



Desempenho térmico das edificações — Coeficientes de transferência de calor por transmissão e ventilação – Método de cálculo

Thermal performance of buildings — Transmission and ventilation heat transfer coefficients — Calculation method

Prefácio Nacional

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da ABNT Diretiva 3.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Os Documentos Técnicos ABNT, assim como as Normas Internacionais (ISO e IEC), são voluntários e não incluem requisitos contratuais, legais ou estatutários. Os Documentos Técnicos ABNT não substituem Leis, Decretos ou Regulamentos, aos quais os usuários devem atender, tendo precedência sobre qualquer Documento Técnico ABNT.

Ressalta-se que os Documentos Técnicos ABNT podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar as datas para exigência dos requisitos de quaisquer Documentos Técnicos ABNT.

A ABNT NBR ISO 13789 foi elaborada no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Eficiência Energética e Desempenho Térmico nas Edificações (CE-002:135.007). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de XX.XX.XXXX a XX.XX.XXXX.

O Escopo em inglês da ABNT NBR ISO 13789 é o seguinte:

Scope

This document specifies a method and provides conventions for the calculation of the steady-state transmission and ventilation heat transfer coefficients of whole buildings and parts of buildings. It is applicable both to heat loss (internal temperature higher than external temperature) and to heat gain (internal temperature lower than external temperature). For the purpose of this document, the heated or cooled space is assumed to be at uniform temperature.

Annex C provides a steady-state method to calculate the temperature in unconditioned spaces adjacent to conditioned spaces.

NOTE Table 1 in the Introduction shows the relative position of this document within the set of EPB standards in the context of the modular structure as set out in ISO 52000-1.



Introdução

Este Documento é parte de uma série de normas que visa a harmonização internacional da metodologia de avaliação do desempenho de energia das edificações. Por toda parte, esta série é referida como um “conjunto de normas DEE”.

Todas as normas DEE seguem regras específicas para assegurar uma consistência geral, não ambiguidade e transparência.

Todas as normas DEE proporcionam uma certa flexibilidade no que diz respeito aos métodos, dados de entrada necessários e referências a outras normas DEE, por meio da introdução de um modelo normativo no Anexo A e no Anexo B, com definições-padrão informativas.

Para a correta utilização deste Documento, um modelo normativo é fornecido no Anexo A para especificar essas definições. As definições-padrão informativas são fornecidas no Anexo B.

Os principais grupos-alvo deste Documento são os arquitetos, engenheiros e reguladores.

Uso por ou para reguladores: Caso o documento seja usado no contexto de requisitos legais nacionais ou regionais, definições obrigatórias podem ser dadas em nível nacional ou regional para essas aplicações específicas. Essas definições (quer as definições-padrão do Anexo B ou definições adaptadas às necessidades nacionais/regionais, mas em qualquer caso, seguindo o modelo do Anexo A) podem ser disponibilizadas como anexo nacional ou como documento separado (por exemplo, legal) (folha de dados nacional).

NOTA 1 Então, neste caso:

- os reguladores especificarão as definições;
- o usuário aplicará o documento para avaliar o desempenho energético de um edifício e, assim, utilizará as definições feitas pelos reguladores.

Os tópicos abordados neste Documento podem ser objeto de regulamentação pública. A regulamentação pública sobre os mesmos tópicos pode substituir as definições-padrão informativas no Anexo B. A regulamentação pública sobre os mesmos tópicos pode até, para certas aplicações, substituir o uso deste Documento. Os requisitos e definições legais em geral não são publicados em normas, mas em documentos legais. A fim de evitar duplas publicações, e a difícil atualização de documentos duplos, um anexo nacional pode referir-se aos textos jurídicos em que as definições nacionais foram feitas pelas autoridades públicas. São possíveis diferentes anexos nacionais ou fichas de dados nacionais, para diferentes aplicações.

Espera-se que, se os valores-padrão, definições e referências a outras normas DEE no Anexo B não forem seguidos devido aos regulamentos, políticas ou tradições nacionais:

- as autoridades nacionais ou regionais elaborem folhas de dados contendo as definições e valores nacionais ou regionais, de acordo com o modelo do Anexo A. Neste caso, recomenda-se um anexo nacional (por exemplo, NA), contendo uma referência à essas fichas de dados;
- ou, por definição, a organização nacional de normas considerará a possibilidade de adicionar ou incluir um anexo nacional de acordo com o modelo do Anexo A, de acordo com os documentos legais que fornecem valores e definições nacionais ou regionais.



Outros grupos-alvo são partes que desejam motivar suas suposições classificando o desempenho energético da edificação para um estoque de edificações dedicado.

Mais informações são fornecidas no Relatório Técnico (ISO/TR 52019 2) que acompanha este Documento.

O subconjunto de normas DEE preparados sob a responsabilidade do ISO/TC 163/SC 2 abrange, entre outros:

- procedimentos de cálculo da utilização de energia global e do desempenho energético das edificações;
- procedimentos de cálculo da temperatura interna das edificações (por exemplo, no caso de não haver aquecimento ou resfriamento no ambiente);
- indicadores para requisitos parciais de DEE relacionados ao balanço de energia térmica e características do sistema de vedações;
- métodos de cálculo que envolvam o desempenho e as características térmicas, higrotérmicas, solares e visuais de partes específicas da edificação e de elementos e componentes específicos do edifício, como os elementos de vedação opacos, pisos em contato com o solo, janelas e fachadas.

O ISO/TC 163/SC 2 coopera com outros comitês técnicos para obter detalhes sobre os eletrodomésticos, sistemas técnicos da edificação, ambiente interno etc.

Este Documento fornece os meios (em parte) para avaliar a contribuição que os produtos e serviços técnicos da edificação representam para a conservação de energia e para o desempenho energético geral das edificações.

Os objetivos da ABNT NBR ISO 13789 são:

- esclarecer o mercado internacional por meio da definição harmonizada das características intrínsecas das edificações;
- ajudar a julgar a conformidade com os regulamentos;
- fornecer dados de entrada para o cálculo da demanda anual de energia para aquecimento ou resfriamento das edificações.

O resultado dos cálculos pode ser utilizado como entrada para a determinação do consumo anual de energia e da carga de aquecimento ou resfriamento das edificações, para expressar as características de transmissão térmica e/ou ventilação de um edifício ou para avaliar o cumprimento de especificações expressas relacionadas aos coeficientes de transferência de calor por transmissão e/ou ventilação.

A Tabela 1 apresenta a posição relativa deste Documento dentro do conjunto de normas DEE no contexto da estrutura modular, conforme estabelecido na ISO 52000-1.

NOTA 2 No ISO/TR 52000-2, a mesma tabela pode ser encontrada, possuindo, para cada módulo, os números das normas DEE pertinentes e relatórios técnicos que estão publicados ou em preparação.

NOTA 3 Os módulos representam as normas DEE, embora uma norma DEE possa abranger mais de um módulo, e um módulo possa ser abordado em mais de uma norma DEE; por exemplo, um método simplificado e um



detalhado, respectivamente. Ver também as Tabelas A.1 e B.1.

Tabela 1 - Relação deste Documento (no caso M2-5 e M2-6) com a estrutura modular do conjunto de normas DEE

Submódulo	Geral		Edificação (propriamente dita)		Sistemas técnicos da edificação									
	Descrição		Descrição		Descrição	Aquecimento	Resfriamento	Ventilação	Umificação	Desumificação	Água quente	Iluminação	Automação e controle predial	Fotovoltaica, eólica...
sub1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Geral		Geral		Geral									
2	Termos e definições comuns; símbolos, unidades e subscritos		Demanda energética da edificação		Demanda								a	
3	Aplicações		(Livre) Condições internas sem sistemas		Carga máxima e potência									
4	Formas de expressar o desempenho energético		Formas de expressar o desempenho energético		Formas de expressar o desempenho energético									
5	Categorias e limites da edificação		Transferência térmica por transmissão	ABNT NBR ISO 13789	Insuflação e controle									
6	Ocupação da edificação e condições de operação		Transferência térmica por infiltração e ventilação	ABNT NBR ISO 13789	Distribuição e controle									
7	Agrupamento de serviços de energia e operadoras de energia		Ganhos de calor interno		Armazenamento e controle									
8	Zoneamento da edificação		Ganhos de calor solar		Geração e controle									
9	Desempenho energético calculado		Dinâmicas da edificação (massa térmica)		Despacho de carga e condições de operação									
10	Desempenho energético medido		Desempenho energético medido		Desempenho energético medido									
11	Inspeção		Inspeção		Inspeção									
12	Formas de expressar conforto térmico no ambiente interno				BMS (automação)									
13	Condições ambientais externas													
14	Cálculo de economia													



ABNT/CB-002
PROJETO ABNT NBR ISO 13789
JAN 2024

Submódulo	Geral		Edificação (propriamente dita)		Sistemas técnicos da edificação									
	Descrição		Descrição		Descrição	Aquecimento	Resfriamento	Ventilação	Umidificação	Desumidificação	Água quente	Iluminação	Automação e controle predial	Fotovoltaica, eólica...
sub1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11

^a Os módulos sombreados não são aplicáveis.

Desempenho térmico das edificações — Coeficientes de transferência de calor por transmissão e ventilação – Método de cálculo

1 Escopo

Este Documento especifica um método e fornece convenções para o cálculo dos coeficientes de transferência de calor por transmissão e ventilação em estado estacionário de edificações inteiras e partes de edificações. É aplicável tanto à perda de calor (temperatura interna maior que a temperatura externa) quanto ao ganho de calor (temperatura interna menor que a temperatura externa). Para os fins deste Documento, assume-se que o espaço aquecido ou resfriado está em temperatura uniforme.

O Anexo C fornece um método de estado estacionário para calcular a temperatura em espaços não condicionados adjacentes aos espaços condicionados.

NOTA A Tabela 1 da Introdução apresenta a posição relativa deste Documento dentro do conjunto de normas DEE no contexto da estrutura modular, conforme estabelecido na ISO 52000-1.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto de forma que parte ou todo o seu conteúdo constituem requisitos a este documento. Para o caso de referências datadas, somente a edição citada se aplica. Para as referências sem data, adota-se a última edição do documento citado (incluindo quaisquer emendas).

ISO 6946, *Building components and building elements — Thermal resistance and thermal transmittance — Calculation method*

NOTA BRASILEIRA No Brasil, existe a ABNT NBR 15220-2:2022, que é uma adoção modificada da ISO 6946:2017.

ISO 7345, *Thermal insulation — Physical quantities and definitions*

ABNT NBR ISO 10077-1, *Desempenho térmico de janelas, portas e persianas - Cálculo da transmitância térmica - Parte 1: Geral*

ABNT NBR ISO 10211, *Pontes térmicas na construção civil - Fluxos de calor e temperaturas superficiais - Cálculo detalhado*

ISO 12631, *Thermal performance of curtain walling — Calculation of thermal transmittance*

ISO 13370, *Thermal performance of buildings — Heat transfer via the ground — Calculation methods*

ISO 14683, *Thermal bridges in building construction — Linear thermal transmittance — Simplified methods and default values*

ISO 52000-1:2017, *Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 1: General framework and procedures*

NOTA 1 Referências-padrão às normas DEE diferentes da ISO 52000-1 são identificadas pelo número de código do módulo DEE e fornecidas no Anexo A (modelo normativo na Tabela A.1) e Anexo B (definição-padrão informativa na Tabela B.1).

EXEMPLO Número de código do módulo DEE: M5-5, ou M5-5,1 (se o módulo M5-5 é subdividido), ou M5-5/1 (se for referência a uma cláusula específica da norma abrangendo o M5-5).

NOTA 2 Neste Documento, não há definições nas referências a outras normas DEE. A frase e a nota acima são mantidas para preservar a uniformidade entre todas as normas DEE.

3 Termos e definições

Para os propósitos deste documento, aplicam-se os termos e definições da ISO 7345 e ISO 52000-1, além dos seguintes.

A ISO e o IEC mantêm bancos de dados terminológicos para uso em normatização nos seguintes endereços:

- IEC Electropedia: disponível em <http://www.electropedia.org/>
- ISO Plataforma de navegação online: disponível em <http://www.iso.org/obp>

3.1

espaço aquecido

ambiente ou recinto que, para fins de cálculo, é considerado aquecido por um determinado período ou períodos para uma determinada temperatura de *setpoint*

3.2

espaço resfriado

ambiente ou recinto que, para fins de cálculo, é assumido como resfriado por um determinado período ou períodos para uma determinada temperatura de *setpoint*

3.3

espaço condicionado

espaço aquecido e/ou resfriado

Nota de entrada 1: Os espaços aquecidos e/ou resfriados são utilizados para determinar a envoltória térmica.

3.4

espaço não condicionado

ambiente ou recinto que não faz parte de um espaço condicionado

3.5

coeficiente de transferência de calor

taxa de fluxo de calor dividida pela diferença de temperatura entre dois ambientes

Nota de entrada 1: Especificamente usado para o coeficiente de transferência de calor por transmissão ou ventilação.

3.6

coeficiente de transferência de calor por transmissão

taxa de fluxo de calor devido à transmitância térmica por meio do sistema de vedações de uma edificação



dividida pela diferença entre as temperaturas do ambiente em ambos os lados da edificação

Nota de entrada 1: Por convenção, se o calor é transferido entre um espaço condicionado e o ambiente externo, o sinal é positivo se o fluxo de calor for do espaço para o exterior (perda de calor).

3.7 coeficiente de transferência de calor por ventilação

taxa de fluxo de calor devido ao ar que entra em um espaço condicionado por infiltração ou ventilação dividida pela diferença de temperatura entre o ar interno e a temperatura do ar de insuflação

Nota de entrada 1: A temperatura de alimentação para infiltração é igual à temperatura externa.

3.8 coeficiente de transferência de calor da edificação

soma dos coeficientes de transferência de calor por transmissão e ventilação

3.9 área da envoltória térmica

área total de todos os elementos de uma edificação que incluem espaços termicamente condicionados por meio dos quais a energia térmica é transferida, direta ou indiretamente, para ou do ambiente externo

Nota de entrada 1: A área da envoltória térmica depende da utilização das dimensões internas, internas gerais ou externas.

3.10 transmitância térmica média do sistema de vedações da edificação

coeficiente de transferência de calor por transmissão dividido pela área do sistema de vedações

3.11 dimensão interna

dimensão medida de parede a parede e do chão ao teto dentro de uma sala de um edifício

Nota de entrada 1: Ver Figura 1.

3.12 dimensão interna geral

dimensão medida no interior de um edifício, ignorando as divisórias internas

Nota de entrada 1: Ver Figura 1.

3.13 dimensão externa

dimensão medida no exterior de um edifício

Nota de entrada 1: Ver Figura 1.

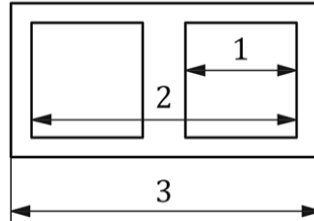
3.14 norma DEE

norma que atende aos requisitos das ISO 52000-1, CEN/TS 16628^[4] e CEN/TS 16629^[5]

Nota de entrada 1: Estes três documentos básicos DEE foram desenvolvidos sob um mandato dado ao CEN pela Comissão Europeia e pela Associação Europeia de Comércio Livre, e suportam os requisitos essenciais da Diretiva EU 2010/31/EU sobre o desempenho energético dos edifícios. Várias normas DEE e documentos relacionados são desenvolvidos ou revisados sob o mesmo mandato.

[FONTE: ISO 52000-1:2017, 3.5.14]

NOTA BRASILEIRA: O termo desempenho energético de edificações (DEE) é conhecido em inglês como *energy performance of buildings* (EPB).



Legenda

- 1 dimensão interna
- 2 dimensão interna geral
- 3 dimensão externa

Figura 1 — Sistemas de dimensão

4 Símbolos e subscritos

4.1 Símbolos

Para os fins deste Documento, os símbolos fornecidos na ISO 52000-1 e os seguintes se aplicam.

Símbolo	Grandeza	Unidade
A	área	m^2
b	fator de ajuste para o coeficiente de transferência de calor	—
c_p	calor específico do ar à pressão constante	$Wh/(kg \cdot K)$
H	coeficiente de transferência de calor	W/K
h	coeficiente de transferência de calor de superfície	$W/(m^2 \cdot K)$
l	comprimento	m
n	taxa de troca de ar	h^{-1}
q, q_v	vazão volumétrica de ar	m^3/h
U	transmitância térmica	$W/(m^2 \cdot K)$
V	volume	m^3
κ	capacidade térmica	$J/(m^2 \cdot K)$
ρ	densidade	kg/m^3
Φ	taxa de fluxo de calor	W
Ψ	transmitância térmica linear	$W/(m \cdot K)$
χ	transmitância térmica do ponto	W/K
θ	temperatura	$^{\circ}C$

4.2 Subscritos

Para os fins deste documento, os subscritos fornecidos na ISO 52000-1 e os seguintes se aplicam.

a	adjacente
adj	ajustado
air	ar
c	elemento opaco
cw	fachada cortina
ce, ci	convecção externa, interna
d	direto; porta
e	externo
eff	efetivo
f	edificação térrea
g	solo
int	interno
ia	entre um espaço condicionado e o edifício adjacente
iu	entre um espaço condicionado e o espaço não condicionado
l	infiltração
<i>m</i>	número do mês
mn	média
re, ri	radiativo externo, interno
tot	total
tr	transmissão
tb	ponte térmica
u	não condicionado
ue	entre o espaço não condicionado e o ambiente externo
ve	ventilação
vi	virtual
w	esquadria
ws	janela com a veneziana fechada
50	50 Pa (diferença de pressão)

5 Descrição do método

5.1 Dados de saída

As saídas deste Documento são os coeficientes de transferência de calor por transmissão e ventilação

de uma edificação. Estas variáveis consideram as propriedades térmicas dos elementos construtivos que delimitam o espaço condicionado no edifício e as características de infiltração do ar.

5.2 Descrição geral

As propriedades térmicas dos componentes estruturais da edificação (calculadas usando outras normas) são combinadas para fornecer os dados de transferência de calor relacionados ao edifício como um todo.

6 Cálculo dos coeficientes de transferência de calor

6.1 Dados de saída

A saída deste Documento são os coeficientes de transferência de calor por transmissão e ventilação, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de saída

Descrição	Símbolo	Unidade	Módulo de destino (ver Tabela 1)	Intervalo de validade	Valor variável
coeficiente de transferência de calor por transmissão direta entre o espaço aquecido ou resfriado e o exterior, para todo o edifício	H_d	W/K	M2-2	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor por transmissão em estado estacionário pelo do solo	H_g	W/K	M2-2 [M] ^b	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor por transmissão por meio de espaços não condicionados	H_u	W/K	M2-2	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor direto entre o espaço condicionado e o espaço não condicionado	H_{iu}	W/K	M2-2	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor entre o espaço não condicionado e o ambiente externo	H_{ue}	W/K	M2-2	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor de transmissão entre o espaço não condicionado e o ambiente externo	$H_{tr,ue}$	W/K	M2-2	≥ 0	Não
transmissão em estado estacionário e coeficiente de transferência de calor por ventilação para edificações adjacentes	H_a	W/K	M2-2	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor por transmissão devido às pontes térmicas	H_{tb}	W/K	M2-2	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor por transmissão	H_{tr}	W/K	M2-2	≥ 0	Não
coeficiente de transferência de calor por ventilação	H_{ve}	W/K	M2-2	≥ 0	Não



ABNT/CB-002
PROJETO ABNT NBR ISO 13789
JAN 2024

Descrição	Símbolo	Unidade	Módulo de destino (ver Tabela 1)	Intervalo de validade	Valor variável
transmitância térmica média do sistema de vedação do edifício	U_{mn}	W/(m ² ·K)	M2-4	≥0	Não
transmitância térmica do elemento opaco (a partir da ISO 6946) ^a	U_c	W/(m ² ·K)	M2-2 [M] ^b	≥0	Não
resistência térmica do elemento opaco (a partir da ISO 6946) ^a	R_c	m ² ·K/W	M2-2 [H] ^b	≥0	Não
coeficiente de transferência de calor por transmissão pelo solo em cada mês (ver 7.4)	$H_{g;an,m}$	W/K	M2-2 [M] ^b	≥0	Sim
coeficiente de transferência de calor por transmissão pelo solo para a estação de aquecimento (a partir da ISO 13370) ^a	$H_{g;H;adj}$	W/K	M2-2 [M] ^b	≥0	Não
coeficiente de transferência de calor de transmissão pelo solo para a estação de resfriamento (a partir da ISO 13370) ^a	$H_{g;C;adj}$	W/K	M2-2 [M] ^b	≥0	Não
resistência térmica efetiva do piso da edificação, incluindo o efeito do solo (a partir da ISO 13370)	$R_{f,eff}$	m ² ·K/W	M2-2 [H] ^b	≥0	Não
resistência térmica de 0,5 m de espessura da camada do solo, para o piso da edificação (a partir da ISO 13370) ^a	R_g	(m ² ·K)/W	M2-2 [H] ^b	≥0	Não
capacidade térmica de 0,5 m da camada do solo, para o piso da edificação (a partir da ISO 13370) ^a	κ_g	J/(m ² ·K)	M2-2 [H] ^b	≥0	Não
resistência térmica de uma camada de solo virtual, para o piso da edificação (a partir da ISO 13370) ^a	$R_{g,v}$	(m ² ·K)/W	M2-2 [H] ^b	≥0	Não
temperatura virtual do solo, para o piso da edificação em cada mês (a partir da ISO 13370) ^a	$\theta_{g,v,m}$	°C	M2-2 [H] ^b	-50 a +50	Sim
transmitância térmica da esquadria (a partir da ABNT NBR ISO 10077-1) ^a	U_w	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
transmitância térmica da esquadria com as venezianas fechadas (a partir da ABNT NBR ISO 10077-1) ^a	U_{ws}	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
transmitância térmica da porta (a partir da ABNT NBR ISO 10077-1) ^a	U_d	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
transmitância térmica da fachada-cortina (a partir da ABNT NBR ISO 12631) ^a	U_{cw}	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
área envidraçada (a partir da ISO 10077-1) ^a	A_g	m ²	M2-2	≥0	Não

Descrição	Símbolo	Unidade	Módulo de destino (ver Tabela 1)	Intervalo de validade	Valor variável
coeficiente de transferência de calor por convecção da superfície interna, do elemento da edificação (ver 9.5)	h_{ci}	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
coeficiente de transferência de calor por radiação de onda longa da superfície interna, do elemento da edificação (ver 9.5)	h_{ri}	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
coeficiente de transferência de calor por convecção da superfície externa, do elemento da edificação (ver 9.5)	h_{ce}	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
coeficiente de transferência de calor por radiação de onda longa da superfície externa, do elemento da edificação (ver 9.5)	h_{re}	W/(m ² ·K)	M2-2	≥0	Não
área do elemento da edificação	A_e	m ²	M2-2	≥0	Não
transmitância térmica linear da ponte térmica (a partir da NBR ISO 10211 ou ISO 14683) ^a	Ψ	W/(m·K)	M2-2	≥0	Não
comprimento da ponte térmica	l	m	M2-2	≥0	Não
^a Essas grandezas são calculadas a partir de outras normas e listadas aqui como parte dos dados transferidos para os módulos de destino. ^b M2-2 [H]: método de cálculo horário; M2-2 [M]: método de cálculo mensal.					

NOTA BRASILEIRA Na Tabela 2 da ISO 13789:2017, os símbolos h_{ri} e h_{re} estão invertidos e foram corrigidos na ABNT NBR ISO 13789:2023.

6.2 Cálculo do intervalo de tempo

Para a transferência de calor mensal por meio do solo, o intervalo de tempo é de 1 mês. Para outras grandezas, a entrada, o método e os dados de saída são para as condições de estado estacionário e são considerados independentes das condições reais, como temperatura interna, efeito do vento ou radiação solar, portanto, não há necessidade de considerar a duração específica do intervalo de tempo.

6.3 Dados de entrada

As Tabelas 3, 4 e 5 listam indicadores para os dados de entrada necessários para o cálculo.

Tabela 3 - Indicadores para construir as características geométricas

Nome	Símbolo	Unidade	Valor	Intervalo	Origem	Valor variável
área do elemento dos sistemas de vedação da edificação i	$A_{e;i}$	m ²		≥0	—	Não
comprimento da ponte térmica linear k	l_k	m		≥0	—	Não

Tabela 4 - Indicadores para as condições de contorno da edificação

Nome	Símbolo	Unidade	Valor	Intervalo	Origem	Valor variável
temperatura do ambiente interno no edifício em consideração	θ_{int}	°C		0 a 50	—	Sim
temperatura do ambiente interno no espaço adjacente não condicionado	$\theta_{int;u}$	°C		0 a 50	—	Sim
temperatura do ambiente interno no edifício adjacente	$\theta_{int;adj}$	°C		0 a 50	—	Sim
temperatura externa	θ_e	°C		-50 a +50	—	Sim

Tabela 5 - Indicadores para as características térmicas do sistema de vedação da edificação

Nome	Símbolo	Unidade	Valor	Intervalo	Origem	Valor variável
transmitância térmica do elemento i	U_i	W/(m ² ·K)		0 a 10	M2-5 (ISO 6946)	Não
transmitância térmica linear da ponte térmica k	Ψ_k	W/(m·K)		0 a 10	M2-5 (ISO 14683 ou ABNT NBR ISO 10211)	Não
coeficiente mensal de transferência de calor no solo	$H_{g;m}$	W/K		≥0	M2-5 (ISO 13370)	Sim
coeficiente médio anual de transferência de calor no solo	H_g	W/K		≥0	M2-5 (ISO 13370)	Não
taxa de fluxo de ar pelo espaço aquecido ou resfriado	q_v	m ³ /h		≥0	M5-5	Não
taxa de fluxo de calor gerado dentro de um espaço não condicionado (por exemplo, ganhos solares)	Φ	W		≥0	—	Não

Se o objetivo for fornecer dados para a estimativa das demandas energéticas da edificação ou temperatura interna (DEE módulo M2-2), são necessários dados adicionais da ISO a partir da ISO 13370, dependendo do intervalo de tempo do procedimento de cálculo (horário ou mensal). Estes estão listados na visão geral dos dados de saída na Tabela 2.

NOTA A norma DEE sob o módulo M2-2 é a ISO 52016-1.

A Tabela 6 lista indicadores das constantes.

Tabela 6 - Indicadores das constantes

Nome	Símbolo	Unidade	Valor	Intervalo	Origem	Valor variável
densidade do ar	ρ_a	kg/m ³	1 205	—	—	Não
calor específico do ar à pressão constante	c_p	Wh/(kg·K)	1 008	—	—	Não

6.4 Medição das dimensões

As dimensões dos elementos construtivos devem ser medidas usando um destes sistemas:

- dimensões internas;
- dimensões internas gerais;
- dimensões externas.

NOTA Estes são descritos no ISO/TR 52019-2.

O sistema escolhido deve ser usado de forma consistente em todos os cálculos.

Um modelo para a definição do sistema dimensional é fornecido na Tabela A.2.

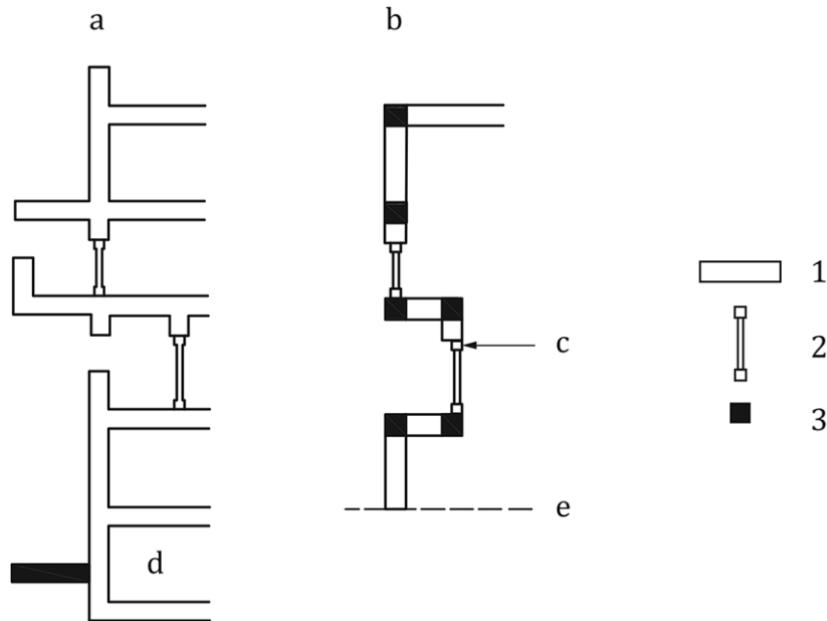
6.5 Limites do espaço condicionado

Antes do cálculo, o espaço condicionado da edificação considerado deve ser claramente definido. Os elementos construtivos considerados nos cálculos são os limites dos espaços que são aquecidos ou resfriados (direta ou indiretamente).

A envoltória da edificação acima do solo é modelada por elementos planos e em forma de viga, conforme apresentado na Figura 2.

Os limites entre a parte “subterrânea”, envolvendo a transmissão de calor por meio do solo, e a parte “acima do solo” da edificação, com transferência direta de calor para o ambiente externo ou para espaços não condicionados, são determinados na ISO 13370:

- para edificações com pisos de laje no térreo, pisos suspensos e porões não aquecidos: nível da superfície interna do piso térreo (excluindo quaisquer revestimentos de piso, como carpetes);
- para edificações com subsolo condicionado: o nível do solo exterior.



Legenda

- 1 sistema de vedações planas: a ISO 6946 é aplicável
- 2 esquadria e portas, com seus perfis: as ABNT NBR ISO 10077-1 e ABNT NBR ISO 10077-2 são aplicáveis
- 3 pontes térmicas potenciais: as ISO 14683 ou ABNT NBR ISO 10211 são aplicáveis
- a real
- b modelo
- c junções esquadria/parede que também são potenciais pontes térmicas
- d não condicionado
- e limite de aplicação da ISO 13370

Figura 2 — Modelagem da envoltória da edificação por componentes planos e em forma de viga

Se os cálculos forem realizados para partes de edificações, os limites dessas partes devem ser claramente determinadas, de modo que a soma dos coeficientes de transferência de calor de todas as partes seja igual à soma do edifício.

NOTA Para mais informações, consultar o ISO/TR 52019-2.

7 Coeficiente de transferência de calor por transmissão

7.1 Equação básica

O coeficiente de transferência de calor por transmissão, H_{tr} , é calculado de acordo com a Equação (1):

$$H_{tr} = H_d + H_g + H_u + H_a \tag{1}$$

onde

H_{tr} é o coeficiente de transferência de calor por transmissão, expresso em watts por Kelvin (W/K);

H_d é o coeficiente de transferência de calor por transmissão direta entre o espaço aquecido ou resfriado e o exterior pela envoltória da edificação, definido pela Equação (3), expresso em watts por Kelvin (W/K);

H_g é o coeficiente de transferência por transmissão por meio do solo, definido em 7.4, expresso em watts por Kelvin (W/K);

H_u é o coeficiente de transferência de calor por transmissão por meio de espaços não condicionados definido pela Equação (5), expresso em watts por Kelvin (W/K);

H_a é o coeficiente de transferência de calor por transmissão para edificações adjacentes, determinado de acordo com 7.6, expresso em watts por Kelvin (W/K).

NOTA 1 As regras de modelagem fornecidas na ABNT NBR ISO 10211 podem ser usadas para o cálculo do coeficiente de acoplamento térmico total da envoltória completa ou de qualquer parte dela, incluindo a transferência de calor pelo solo. Quando nenhum espaço não condicionado estiver envolvido, o coeficiente de acoplamento térmico total corresponde ao coeficiente de transferência de calor por transmissão, conforme determinado neste Documento.

NOTA 2 Em algumas aplicações, a transferência de calor por meio do solo é tratada em termos de uma parte constante relacionada à diferença de temperatura média anual e uma parte variável relacionada às variações mensais da diferença de temperatura interna e externa.

7.2 Transmitância térmica média dos sistemas de vedações

A transmitância térmica média do sistema de vedações da edificação é o coeficiente de transferência de calor por transmissão dividido pela área da envoltória térmica, de acordo com a Equação (2):

$$U_{mn} = \frac{H_{tr}}{\sum A_i} \quad (2)$$

onde

U_{mn} é a transmitância térmica média do sistema de vedações do edifício, expressa em watts por metro quadrado Kelvin (W/(m²·K));

H_{tr} é o coeficiente de transferência de calor por transmissão, não incluindo o H_a para edificações adjacentes, expresso em watts por Kelvin (W/K);

A_i é a área do elemento i da envoltória térmica, não incluindo a área às edificações adjacentes, expressa em metros quadrados (m²).

7.3 Transmissão direta entre ambientes internos e externos

O coeficiente de transferência de calor por transmissão por meio dos elementos construtivos que separam o espaço condicionado e o ambiente externo é calculado diretamente por métodos numéricos utilizando as regras de modelagem fornecidas na ABNT NBR ISO 10211, ou de acordo com a Equação (3):

$$H_d = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k l_k \cdot \Psi_k + \sum_j \chi_j \quad (3)$$

onde

H_d é o coeficiente de transferência direta de calor entre o espaço aquecido ou resfriado e o exterior por meio da envoltória do edifício, expresso em watts por Kelvin (W/K);

A_i é a área do elemento i da envolvente do edifício, expressa em metros quadrados (m²) (as dimensões das esquadrias e portas são tomadas como as dimensões da abertura na parede);



U_i é a transmitância térmica do elemento i da envolvente do edifício, expressa em watts por metro quadrado Kelvin ($W/(m^2 \cdot K)$);

l_k é o comprimento da ponte térmica linear k , expresso em metros (m);

Ψ_k é a transmitância térmica linear da ponte térmica k , expressa em watts por metro Kelvin [$W/(m \cdot K)$];

χ_j é a transmitância térmica pontual da ponte térmica pontual j , expressa em watts por Kelvin (W/K).

NOTA 1 A área da esquadria, usada para estabelecer a transmitância térmica da esquadria, pode ser ligeiramente maior que a abertura na parede. O efeito de quaisquer diferenças de área é incorporado nos valores de Ψ_k para as junções entre paredes e esquadrias.

As pontes térmicas lineares e pontuais consideradas na transmitância térmica dos elementos construtivos planos não devem ser incluídas na Equação (3).

Os somatórios devem ser feitos sobre todos os componentes da edificação separando os ambientes interno e externo.

Os valores de transmitância térmica, U , devem ser calculados pelos métodos descritos na

- ABNT NBR ISO 10077-1 para esquadrias e portas (a transmitância térmica também pode ser determinada por medição de acordo com a ISO 12567-1 ou a ISO 12567-2),
- ISO 12631 para paredes-cortina, e
- ISO 6946 para outras paredes e telhados.

NOTA 2 Essas normas incluem métodos detalhados e simplificados e contêm regras para fazer as escolhas entre seus métodos.

Os valores de transmitância térmica linear, Ψ , e os valores de transmitância térmica pontual, χ , devem ser obtidos de tabelas ou catálogos preparados de acordo com a ISO 14683 ou calculados de acordo com a ABNT NBR ISO 10211.

Nos casos em que os detalhes das pontes térmicas não são conhecidos, por exemplo, em edificações existentes, o segundo e terceiro termos do lado direito da Equação (3) podem ser substituídos por uma tolerância padronizada para as pontes térmicas, H_{tb} .

Paredes divisórias (dividindo uma edificação em instalações separadas) para a construção de compartimentos podem dar origem à transmissão de calor para o ambiente externo por meio de um mecanismo de desvio térmico. Isso pode ser feito atribuindo-se uma transmitância térmica à parede divisória e incluindo quaisquer paredes divisórias na Equação (3).

Um modelo para restrições ao uso da Equação (3) é fornecido na Tabela A.3, com definições-padrão informativas na Tabela B.3.

Um modelo para especificar a transmissão de calor por meio de paredes divisórias está incluído na Tabela A.4, com uma definição-padrão informativa na Tabela B.4.

Um modelo especificando se os valores medidos de transmitância térmica são permitidos é fornecido na Tabela A.4, com uma definição-padrão informativa na Tabela B.4.

Um modelo para identificar fontes de valores tabulados de transmitância térmica linear e/ou pontual,

fornecendo dados para edificações existentes, e métodos de obtenção de H_{tb} , além de identificar as pontes térmicas que podem ser negligenciadas, é fornecido na Tabela A.6, com uma definição-padrão informativa na Tabela B.6.

Um modelo especificando as condições sob as quais uma ponte térmica linear pode ser negligenciada é fornecido na Tabela A.6, com uma definição-padrão informativa na Tabela B.6.

7.4 Coeficiente de transferência de calor por transmissão por meio do solo

O coeficiente de transferência de calor por meio do solo, H_g , é calculado de acordo com a ISO 13370.

Se houver espaços não condicionados ao longo da edificação (ver 7.5), o H_g é calculado como se os espaços não condicionados não estivessem presentes.

A ISO 13370 fornece métodos para calcular o coeficiente de transferência de calor mensalmente, $H_{g;an;m}$, levando em consideração a inércia térmica do solo. Esses coeficientes mensais podem ser relacionados ao coeficiente médio anual, H_g , por fatores de ajuste, b_m , para cada mês m .

$$b_m = \frac{H_{g;an;m}}{H_g} \quad (4)$$

Os valores de b_m podem ser fixados a nível nacional em uma base mensal ou sazonal.

NOTA 1 Os valores de b_m são tipicamente menores que 1 no inverno e maiores que 1 no verão, porque durante o inverno a diferença de temperatura efetiva por meio do solo é menor que a diferença de temperatura entre os ambientes interno e externo, e no verão é maior. Se a temperatura externa média mensal for superior à temperatura interna, o valor de b_m pode ser negativo.

Um modelo para valores de b_m é fornecido na Tabela A.7, com uma definição-padrão informativa na Tabela B.7.

Se o objetivo for fornecer dados para a estimativa das demandas energéticas da edificação ou a temperatura interna (módulo DEE M2-2), são necessários dados adicionais da ISO 13370, dependendo do intervalo de tempo do procedimento de cálculo (horário ou mensal). Estes estão listados na visão geral dos dados de saída na Tabela 4.

NOTA 2 A norma DEE sob o módulo M2-2 é a ISO 52016-1.

NOTA BRASILEIRA: Este método traz simplificações e, para uma análise mais precisa, pode-se recorrer a métodos de simulação para transferência de calor por meio do solo.

7.5 Coeficiente de transferência de calor por transmissão por meio de espaços não condicionados

O coeficiente de transmissão de calor, H_u , entre um espaço condicionado e os ambientes externos por meio de espaços não condicionados ao longo da edificação é obtido a partir da Equação (5):

$$H_u = H_{iu} \cdot b \quad \text{com} \quad b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (5)$$

onde

H_u coeficiente de transferência de calor por transmissão entre um espaço condicionado e os ambientes externos via espaços não condicionados, expresso em watts por Kelvin (W/K);

H_{iu} coeficiente de transferência direta de calor entre o espaço condicionado e o espaço não condicionado, expresso em watts por Kelvin (W/K);

H_{ue} coeficiente de transferência de calor entre o espaço não condicionado e o ambiente externo, expresso em watts por Kelvin (W/K).

NOTA 1 Na Equação (5), o fator de ajuste, b , permite que o espaço não condicionado esteja em uma temperatura diferente da do ambiente externo (ver Anexo C). Assume-se que o espaço condicionado está a uma temperatura uniforme.

NOTA 2 Isso não se aplica a um subsolo não aquecido, cuja transferência de calor está incluída no H_g (ver ISO 13370).

NOTA 3 A transmissão de calor por meio do solo não está incluída em H_{iu} ou H_{ue} .

H_{iu} e H_{ue} incluem as transferências de calor por transmissão e ventilação. Estas são calculadas de acordo com a Equação (6):

$$H_{iu} = H_{tr;iu} + H_{ve;iu} \quad e \quad H_{ue} = H_{tr;ue} + H_{ve;ue} \quad (6)$$

Os coeficientes de transmissão, $H_{tr;iu}$ e $H_{tr;ue}$ são calculados de acordo com 7.3, e os coeficientes de transferência de calor da ventilação, $H_{ve;ue}$ e $H_{ve;iu}$, pela Equação (7):

$$H_{ve;iu} = \rho \times c_p \times q_{iu} \quad e \quad H_{ve;ue} = \rho \times c_p \times q_{ue} \quad (7)$$

onde

ρ é a densidade do ar, expressa em quilogramas por metro cúbico (kg/m³);

c_p é a capacidade calorífica específica do ar, expressa em watts-hora por quilograma Kelvin [Wh/(kg·K)];

q_{ue} é a vazão de ar entre o espaço não condicionado e o ambiente externo, expressa em metros cúbicos por hora (m³/h);

q_{iu} é a vazão de ar entre os espaços condicionados e não condicionados, expressa em metros cúbicos por hora (m³/h).

NOTA 4 A ISO 6946 fornece métodos aproximados para alguns espaços não aquecidos específicos e regras para quando eles podem ser usados.

7.6 Transferência de calor para edificações adjacentes

Quando a transferência de calor para uma edificação adjacente, a uma temperatura diferente da edificação considerada, é para ser levada em consideração, o coeficiente de transferência de calor entre as duas edificações é obtido usando a Equação (8):

$$H_a = b \cdot H_{ia} \quad (8)$$

onde

H_a é o coeficiente de transferência de calor entre as duas edificações, expresso em watts por Kelvin (W/K);

H_{ia} é o coeficiente de transferência direta de calor entre o espaço condicionado e a edificação adjacente, expresso em watts por Kelvin (W/K).

$$b = \frac{\theta_{int} - \theta_a}{\theta_{int} - \theta_e} \quad (9)$$

onde

θ_{int} é a temperatura interna da edificação considerada, expressa em graus Celsius (°C);

θ_a é a temperatura da edificação adjacente, expressa em graus Celsius (°C);

θ_e é a temperatura externa, expressa em graus Celsius (°C).

NOTA O valor de b pode ser negativo.

8 Coeficiente de transferência de calor de ventilação

O coeficiente de transferência de calor da ventilação, H_{ve} , é calculado por meio da Equação (10):

$$H_{ve} = \rho_{air} \cdot c_p \cdot q_v \quad (10)$$

onde

H_{ve} é o coeficiente de transferência de calor por ventilação, expresso em watts por Kelvin (W/K);

q_v é a vazão de ar por meio do espaço aquecido ou resfriado, expressa em metros cúbicos por segundo (m³/s);

$\rho_{air} \cdot c_p$ é a capacidade calorífica do ar, por volume, expressa em Joules por metro cúbico por Kelvin [J/(m³·K)].

Se a vazão de ar, q_v , estiver em m³/s, $\rho_{air-cp} = 1\,200$ J/(m³·K). Se q_v é dado em m³/h, $\rho_{air-cp} = 0,33$ Wh/(m³·K).

A Tabela A.8 fornece um modelo para a determinação da vazão de ar, com uma definição-padrão informativa na Tabela B.8.

NOTA O ISO/TR 52019-2 contém um método que pode ser aplicado na ausência de um método nas normas internacionais ou nas disposições nacionais.

9 Convenções adicionais

9.1 Generalidades

Se o objetivo do cálculo for fornecer dados para a estimativa da demanda anual de energia, convém que os melhores dados disponíveis sejam utilizados como entrada para os cálculos.

Se o objetivo for expressar as características de transmitância térmica e/ou de ventilação de um edifício considerado como produto, ou para julgar a conformidade com especificações expressas em termos de

coeficiente de transmitância térmica e/ou ventilação, os valores determinados em 9.2 a 9.4 devem ser utilizados. O resultado dos cálculos é então independente da localização e uso do edifício.

9.2 Coeficiente de transmissão de calor por meio do solo

Este coeficiente é o componente de estado estacionário, H_g , calculado de acordo com a ISO 13370, sendo a condutividade térmica do solo tomada como $2 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

9.3 Transmitância térmica variável

Nos casos em que a transmitância térmica puder variar, o valor máximo deve ser usado.

9.4 Taxas de troca de ar de espaços não condicionados

Para não subestimar a transferência de calor por transmissão, a vazão de ar entre um espaço condicionado e um espaço não condicionado, q_{iu} , deve ser considerada zero:

$$q_{iu} = 0 \quad (11)$$

A taxa de fluxo de ar entre o espaço não aquecido e o ambiente externo é calculada de acordo com a Equação (12):

$$q_{ue} = V_u \cdot n_{ue} \quad (12)$$

onde

q_{ue} é a vazão de ar entre o espaço não aquecido e o ambiente externo, expressa em metros cúbicos por hora (m^3/h);

V_u é o volume de ar no espaço não condicionado, expresso em metros cúbicos (m^3);

n_{ue} é a taxa de troca de ar convencional entre o espaço não condicionado e o ambiente externo, expressa por hora (h^{-1}).

A taxa de troca de ar, n_{ue} , pode ser tomada como o valor da Tabela 7 que melhor corresponde ao espaço não condicionado em consideração.

Tabela 7 — Taxas convencionais de troca de ar entre o espaço não condicionado e o ambiente externo

Nº	Tipo de estanqueidade	n_{ue} h^{-1}
1	Sem portas ou esquadrias, todas as juntas entre os componentes bem vedadas, sem aberturas de ventilação.	0,1
2	Todas as juntas entre os componentes bem vedadas, sem aberturas de ventilação.	0,5
3	Todas as juntas bem vedadas, pequenas aberturas para ventilação.	1
4	Não hermético devido a algumas juntas abertas localizadas, ou aberturas de ventilação permanentes.	3
5	Não hermético devido às numerosas juntas abertas, ou grandes ou numerosas aberturas de ventilação permanentes.	10

Se a troca de ar for a 50 Pa, n_{50} , ou a área de vazamento equivalente, A_l , for conhecida, a taxa de troca de ar, n , pode ser estimada por uma das seguintes relações empíricas:

$$n = \frac{n_{50}}{20} \quad \text{or} \quad n = \frac{A_1}{10 \times V_u} \quad (13)$$

onde

n é a taxa de troca de ar, expressa por hora (h^{-1});

n_{50} é a taxa de troca de ar a 50 Pa, expressa por hora (h^{-1});

A_1 é a área de vazamento equivalente, expressa em centímetros quadrados (cm^2);

V_u é o volume de ar no espaço não condicionado, expresso em metros cúbicos (m^3).

O valor na Tabela 9 que é o mais próximo de n é considerado para o n_{ue} .

A Tabela A.9 fornece um modelo para determinar as taxas de trocas de ar, com uma definição-padrão informativa na Tabela B.9.

9.5 Valores convencionais para o coeficiente de transferência de calor da superfície

Os valores convencionais do coeficiente de transferência de calor por superfície são fornecidos na Tabela 8.

Tabela 8 — Coeficientes de transferência de calor de superfície convencionais

Coeficiente de transferência de calor da superfície $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Direção do fluxo de calor		
	Para cima	Horizontal	Para baixo
coeficiente convectivo; superfície interna, h_{ci}	5,0	2,5	0,7
coeficiente convectivo; superfície externa, h_{ce}	20	20	20
coeficiente por radiação; superfície interna, h_{ri}	5,13	5,13	5,13
coeficiente por radiação; superfície externa, h_{re}	4,14	4,14	4,14

NOTA Os valores fornecidos para a superfície interna são calculados para $\varepsilon = 0,9$ e com h_{r0} analisado a 20°C . O valor fornecido para a superfície externa é calculado para $\varepsilon = 0,9$, h_{r0} analisado a 10°C , e para $v = 4 \text{ m/s}$.

NOTA Esses valores são necessários como dados de entrada para a norma DEE no módulo M2-2 (ver ISO 52016-1). Os coeficientes de superfície por convecção e radiação combinados estão de acordo com as resistências superficiais convencionais na ISO 6946 (arredondado para duas casas decimais).

10 Relatório

O relatório deve conter as seguintes informações:

- a) referência a este documento, ou seja, à NBR ISO 13789;
- b) identificação da edificação;
- c) plantas do edifício, com os limites assumidos do espaço aquecido ou resfriado nelas marcados;
- d) descrição dos componentes da envoltória do edifício, ou seja, os seus elementos incluindo as dimensões e os materiais utilizados;



- e) uma lista desses componentes, com suas áreas e transmitâncias térmicas de superfície, os comprimentos e transmitâncias lineares das pontes térmicas lineares, bem como o número e as transmitâncias térmicas pontuais das pontes térmicas pontuais;
- f) se houver espaços não condicionados, as taxas de troca de ar assumidas;
- g) coeficientes de transmissão de calor para o meio externo, H_d , por meio do solo, H_g , e por meio dos espaços não condicionados, H_u , arredondados a três algarismos significativos;
- h) coeficiente total de transferência de calor por transmissão, H_{tr} , arredondado para três algarismos significativos;
- i) coeficiente de transferência de calor da ventilação, H_{ve} , arredondado para três algarismos significativos;
- j) se forem consideradas as transmitâncias térmicas variáveis, devem ser dados os resultados dos valores máximo e mínimo, juntamente com a descrição das transmitâncias térmicas variadas e seus valores extremos;
- k) qualquer desvio desta norma e a justificativa para o desvio.



Anexo A (normativo) Folha de dados de seleção de entrada e método — Modelo

A.1 Generalidades

O modelo no Anexo A deste Documento deve ser usado para especificar as escolhas entre os métodos, os dados de entrada necessários e as referências a outros documentos.

NOTA 1 Seguir este modelo não é suficiente para assegurar a consistência dos dados.

NOTA 2 Padrões informativos são fornecidos no Anexo B. Valores e definições alternativas podem ser impostas por regulamentos nacionais ou regionais. Se os valores e as definições-padrão do Anexo B não forem adotadas devido aos regulamentos nacionais/regionais, políticas ou tradições nacionais, é esperado que:

- as autoridades nacionais ou regionais elaborem fichas de dados contendo os valores e as definições nacionais ou regionais, de acordo com o modelo do Anexo A; ou
- por padrão, o órgão de normalização nacional irá adicionar ou incluir um anexo nacional (Anexo N-A) a este documento, de acordo com o modelo do Anexo A, atribuindo valores e definições nacionais ou regionais de acordo com seus documentos legais.

NOTA 3 O modelo do Anexo A é aplicável às diferentes finalidades (por exemplo, o projeto de um novo edifício, a certificação de um novo edifício, a renovação de um edifício existente e a certificação de um edifício existente) e aos diferentes tipos de edificações (por exemplo, edificações pequenas ou simples e edificações grandes ou complexos). Uma distinção entre os valores e as definições para diferentes aplicações ou tipos de edificações poderia ser feita:

- adicionando colunas ou linhas (uma para cada aplicação), se o modelo permitir;
- incluindo mais de uma versão de uma tabela (uma para cada aplicação), numeradas consecutivamente como a, b, c, ... Por exemplo: Tabela NA.3a, Tabela NA.3b;
- desenvolvendo diferentes fichas de dados nacionais/regionais para a mesma norma. No caso de um anexo nacional à norma, estes serão numerados consecutivamente (Anexo NA, Anexo NB, Anexo NC, ...).

NOTA 4 Na Seção “Introdução” de uma ficha de dados nacionais/regionais, podem ser adicionadas informações, por exemplo, sobre os regulamentos nacionais/regionais aplicáveis.

NOTA 5 Para certos valores de entrada a serem obtidos pelo usuário, uma folha de dados seguindo o modelo do Anexo A poderia conter uma referência aos procedimentos nacionais para avaliar os dados de entrada necessários. Por exemplo, referência a um protocolo de avaliação nacional compreendendo árvores de decisão, tabelas e pré-cálculos.

Os campos sombreados nas tabelas fazem parte do modelo e, conseqüentemente, não são preenchidos com dados de entrada.

A.2 Referências

As referências, identificadas pelo número de código do módulo, são fornecidas na Tabela A.1.

Tabela A.1 — Referências

Referência	Documento de referência ^a	
	Número	Título
Mx-y ^b

^a Se uma referência compreender mais de um documento, as referências podem ser diferenciadas.
^b Neste Documento, não há opções nas referências a outras normas DEE. A Tabela é mantida para promover a uniformidade entre todas as normas DEE.

A.3 Seleção dos métodos

Neste Documento, não há necessidade de especificar as definições de métodos. A.3 é mantido para promover a uniformidade entre todas as normas DEE.

A.4 Dados de entrada e definições

Tabela A.2 — Sistema de dimensões (ver 6.4)

Item	Choice
Sistema de dimensão	Interno, interno geral e externo

Tabela A.3 — Coeficiente de transferência de calor de transmissão (ver 7.3)

Item	Restrições ao uso da Equação (3)
Restrições aplicadas	Sim/Não
Se sim, formular as restrições	Listar restrições

Tabela A.4 — Transferência de calor por meio de paredes divisórias (ver 7.3)

Item	Definição ou valor ^a
Transferência de calor por meio das paredes divisórias incluídas na Equação (3)	Sim/Não
Se sim, dar valores de transmitância térmica	Valores de transmitância térmica para diferentes casos

^a Convém que os valores sejam acompanhados por dados de qualificação, como o tipo de construção e construção da parede divisória.

Tabela A.5 — Valores medidos de transmitância térmica (consulte 7.3)

Item	Definição
Os valores medidos de transmitância térmica podem ser usados	Sim/Não



Se sim, quaisquer restrições ou condições	Listar restrições ou condições
---	--------------------------------

Tabela A.6 — Ponte térmica (ver 7.3)

Item	Fontes de dados ou valores ^a
Fonte de dados	Referência à norma ou a outros documentos
Valores dos dados	Lista de valores e quaisquer restrições ao seu uso...
Método para calcular uma permissão de ponte térmica padrão	Definir método e dados
Pontes térmicas que podem ser negligenciadas	Definir...

^a Esta Tabela também pode ser utilizada para fornecer valores-padrão de transmissão térmica para os elementos de construção de edificações existentes, por exemplo, de acordo com a data de construção.

Tabela A.7 — Coeficientes mensais para a transferência de calor por meio do solo (ver 7.4)

Item	Definição
Valores de acordo com a Equação (4)	Sim

Tabela A.8 — Determinação das taxas de fluxo de ar (ver Seção 8)

Item	Definição ^a
Método de determinação das taxas de fluxo de ar	Referência à norma ou a outros documentos

^a Diferentes métodos podem ser dados dependendo do tipo de edifício, uso do edifício, clima, exposição etc.

Tabela A.9 — Taxas de trocas de ar em espaços não condicionados (ver 9.4)

Item	Definição
Taxas de trocas de ar	Referência a documentos-padrão ou outros, ou uma lista de valores para várias situações

Anexo B (informativo)

Folha de dados de seleção de entrada e método — Definições-padrão

B.1 Generalidades

O modelo do Anexo A deste Documento deve ser utilizado para especificar as definições entre os métodos, os dados de entrada necessários e as referências a outros documentos.

NOTA 1 Seguir este modelo não é suficiente para assegurar a consistência dos dados.

NOTA 2 As definições-padrão informativas são fornecidas neste Anexo. Valores e opções alternativos podem ser impostos por regulamentos nacionais/regionais. Se os valores-padrão e as definições deste Anexo não forem adotados devido aos regulamentos, políticas ou tradições nacionais/regionais, espera-se que:

- as autoridades nacionais ou regionais preparam fichas de dados contendo os valores e definições nacionais ou regionais, em conformidade com o modelo do Anexo A; ou
- por padrão, o organismo nacional de normalização adicionará ou incluirá um Anexo Nacional (Anexo NA) a este Documento, de acordo com o modelo do Anexo A, fornecendo valores e definições nacionais ou regionais de acordo com os seus documentos legais.

NOTA 3 O modelo do Anexo A pode ser adotado em diferentes aplicações (por exemplo, projeto de um novo edifício, certificação de um novo edifício, renovação de um edifício existente e certificação de um edifício existente) e para diferentes tipos de edificações (edificações simples e edificações grandes ou complexos). Uma distinção de valores e definições para diferentes aplicações ou tipos de construção pode ser feita:

- adicionando colunas ou linhas (uma para cada aplicação), se o modelo permitir;
- incluindo mais de uma versão de uma Tabela (uma para cada aplicação), numerada consecutivamente como a, b, c, ... Por exemplo: Tabela NA.3a, Tabela NA.3b;
- desenvolvendo diferentes fichas de dados nacionais/regionais para a mesma norma. No caso de um anexo nacional à norma, estes serão numerados consecutivamente (Anexo NA, Anexo NB, Anexo NC, ...).

NOTA 4 Na seção “Introdução” de uma folha de dados nacional/regional, podem ser adicionadas informações, por exemplo, sobre os regulamentos nacionais/regionais aplicáveis.

NOTA 5 Para determinados valores de entrada a serem adquiridos pelo usuário, uma folha de dados seguindo o modelo do Anexo A pode conter uma referência aos procedimentos nacionais para avaliar os dados de entrada necessários. Por exemplo, referência a um protocolo de avaliação nacional que inclui árvores de decisão, tabelas e pré-cálculos.

Os campos sombreados nas Tabelas fazem parte do modelo e, conseqüentemente, não são abertos para entrada.

B.1 Referências

As referências, identificadas pelo número de código do módulo, são fornecidas na Tabela B.1.

NOTA BRASILEIRA O Anexo B manteve a sequência numérica da ISO 13789:2017.

Tabela B.1 — Referências

Referência	Documento de referência ^a	
	Número	Título
Mx-y ^b

^a Se uma referência compreende mais de um documento, as referências podem ser diferenciadas.
^b Neste Documento, não há opções nas referências a outras normas DEE. A Tabela é mantida para promover a uniformidade entre todas as normas DEE.

B.2 Seleção dos métodos

Neste Documento, não há necessidade de especificar as definições de métodos. A Seção B.3 é mantido para promover a uniformidade entre todas as normas DEE.

B.3 Dados de entrada e definições

Tabela B.2 — Sistema de dimensões (ver 6.4)

Item	Definição
Sistema de dimensões	Nenhum padrão; convém ser atribuído a nível nacional

Tabela B.3 — Coeficiente de transferência de calor por transmissão (ver 7.3)

Item	Restrições ao uso da Equação (3)
Restrições aplicadas	Não

Tabela B.4 — Transferência de calor por meio de paredes divisórias (ver 7.3)

Item	Definição ou valor ^a
Transferência de calor por meio das paredes divisórias incluídas na Equação (3)	Não

^a Convém que os valores sejam acompanhados por dados de qualificação, como tipo de construção e construção da parede divisória.

Tabela B.5 — Valores medidos de transmitância térmica (consulte 7.3)

Item	Definição
------	-----------



Os valores medidos de transmitância térmica podem ser usados	Sim
--	-----

Tabela B.6 — Pontes térmicas (ver 7.3)

Item	Fontes de dados ou valores ^a
Fontes de dados	ISO 14683
Método para calcular uma permissão de ponte térmica padrão	$H_{tb} = 0,1 \times (\text{área total exposta do envelope})$
Pontes térmicas que podem ser negligenciadas	Pontes térmicas lineares nas quais a camada principal de isolamento é contínua e de espessura uniforme, se forem utilizadas as dimensões externas.
^a Esta Tabela também pode ser utilizada para fornecer valores-padrão de transmissão térmica para elementos de construção de edificações existentes, por exemplo, de acordo com a data de construção.	

Tabela B.7 — Coeficientes mensais para transferência de calor por meio do solo (ver 7.4)

Item	Definição
Valores de acordo com a Equação (4)	Sim

Tabela B.8 — Determinação das taxas de fluxo de ar (ver Item 8)

Item	Definição ^a
Método de determinação das taxas de fluxo de ar	EN 16798-7
^a Diferentes métodos podem ser dados dependendo do tipo de edifício, uso do edifício, clima, exposição etc.	

Tabela B.9 — Taxas de trocas de ar em espaços não condicionados (ver 9.4)

Item	Definição
Taxas de trocas de ar	Tabela 7

Anexo C (normativo) Temperatura em um espaço não condicionado

Esta temperatura é calculada assumindo as condições de estado estacionário. Resulta de um equilíbrio de calor em estado estacionário no espaço não condicionado e é calculado de acordo com a Equação (C.1):

$$\theta_u = \frac{\Phi + \theta_{int} \cdot H_{iu} + \theta_e \cdot H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} \quad (C.1)$$

onde

θ é uma temperatura;

Φ é a taxa de fluxo de calor gerado dentro do espaço não condicionado (por exemplo, ganhos solares);

H é o coeficiente de transferência de calor calculado de acordo com as Seções 7 e 8;

NOTA O cálculo da temperatura em um espaço não condicionado não é necessário para o uso deste Documento, mas é requerido por outras normas. Uma vez que pode ser deduzido diretamente dos resultados deste Documento, o método é fornecido aqui.



Bibliografia

- [1] ISO 10077-2, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames*
- [2] ISO/TR 52000-2, *Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 2: Explanation and justification of ISO 52000-1*
- [3] ISO/TR 52019-2, *Energy performance of buildings (EPB) — Building and Building Elements — Hygrothermal performance of building components and building elements — Part 2: Explanation and justification*
- [4] CEN/TS 16628, *Energy Performance of Buildings — Basic principles for the set of EPB standards*
- [5] CEN/TS 16629, *Energy Performance of Buildings — Detailed technical rules for the set of EPB standards*