações para a obtenção do $\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}$ quando o $\text{PHFT}_{\text{UH,ref}}$ for inferior a 70%



Compromisso

Resultado das Simulações

com Revestimentos Argamassa THERMO-X®



Simulação térmica computacional

Software Energy Plus (v.9.4)

de acordo com a NBR 15575-1:2021

RESUMO DOS RESULTADOS (*)

PHFT (%):	até 88%
Δ PHFT (%):	até 16%
Redução de Carga Térmica Total (Red Cg TT):	até 27,25% ou 5078,82 Kwh
Atendimento:	Nível INTERMEDIÁRIO Zona Bioclimática 1 e MÍNIMO nas Zonas Bioclimáticas 2 a 8

Modelagem realizada nas condições mais críticas—Casa Térrea e cobertura de telhado com telhas de Fibrocimento, e com dormitórios voltados para o Oeste Geográfico, em que há exposição ao calor e ao frio em todos os dormitórios.

Foram realizadas simulações com paredes de blocos de concreto e blocos cerâmicos por serem as soluções mais utilizadas em alvenaria.

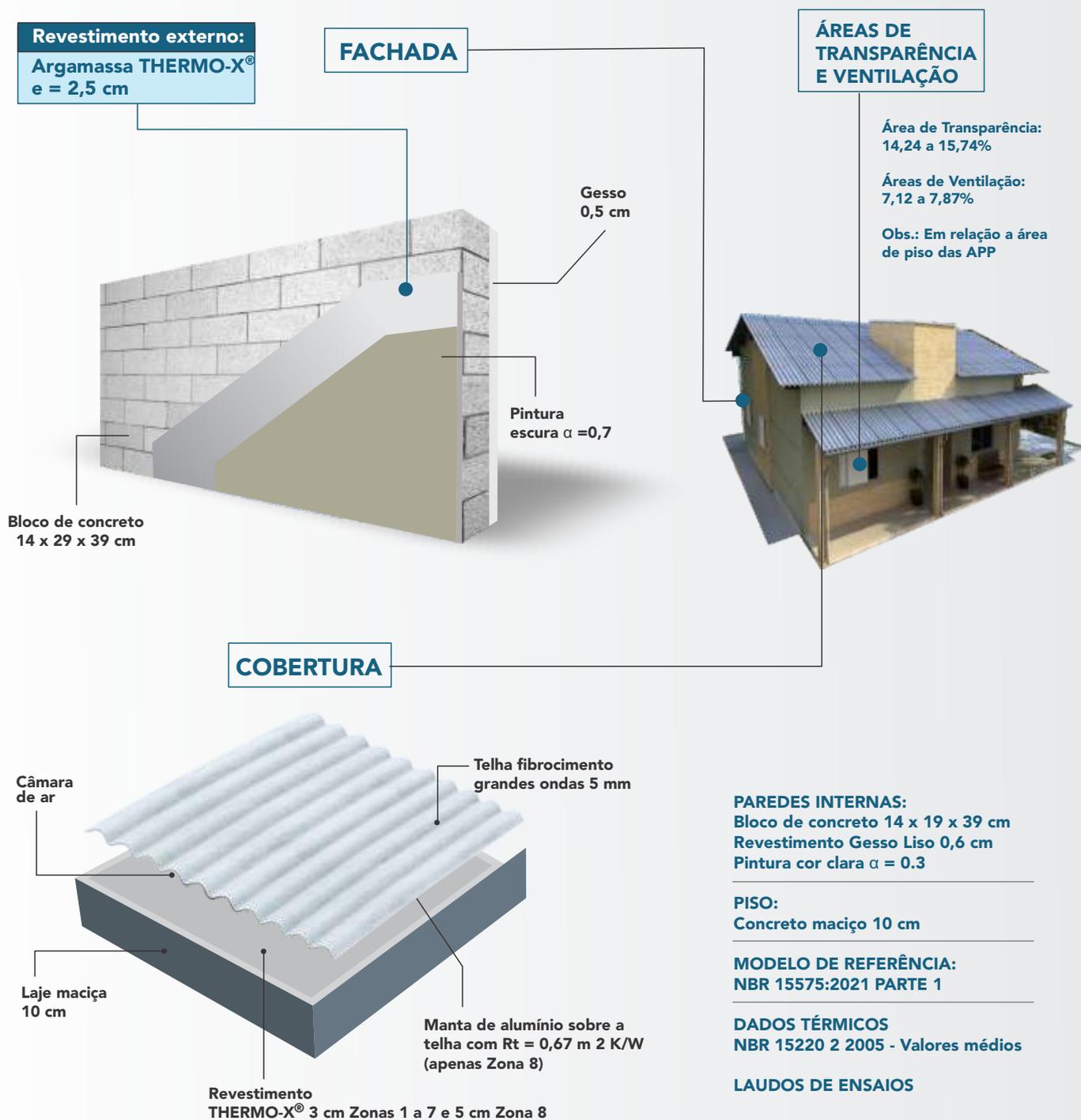
Outras aplicações, como Prédios, Telhado Metálico ou Telhas Cerâmicas, devem obter resultados equivalentes ou melhores, podendo serem realizados estudos específicos.

(*) Resultados conforme Relatório nº 001.2022 - CUBE BRAZIL de 11/02/2022.



—
Precisão

Dados construtivos



Bloco de concreto e cobertura laje e telha fibrocimento

Resumo dos resultados para cada zona bioclimática

Zona	Cidade	Crítérios	Modelo Real	Modelo de Referência	Atendimento NBR 15575:2021 Parte 1
Z1	Curitiba/PR	To máx (31,78°C)	29,33°C	29,78°C	Nível Intermediário
		To mín (12,62°C)	14,18°C	13,62°C	
		PHFT (%)	80%	74%	
		Δ PHFT (%)	6%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	20%	Min 17% (Intermediário) e 35% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	668,83	-----	
Z2	Santa Maria/RS	To máx (36,94°C)	34,33°C	34,94°C	Nível Mínimo
		To mín (10,16°C)	12,46°C	11,16°C	
		PHFT (%)	56%	53%	
		Δ PHFT (%)	3%	Min 14,26%	
		Red Cg TT (%)	17%	Min 27% (Intermediário) e 35% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	1077,54	-----	
Z3	São Paulo/SP	To máx (32,82°C)	32,82°C	30,82°C	Nível Mínimo
		To mín (14,00°C)	14,00°C	15,00°C	
		PHFT (%)	87%	84%	
		Δ PHFT (%)	8%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	9%	Min 17% (Intermediário) e 35% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	339,02	-----	
Z4	Brasília/DF	To máx (33,37°C)	30,68°C	31,37°C	Nível Mínimo
		To mín (18,15°C)	19,28°C	19,15°C	
		PHFT (%)	87%	87%	
		Δ PHFT (%)	0%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	0%	Min 17% (Intermediário) e 35% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	0,00	-----	

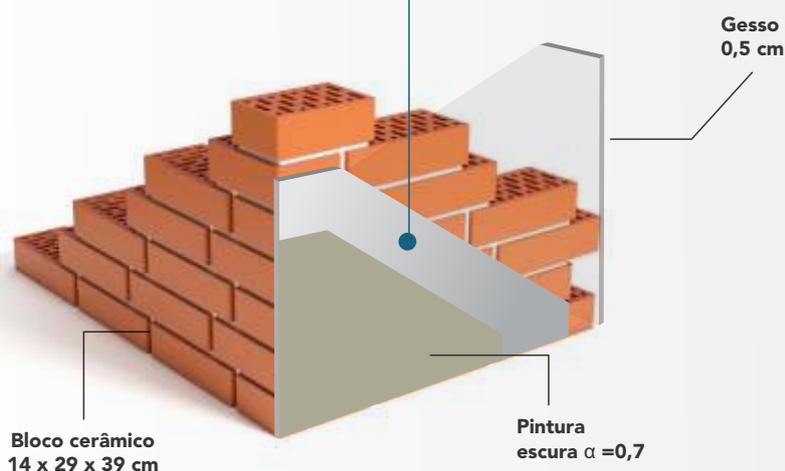
Zona	Cidade	Crítérios	Modelo Real	Modelo de Referência	Atendimento NBR 15575:2021 Parte 1
Z5	Vitória da Conquista/BA	To máx (35,80°C)	32,96°C	33,80°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	76%	77%	
		Δ PHFT (%)	-2%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	4%	Min 27% (Intermediário) e 55% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	304,61	-----	
Z6	Campo Grande/MS	To máx (36,49°C)	33,96°C	34,49°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	48%	51%	
		Δ PHFT (%)	-3%	Min 15,42%	
		Red Cg TT (%)	6%	Min 27% (Intermediário) e 50% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	520,58	-----	
Z7	Cuiabá/MT	To máx (38,07°C)	35,52°C	36,07°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	29%	31%	
		Δ PHFT (%)	-2%	Min 27,02%	
		Red Cg TT (%)	10%	Min 27% (Intermediário) e 55% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	1489,37	-----	
Z8	Manaus/AM	To máx	36,45°C	36,91°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	39%	42%	
		Δ PHFT (%)	-3%	Min 20,64%	
		Red Cg TT (%)	12%	Min 27% (Intermediário) e 55% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	1606,34	-----	

Dados construtivos



Revestimento externo:
Argamassa THERMO-X®
e = 2,5 cm

FACHADA



ÁREAS DE TRANSPARÊNCIA E VENTILAÇÃO

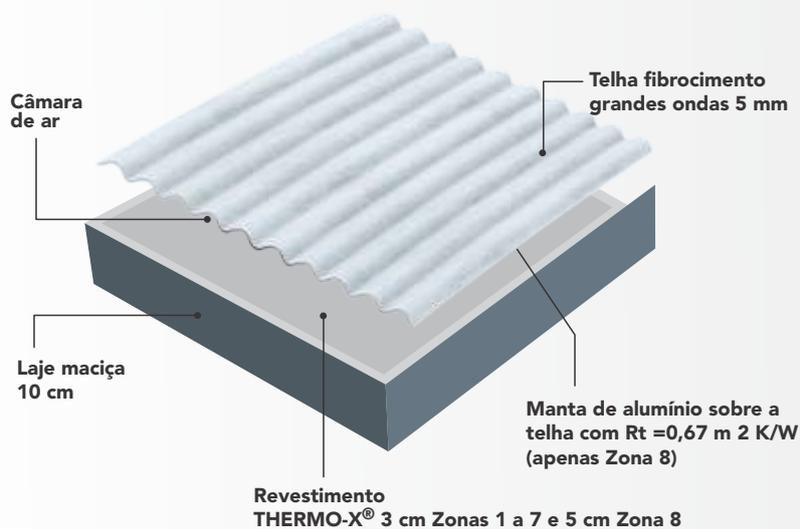
Área de Transparência:
14,24 a 15,74%

Áreas de Ventilação:
7,12 a 7,87%

Obs.: Em relação a área
de piso das APP



COBERTURA



PAREDES INTERNAS:
Bloco de concreto 14 x 19 x 39 cm
Revestimento Gesso Liso 0,6 cm
Pintura cor clara $\alpha = 0.3$

PISO:
Concreto maciço 10 cm

MODELO DE REFERÊNCIA:
NBR 15575:2021 PARTE 1

DADOS TÉRMICOS
NBR 15220 2 2005 - Valores médios

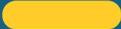
LAUDOS DE ENSAIOS

Bloco cerâmico e cobertura laje e telha fibrocimento

Resumo dos resultados para cada zona bioclimática

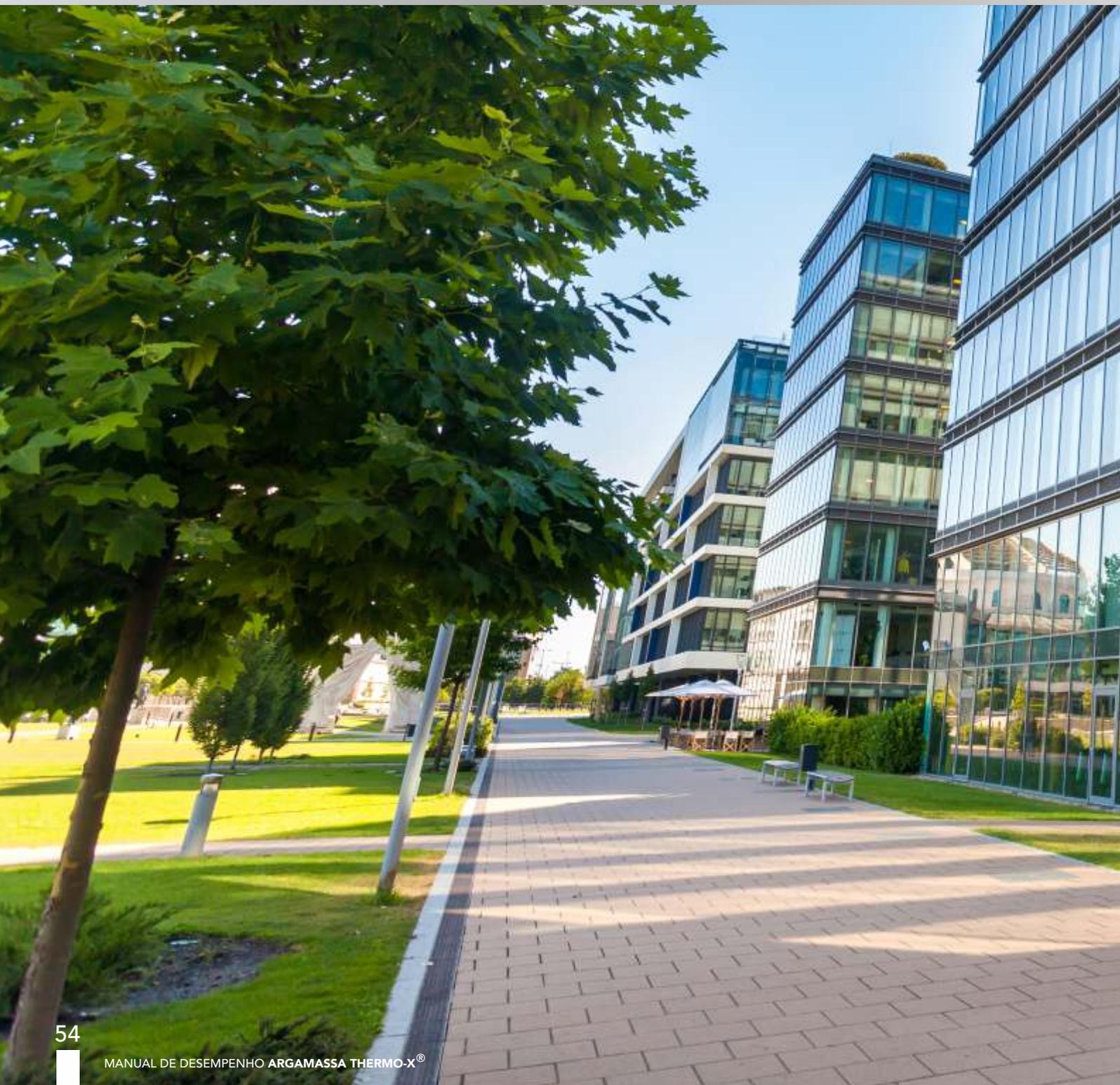
Zona	Cidade	Crítérios	Modelo Real	Modelo de Referência	Atendimento NBR 15575:2021 Parte 1
Z1	Curitiba/PR	To máx (31,78°C)	30,38°C	29,78°C	Nível Intermediário
		To mín (12,62°C)	14,00°C	13,62°C	
		PHFT (%)	76%	74%	
		Δ PHFT (%)	2%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	23,95%	Min 17% (Intermediário) e 35% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	790,25	-----	
Z2	Santa Maria/RS	To máx (36,94°C)	35,15°C	34,94°C	Nível Mínimo
		To mín (10,16°C)	11,60°C	11,16°C	
		PHFT (%)	57%	53%	
		Δ PHFT (%)	4%	Min 14,26%	
		Red Cg TT (%)	22,77%	Min 27% (Intermediário) e 55% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	1450,15	-----	
Z3	São Paulo/SP	To máx (32,82°C)	31,39°C	30,82°C	Nível Mínimo
		To mín (14,00°C)	15,60°C	15,00°C	
		PHFT (%)	86%	84%	
		Δ PHFT (%)	2%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	15,82%	Min 17% (Intermediário) e 35% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	569,14	-----	
Z4	Brasília/DF	To máx (33,37°C)	31,67°C	31,37°C	Nível Mínimo
		To mín (18,15°C)	19,01°C	19,15°C	
		PHFT (%)	88%	87%	
		Δ PHFT (%)	1%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	7,92%	Min 17% (Intermediário) e 35% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	339,02	-----	

Zona	Cidade	Crítérios	Modelo Real	Modelo de Referência	Atendimento NBR 15575:2021 Parte 1
Z5	Vitória da Conquista/BA	To máx (35,80°C)	34,37°C	33,80°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	88%	77%	
		Δ PHFT (%)	5%	Min 0%	
		Red Cg TT (%)	12,48%	Min 27% (Intermediário) e 55% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	894,91	-----	
Z6	Campo Grande/MS	To máx (36,49°C)	35,14°C	34,49°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	53%	51%	
		Δ PHFT (%)	2%	Min 15%	
		Red Cg TT (%)	14,64%	Min 27% (Intermediário) e 50% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	1248,11	-----	
Z7	Cuiabá/MT	To máx (38,07°C)	36,40°C	36,07°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	35%	31%	
		Δ PHFT (%)	4%	Min 27,02%	
		Red Cg TT (%)	17,76%	Min 27% (Intermediário) e 55% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	2727,91	-----	
Z8	Manaus/AM	To máx	36,33°C	36,91°C	Nível Mínimo
		To mín	-----	-----	
		PHFT (%)	58%	42%	
		Δ PHFT (%)	16%	Min 20,64%	
		Red Cg TT (%)	27,25%	Min 27% (Intermediário) e 50% (Superior)	
		Red Cg TT (Kwh)	5078,82	-----	



Cases de sucesso

A **THERMO-X®** preza pelo compromisso, seriedade e o profissionalismo, que são nossos pilares e que carregamos em nossa história, tornando os processos e desenvolvimentos assertivos e com excelência.





Cases de sucesso

Construtora Latufe

Condomínio do Edifício Brunela-ES

THERMO-X® aplicado em toda a área externa e na cobertura.

Fornecimento de **THERMO-X®** para aplicação nas paredes e cobertura do Edifício Brunela - ES com o objetivo de fazer o isolamento térmico e acústico



Cases de sucesso

Condomínio Quinta das Laranjeiras
Jundiaí/SP

THERMO-X® aplicado em residência.

Fornecimento de **THERMO-X®** para aplicação nas paredes e lajes com o objetivo de fazer o isolamento termoacústico de toda a edificação.



Cases de sucesso

Basílica Arautos do Evangelho Caieiras/SP

THERMO-X[®] aplicado em paredes e lajes.

Fornecimento de **THERMO X[®]** para aplicação de 2500 metros quadrados nas paredes e lajes com o objetivo de fazer o isolamento termo acústico de toda a edificação.



Cases de sucesso

Residência na Zona Norte
São Paulo/SP

THERMO-X® aplicado em residência.

Fornecimento de **THERMO-X**® para aplicação na laje de uma residência localizada no bairro do Imirim na Zona Norte de São Paulo.



Cases de sucesso

Aplicado pela Construtora HTB
São Paulo/SP

THERMO-X[®] aplicado em paredes e saunas.

Fornecimento de **THERMO-X[®]** para aplicação nas paredes das saunas do edifício com o objetivo de fazer o isolamento térmico. A argamassa termoacústica **THERMO-X[®]** foi comprada e aplicado pela construtora HTB.



Cases de sucesso

Construtora LB Construções e Incorporação
Belém/PA

THERMO-X[®] aplicado em paredes.

Fornecimento de **THERMO-X[®]** para aplicação de 1200 metros quadrados nas paredes da fachada do prédio com o objetivo de fazer o isolamento termo acústico de toda a edificação. Este material foi comprado e aplicado pela construtora LB Construções e Incorporação - Belém/PA.



Cases de sucesso

Aplicação em Estúdio de Som
Vitória/ES

THERMO-X® aplicado em paredes.

Fornecimento de **THERMO-X®** para aplicação nas paredes de um estúdio de som em edifício na cidade de Vitória/ES.



Cases de sucesso

Aplicado em Piscina
Mairiporã/SP

THERMO-X[®] aplicado em paredes e piso.

Fornecimento de **THERMO-X[®]** Argamassa Térmica, Acústica e Antichamas para aplicação nas paredes e no piso de uma piscina com o objetivo de fazer o isolamento térmico para manter a água por mais tempo aquecida e com isso reduzindo o consumo do gás mantendo a sua temperatura ideal.



Cases de sucesso

Aplicação em Prédio
Mauá/SP

THERMO-X[®] aplicado em paredes.

Fornecimento de **THERMO-X[®]** para aplicação de 750 metros quadrados nas paredes da fachada do prédio com o objetivo de fazer o isolamento termo acústico de toda a edificação na cidade de Mauá/SP.



Cases de sucesso

Aplicação em Residência
Santana - São Paulo/SP

THERMO-X® aplicado em paredes e lajes.

Fornecimento de **THERMO-X®** para aplicação nas paredes e lajes com o objetivo de fazer o isolamento termo acústico de toda a edificação. A residência é localizada no bairro de Santana, na Zona Norte de São Paulo/SP.



Cases de sucesso

Construtora Macuco Empreendimentos Imobiliários
Santos/SP

THERMO-X® aplicado em paredes.

Fornecimento de **THERMO-X®** para aplicação de aproximadamente 3000 metros quadrados nas paredes de divisão dos dormitórios com o objetivo de fazer o isolamento acústico para ruído aéreo e/ou de impacto.

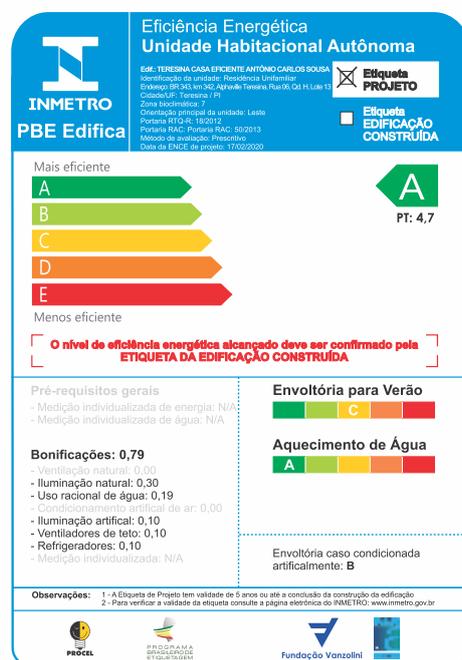


Cases de sucesso

Aplicação em Residência no Condomínio Alphaville Teresina Teresina - PI

THERMO-X® aplicado em paredes e lajes.

Fornecimento de **THERMO-X®** para aplicação nas paredes e lajes com o objetivo de fazer o isolamento termoacústico de toda a edificação em residência localizada no condomínio Alphaville Teresina.



Está edificação tem o selo do projeto da obra de Eficiência Energética

Cases de sucesso

CDG Construtora Ltda.

Consórcio CDG Progredior - Belém

THERMO-X[®] aplicado em perfis metálicos.

Fornecimento de **THERMO-X[®]** para aplicação projetada sobre a superfície de perfis metálicos estruturais de aço carbono 1045 (aproximadamente 10.000 metros quadrados) com o objetivo de gerar a proteção passiva contra incêndio.



Cases de sucesso

Condomínio Golf Village – Granja
Viana - Carapicuíba - SP

THERMO-X® aplicado em paredes e pisos.

Fornecimento de **THERMO-X®** para aplicação nas paredes e lajes com o objetivo de fazer o isolamento termoacústico de toda a edificação. A aquisição e aplicação do **THERMO-X®** foi feita por GCR – Arquitetura e Gestão de Obras.



Projetos e Consultoria em Eficiência Energética utilizando Argamassa THERMO-X®





Realizamos a Simulação Energética através do **Software ENERGY PLUS**, com o objetivo de amenizar o desempenho energético e correta especificação espessuras de revestimento dos ambientes com **THERMO-X.®**

O estudo fornece ainda os dados técnicos de Carga Térmica de Aquecimento e Refrigeração para o correto dimensionamento dos equipamentos de Condicionamento de Ar capaz de assegurar o conforto térmico requerido por normas técnicas nacionais e internacionais

EnergyPlus™ é um programa completo de simulação de energia de edifícios utilizado para o consumo de energia para aquecimento, resfriamento, ventilação, iluminação e conforto térmico. Possui código aberto desenvolvido e financiado pelo **Buliding Technologies Office (BTO) do Departamento de Energia dos EUA (DOE)**.

Principal programa aceito mundialmente e utilizado em simulações termo energéticas para certificação de edificações no referencial **LEED - Leadership Environment Energy do GBC—Green Buiding Concil** e para avaliação do atendimento da **NBR 15575 - Norma de Desempenho - Edificações Habitacionais**.

Projetos e consultoria em eficiência energética são desenvolvidos em parceria com empresa **CUBE BRAZIL**.



Solicite um orçamento:
WhatsApp: (11) 98158-6498
cubebrazil@cubebrazil.com



Contato

Rua Epaminondas Luis Amorim, 275 / 346
Mandaqui - 02441-110 - São Paulo - SP - Brasil

(11) 2231-7446 | Whatsapp: (11) 9.9992.6030
Das 08:00 às 18:00 horas (segunda à sexta-feira)

Produtos

Radiologia Médica
Radiologia Odontológica
Radiologia Veterinária
Radiologia Industrial
Medicina Nuclear

PET CT
Radioterapia
Hemodinâmica
Chumbo - Diversos Segmentos
Argamassas e Compostos Especiais