



Desempenho térmico de janelas, portas e persianas — Cálculo da transmitância térmica — Parte 1: Geral

Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 1: General

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 2.

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 10077-1 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.

A ABNT NBR ISO 10077-1 não se aplica aos projetos de construção que tenham sido protocolados para aprovação no órgão competente pelo licenciamento anteriormente à data de sua publicação como Norma Brasileira, vem como àqueles que venham a ser protocolados no prazo de 180 dias após esta data.

O Escopo em inglês da ABNT NBR ISO 10077-1 é o seguinte:

Scope

This Document specifies methods for the calculation of the thermal transmittance of windows and pedestrian doors consisting of glazed and/or opaque panels fitted in a frame, with and without shutters.

This Document allows for

— *different types of glazing (glass or plastic; single or multiple glazing; with or without low emissivity coatings, and with spaces filled with air or other gases),*



- *opaque panels within the window or door,*
- *various types of frames (wood, plastic, metallic with and without thermal barrier, metallic with pinpoint metallic connections or any combination of materials), and*
- *where appropriate, the additional thermal resistance introduced by different types of closed shutter or external blind, depending on their air permeability.*

The thermal transmittance of roof windows and other projecting windows can be calculated according to this document, provided that the thermal transmittance of their frame sections is determined by measurement or by numerical calculation.

Default values for glazing, frames and shutters are given in the annexes. Thermal bridge effects at the rebate or joint between the window or door frame and the rest of the building envelope are excluded from the calculation.

The calculation does not include

- *effects of solar radiation (see standards under M2-8),*
- *heat transfer caused by air leakage (see standards under M2-6),*
- *calculation of condensation,*
- *ventilation of air spaces in double and coupled windows, and*
- *surrounding parts of an oriel window.*

The document is not applicable to

- *curtain walls and other structural glazing (see other standards under M2-5), and*
- *industrial, commercial and garage doors.*

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 faz parte de uma série destinada à harmonização internacional da metodologia de avaliação do desempenho energético das edificações. Esta série denomina-se “conjunto de normas DEE”.

Todas as normas DEE seguem regras específicas para garantir a consistência, a clareza e a transparência geral.

Todas as normas DEE proporcionam uma certa flexibilidade relacionada aos métodos e dados de entrada requisitados, além de referências para as outras normas DEE, por meio da introdução de modelos normativos no Anexo A e de definições-padrão informativas no Anexo B.

Para o uso correto deste documento, é fornecido um modelo normativo no Anexo A para a especificação dessas escolhas. Definições-padrão informativas são fornecidas no Anexo B.

O principal público-alvo deste documento são os fabricantes de esquadrias.

Uso por reguladores: Caso o documento seja utilizado no contexto de requisitos legais nacionais ou regionais, as definições obrigatórias podem ser dadas em nível nacional ou regional para aplicações específicas. Essas definições (tanto para os padrões informativos do Anexo B, quanto para as escolhas 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) (ficha de dados nacional).

NOTA 1 Assim, neste caso:

- os reguladores **especificarão** as definições;
- o usuário individual aplicará o documento para avaliar o desempenho energético de uma edificação, e, desta forma, **usar** as escolhas definidas pelos reguladores.

Os assuntos abordados neste documento podem estar sujeitos à regulamentação pública. A regulamentação pública sobre os mesmos assuntos pode substituir os valores-padrão do Anexo B. A regulamentação pública sobre os mesmos assuntos pode, inclusive, para certas aplicações, substituir o uso deste documento. Os requisitos e escolhas legais, em geral, não são publicados em normas, mas em documentos legais. A fim de evitar publicações duplas e a dificuldade de atualização de documentos duplos, um anexo nacional pode referir-se aos textos jurídicos em que as definições nacionais tenham sido estabelecidas pelas autoridades públicas. Diferentes Anexos nacionais ou fichas de dados nacionais são possíveis, para diferentes aplicações.

Espera-se, nos casos em que os valores padronizados, as definições e as referências a outras normas DEE no Anexo B não sejam seguidos devido às regulamentações nacionais, políticas ou tradições, que:

- as autoridades nacionais ou regionais elaborem fichas de dados contendo as opções e os valores nacionais ou regionais, de acordo com o modelo do Anexo A. Neste caso, um anexo nacional (por exemplo, N-A) é recomendado, contendo a referência para estas fichas de dados;
- ou, por padrão, o órgão de normalização nacional considerará a possibilidade de adicionar ou incluir um anexo nacional conforme o modelo do Anexo A, de acordo com os documentos legais que definam as opções e valores nacionais e regionais.

Outros grupos de interesse são as partes que promovem hipóteses mediante a classificação de



desempenho energético de edificações para um estoque de edificações existentes.

Mais informações são fornecidas no Relatório Técnico que acompanha este Documento (ISO/TR 52022-2).

O método de cálculo descrito neste documento é utilizado para avaliar a transmitância térmica de janelas e portas, ou como parte da determinação do uso energético de um edifício.

Uma alternativa ao cálculo é o ensaio da janela ou porta completa de acordo com a ISO 12567-1 ou, para janelas em telhados, de acordo com a ISO 12567-2.

O cálculo é baseado em quatro partes componentes da transmitância térmica global:

— para elementos contendo vidros, a transmitância térmica do vidro, calculada utilizando a EN 673, ou medida de acordo com a EN 674 ou EN 675;

— para elementos contendo painéis opacos, a transmitância térmica dos painéis opacos, calculada de acordo com a ISO 6946 e/ou ISO 10211 (todas as partes), ou medida de acordo com a ISO 8301 ou ISO 8302;

— transmitância térmica da esquadria, calculada utilizando a ISO 10077-2, medida de acordo com a EN 12412-2 ou conforme o Anexo F;

— transmitância térmica linear da junção esquadria/vidro, calculada de acordo com a ISO 10077-2 ou conforme o Anexo G.

A transmitância térmica da fachada cortina pode ser calculada utilizando a ISO 12631.

A EN 13241-1 oferece procedimentos aplicáveis às portas destinadas a fornecer acesso a mercadorias e veículos.

A Tabela 1 mostra a relação deste Documento com o conjunto de normas DEE no contexto da estrutura modular estabelecida na ISO 52000-1.

NOTA 2 A mesma tabela pode ser encontrada no relatório técnico ISO/TR 52000-2, com, em cada módulo, a indicação das normas DEE relevantes e dos relatórios técnicos publicados ou em elaboração.

NOTA 3 Os módulos representam as normas DEE, embora uma norma DEE possa cobrir mais de um módulo, e um módulo possa ser coberto por mais de uma norma DEE; por exemplo, um método simplificado e detalhado, respectivamente.



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

Submódulo	Geral		Edificação (propriamente dita)		Sistemas técnicos da edificação										
	Descrição		Descrição		Descrição	Aquecimento	Resfriamento	Ventilação	Umidificação	Desumidificação	Água quente	Iluminação	Automação e controle predial	Fotovoltaico, eólica etc.	
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 10077-1	Insuflação e controle										
6	Ocupação do edifício e condições de operação		Transferência térmica por infiltração e ventilação		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										



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

^a Os módulos sombreados não são aplicáveis.

Desempenho térmico de janelas, portas e persianas — Cálculo da transmitância térmica — Parte 1: Geral

1 Escopo

Este Documento especifica métodos para o cálculo da transmitância térmica de esquadrias externas constituídas por painéis de vidros e/ou painéis opacos instalados em perfis, com e sem venezianas ou persianas de enrolar.

Este Documento permite

- diferentes tipos de vidro (vidro ou plástico; vidros individuais ou múltiplos; com ou sem revestimentos de baixa emissividade, e com espaços cheios de ar ou outros gases),
- painéis opacos dentro da janela ou porta,
- vários tipos de perfis (madeira, plástico, metal com e sem *thermal break*, metal com conexões metálicas ou qualquer combinação de materiais), e
- quando apropriado, a resistência térmica adicional, introduzida por diferentes tipos de venezianas ou persianas externas de enrolar, dependendo da permeabilidade do ar.

A transmitância térmica de janelas de coberturas e outras janelas inclinadas pode ser calculada de acordo com este Documento, desde que a transmitância térmica das seções dos perfis seja determinada por medição ou por cálculo numérico.

Valores predefinidos para vidros, esquadrias e persianas são dados nos anexos. Os efeitos da ponte térmica no marco ou na junta entre a moldura da janela ou da porta e o resto da envoltória do edifício são excluídos do cálculo.

O cálculo não inclui

- efeitos da radiação solar (ver normas sob M2-8),
- transferência de calor causada por infiltração de ar (ver normas sob M2-6),
- cálculo de condensação,
- ventilação de espaços de ar em janelas duplas, e
- partes circundantes de uma *bay window*.

O documento não é aplicável a

- fachadas-cortina e outros vidros estruturais (ver outras normas sob M2-5), e
- portas industriais, comerciais e de garagem.

NOTA A Tabela 1, na Introdução, mostra 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 a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para este Documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

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

NOTA BRASILEIRA O Brasil possui a ABNT NBR 15220-2, que é uma adoção modificada da ISO 6946.

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

ISO 8301, *Thermal insulation — Determination of steady-state thermal resistance and related properties — Heat flow meter apparatus*

ISO 8302, *Thermal insulation — Determination of steady-state thermal resistance and related properties — Guarded hot plate apparatus*

ISO 10077-2, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Calculation of thermal transmittance — Part 2: Numerical method for frames*

ISO 10211, *Thermal bridges in building construction — Heat flows and surface temperatures — Detailed calculations*

ISO 10291, *Glass in building — Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing — Guarded hot plate method*

ISO 10292, *Glass in building — Calculation of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing*

ISO 10293, *Glass in building — Determination of steady-state U values (thermal transmittance) of multiple glazing — Heat flow meter method*

ISO 10456, *Building materials and products — Hygrothermal properties — Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values*

ISO 12567-2, *Thermal performance of windows and doors — Determination of thermal transmittance by hot box method — Part 2: Roof windows and other projecting windows*

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

EN 673, *Glass in building — Determination of thermal transmittance (U value) — Calculation method*

EN 674, *Glass in building — Determination of thermal transmittance (U value) — Guarded hot plate method*

EN 675, *Glass in building — Determination of thermal transmittance (U value) — Heat flow meter method*



EN 12412-2, *Thermal performance of windows, doors and shutters — Determination of thermal transmittance by hot box method — Frames*

EN 12664, *Thermal performance of building materials and products — Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods — Dry and moist products of medium and low thermal resistance*

EN 12667, *Thermal performance of building materials and products — Determination of thermal resistance by means of guarded hot plate and heat flow meter methods — Products of high and medium thermal resistance*

EN 13125, *Shutters and blinds — Additional thermal resistance — Allocation of a class of air permeability to a product*

EN 13561, *External blinds and awnings — Performance requirements including safety*

EN 13659, *Shutters and external venetian blinds — Performance requirements including safety*

NOTA 1 Por padrão, as referências às normas DEE diferentes da ISO 52000-1 são identificadas pelo código do módulo DEE e apresentadas no Anexo A (modelo normativo na Tabela A.1) e Anexo B (modelo informativo na Tabela B.1).

EXEMPLO Código do módulo DEE: M5-5, ou M5-5,1 (caso o módulo M5-5 seja subdividido), ou M5-5/1 (caso este se refira a uma seção específica da norma cobrindo o módulo M5-5).

3 Termos e definições

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os termos e definições das ISO 10292, ISO 7345, e ISO 52000-1, e o seguinte.

A ISO e a IEC mantêm as bases de dados terminológicos para uso na normalização nos seguintes endereços:

- IEC Electropedia: disponível em <<http://www.electropedia.org/>>
- ISO Online browsing platform: disponível em <<http://www.iso.org/obp>>

NOTA Na Seção 6, são dadas descrições para uma série de características geométricas de vidros e perfis.

3.1

norma DEE

norma que cumpre os requisitos determinados nas ISO 52000-1, CEN/TS 16628^[3] e CEN/TS 16629^[4]

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

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

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

4 Símbolos e subscritos

4.1 Símbolos

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os símbolos da ISO 52000-1 e os seguintes.

Símbolo	Variável	Unidade
A	área	m^2
R	resistência térmica	$m^2 \cdot K/W$
U	transmitância térmica	$W/(m^2 \cdot K)$
B	largura	m
D	distância, espessura	m
L	comprimento	m
Q	densidade da taxa de fluxo de calor	W/m^2
ψ	transmitância térmica linear	$W/(m \cdot K)$
λ	condutividade térmica	$W/(m \cdot K)$

4.2 Subscritos

Para os efeitos deste documento, aplicam-se os subscritos da ISO 52000-1 e os seguintes.

Subscrito	Descrição
D	porta
W	janela
WS	janela com veneziana ou persiana externa de enrolar
d	desenvolvido
e	externo
f	perfil
g	vidro
gb	pinázio
i	interno
j	índice de somatório
p	painel (opaco)
s	espaço (espaço de ar ou gás)
se	superfície externa
sh	veneziana ou persiana externa de enrolar
si	superfície interna

5 Descrição do método

5.1 Resultados do método

O resultado deste Documento é a transmitância térmica de janelas e portas de pedestres compostas por painéis de vidros e/ou painéis opacos, instalados em um perfil, com e sem persianas:

Dependendo do tipo de produto ou montagem, é uma das seguintes:

- a transmitância térmica de uma janela única, U_W ;
- a transmitância térmica, U_W , de um sistema composto por duas janelas separadas;
- a transmitância térmica, U_W , de um sistema composto por um perfil e duas folhas separadas;
- a transmitância térmica de uma janela com venezianas ou persianas externas de enrolar, U_{WS} ;
- a transmitância térmica, U_D , de uma porta, na qual a folha é totalmente envidraçada, ou consiste em perfis, vidros e painéis opacos, ou não possui vidro.

5.2 Descrição geral

Em geral, a transmitância térmica ou U do produto ou conjunto da janela ou porta é calculada em função da transmitância térmica dos componentes e de suas características geométricas, além das interações térmicas entre os componentes.

- Os procedimentos de cálculo dependem da composição do produto ou da montagem.
- Os componentes podem incluir (quando apropriado): vidros, painéis opacos, perfis e venezianas ou persianas externas de enrolar.
- As interações térmicas são fluxo de calor lateral (efeito de ponte térmica linear) entre componentes adjacentes e resistências térmicas superficiais e de câmara de ar (radiação térmica e convecção).
- As características geométricas dizem respeito aos tamanhos e às posições dos componentes e ao ângulo de inclinação da janela ou da porta.

5.3 Outros tópicos gerais

Os resultados obtidos para fins de comparação dos produtos (valores declarados) devem ser calculados ou medidos para o fluxo de calor horizontal.

Se os valores de projeto estiverem levando em conta a inclinação real da janela, eles devem ser determinados para as condições reais de inclinação e condições de contorno, incluindo o efeito da inclinação da janela na determinação de U_g . No entanto, U_f e Ψ_g e/ou Ψ_p , conforme determinado para a janela na posição vertical, são usados para todas as inclinações da janela. Calcula-se o valor do projeto apenas se este for necessário para o cálculo da demanda energética do edifício.

Ao longo deste Documento, quando indicado no texto, a Tabela C.1 deve ser utilizada para identificar referências regionais alternativas em consonância com a Política de Relevância Global da ISO.

6 Cálculo da transmitância térmica

6.1 Dados de saída

Os dados de saída deste Documento são coeficientes de transferência de calor, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 — Dados de saída

Descrição	Símbolo	Unidade	Módulo de destino	Intervalo válido	Valor variável
Transmitância térmica da janela	U_w	W/(m ² ·K)	M2-2, M2-3, M2-4	0 a ∞	Não
Transmitância térmica da porta	U_D	W/(m ² ·K)	M2-2, M2-3, M2-4	0 a ∞	Não
Transmitância térmica da janela com veneziana ou persiana externa de enrolar	U_{ws}	W/(m ² ·K)	M2-2, M2-3, M2-4	0 a ∞	Não

6.2 Intervalos de tempo de cálculo

Os dados de entrada, o método e os dados de saída são para condições de regime permanente e assumidos como independentes de condições reais, como temperaturas interna e externa ou efeito de vento ou radiação solar.

6.3 Dados de entrada

6.3.1 Características geométricas

6.3.1.1 Generalidades

A Tabela 3 apresenta as características geométricas necessárias.

Tabela 3 — Identificadores para características geométricas

Nome	Símbolo	Unidade	Faixa	Módulo de origem ^a	Valor variável
Dados geométricos					
Área da janela	A_w	m ²	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não
Área da porta	A_D	m ²	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não
Área de vidro	A_g	m ²	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não

Área do perfil	A_f	m ²	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não
Área de painel opaco	A_p	m ²	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não
Perímetro total do vidro	l_g	m	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não
Perímetro total do painel	l_p	m	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não
Comprimento total do pinázio	l_{gb}	m	0 a ∞	Produto ou montagem de janela ou porta	Não

a De acordo com as especificações dadas em 6.3.1.2 a 6.3.1.5.

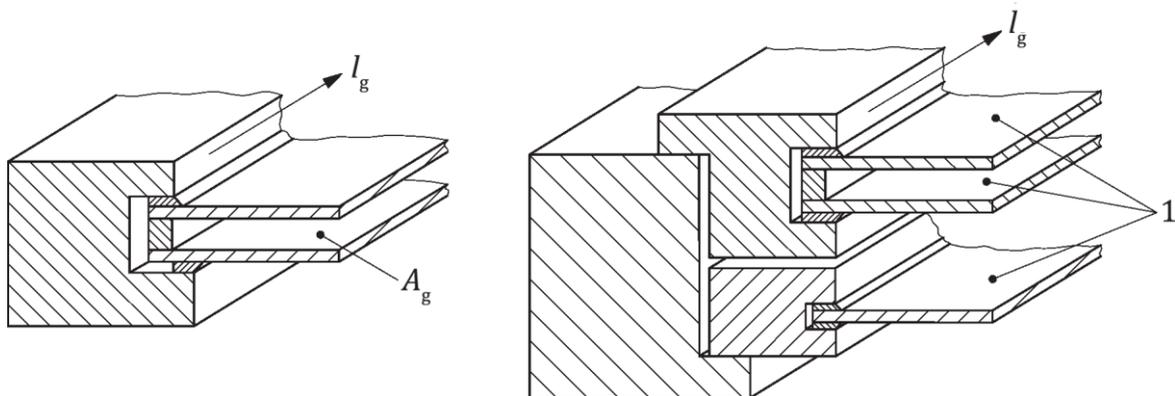
NOTA BRASILEIRA Para identificação da nomenclatura das partes de esquadrias em geral, consultar ABNT NBR 10821-1

6.3.1.2 Área envidraçada e área de painel opaco

A área do vidro, A_g , ou a área do painel opaco, A_p , de uma janela ou porta é a menor das áreas visíveis vistas de ambos os lados; ver Figura 2. Qualquer sobreposição de juntas é ignorada.

6.3.1.3 Perímetro total visível dos vidros

O perímetro total do vidro, l_g , (ou o painel opaco, l_p) é a soma do perímetro visível dos painéis de vidro (ou painéis opacos) na janela ou porta. Se os perímetros forem diferentes em ambos os lados do painel de vidro ou painel opaco, então o maior dos dois deve ser usado; ver Figura 1.



legenda

1 Vidro

Figura 1 — Ilustração de área envidraçada e perímetro

6.3.1.4 Área de perfis

Para a definição das áreas, ver também a Figura 2.

$A_{f,i}$ Área projetada do perfil pelo lado interno:

A área projetada do perfil pelo lado interno é a área de projeção do perfil visto pelo lado interno, incluindo folhas, se presentes, em um plano paralelo ao painel de vidro.

$A_{f,e}$ Área projetada do perfil pelo lado externo:

A área projetada do perfil pelo lado externo é a área de projeção do perfil visto pelo lado externo, incluindo folhas, se presentes, em um plano paralelo ao painel de vidro.

A_f Área do perfil:

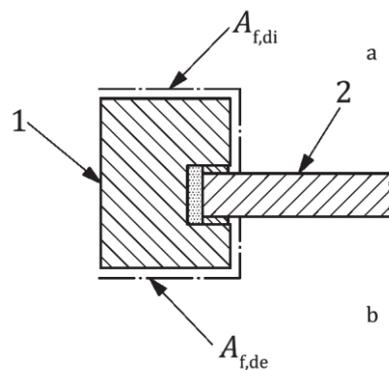
A área do perfil é a maior das duas áreas projetadas, vistas de ambos os lados.

$A_{f,di}$ Área desenvolvida interna do perfil:

A área desenvolvida interna do perfil é a área do perfil, incluindo folhas, se presentes, em contato com o ar interno (ver Figura 2).

$A_{f,de}$ Área desenvolvida externa do perfil:

$A_{f,i}$ A área desenvolvida externa do perfil é a área do perfil, incluindo folhas, se presentes, em contato com o ar externo (ver Figura 2).



legenda

- 1 esquadria
- 2 envidraçamento
- a Interno.
- b Externo.

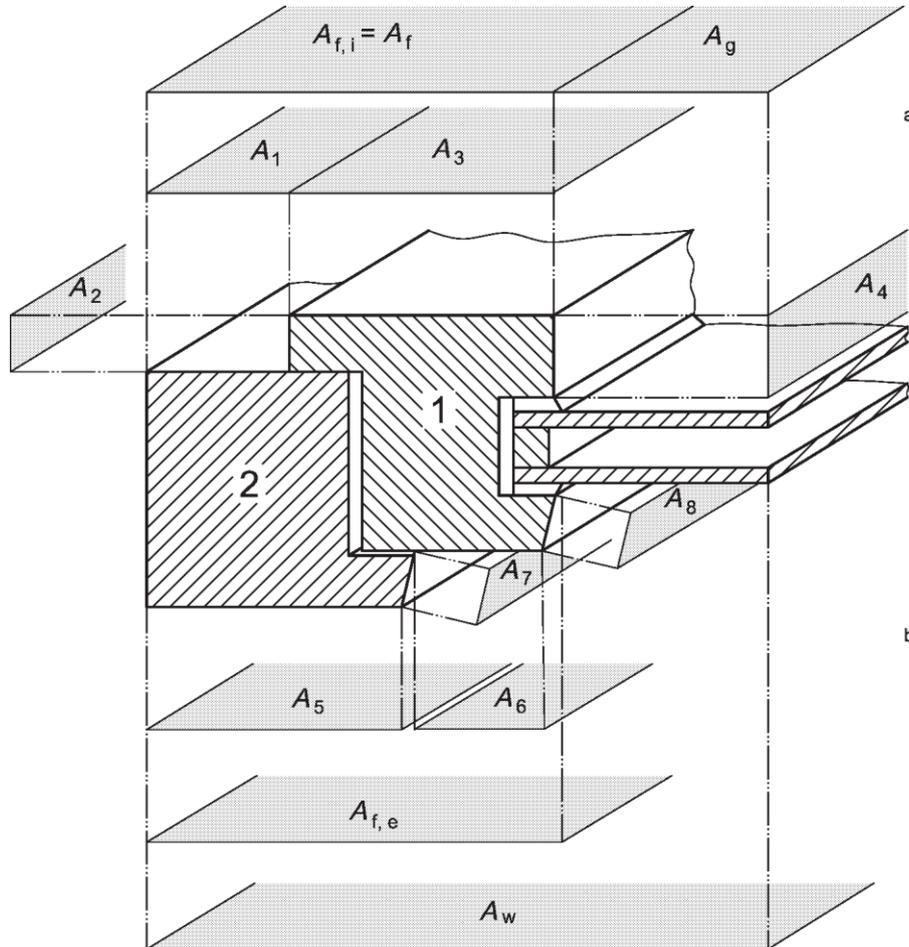
Figura 2 — Áreas desenvolvidas interna e externa

6.3.1.5 Área da janela e área da porta

A área da janela, A_w , ou a área da porta, A_D ; A é a soma da área do perfil, A_f , e da área de vidro, A_g (ou a área do painel, A_p).

A área do perfil e a área de vidro são determinadas pela borda da esquadria, ou seja, as juntas de vedação são ignoradas para fins de determinação das áreas.

As dimensões da janela ou da porta (altura, largura, largura da esquadria e espessura da estrutura) devem ser determinadas ao milímetro mais próximo.



Legenda

- 1 folha (móvel)
- 2 perfil (fixo)
- a Interno.
- b Externo.

$$A_f = \max (A_{f,i}; A_{f,e})$$

$$A_w = A_f + A_g$$

$$A_{f,di} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4.$$

$$A_{f,de} = A_5 + A_6 + A_7 + A_8.$$

NOTA 1 A área da esquadria, A_f , inclui a área da esquadria fixa juntamente com a de qualquer faixa ou caixilho móvel.

NOTA 2 As canaletas ou guarnições e as protuberâncias similares não são consideradas parte da área desenvolvida.

Figura 3 — Ilustração das diversas áreas

6.3.2 Características térmicas

6.3.2.1 Generalidades

A Tabela 4 identifica as características térmicas dos componentes da janela/porta necessárias para o cálculo da transmitância térmica da janela ou da porta.

Tabela 4 — Identificadores para as características térmicas dos componentes da janela/porta

Nome	Símbolo	Unidade	Faixa	Origem	Valor variável
Transmitância térmica do perfil	U_f	W/(m ² ·K)	0 a ∞	ISO 10077-2 ou EN 12412-2 ou Anexo F	Não
Transmitância térmica do vidro	U_g	W/(m ² ·K)	0 a ∞	ISO 10291 para valor medido (GHP), ISO 10292 para valor calculado ou ISO 10293 para valor medido (HFM) (ou ver itens 1, 2 ou 3 na Tabela C.1)	Não
Transmitância térmica linear devido ao efeito combinado do vidro, espaçador e perfil	Ψ_g	W/(m·K)	0 a ∞	Anexo G ou ISO 10077-2	Não
Transmitância térmica do painel opaco	U_p	W/(m ² ·K)	0 a ∞	ISO 6946 ou ISO 10211 ou PT 12664/EN 12667	Não
Transmitância térmica linear devido ao efeito combinado do painel, espaçador e perfil	Ψ_p	W/(m·K)	0 a ∞	ISO 10077-2	Não
Transmitância térmica linear devido ao efeito combinado do pinázio e do vidro	Ψ_{gb}	W/(m·K)	0 a ∞	Anexo G ou ISO 10077-2	Não

6.3.2.2 Perfil

A transmitância térmica do perfil, U_f , deve ser por medição de caixa quente, de acordo com a EN 12412-2, ou cálculo numérico, de acordo com a ISO 10077-2.

U_f para janelas de coberturas deve ser

- calculado de acordo com a ISO 10077-2, ou
- medido de acordo com a EN 12412-2, com espécimes montados dentro da abertura no painel circundante alinhado com o lado frio, de acordo com a ISO 12567-2.

Para outras janelas, U_f deve ser

- calculado de acordo com a ISO 10077-2,
- medido de acordo com a EN 12412-2, ou

— obtido do Anexo H.

6.3.2.3 Vidro

6.3.2.3.1 Vidro monolítico ou laminado

A transmitância térmica de um vidro monolítico ou vidro laminado, U_g , deve ser calculada utilizando-se a Equação (1):

$$U_g = \frac{1}{R_{se} + \sum_j \frac{d_j}{\lambda_j} + R_{si}} \quad (1)$$

onde

R_{se} é a resistência da superfície externa;

λ_j é a condutividade térmica do vidro ou camada de material j ;

d_j é a espessura do painel de vidro ou camada de material j ;

R_{si} é a resistência interna da superfície.

Na ausência de informações específicas para o vidro em questão, deve ser utilizado o valor $\lambda = 1,0$ W/(m·K).

6.3.2.3.2 Vidro insulado

A transmitância térmica de vidros insulados, U_g , deve ser determinada de acordo com a ISO 10291 para valor medido (GHP), com a ISO 10292 para valor calculado ou com a ISO 10293 para valor medido (HFM) (ou ver itens 1, 2 ou 3 na Tabela C.1).

6.3.2.4 Folhas de painel/porta

A transmitância térmica de painéis ou folhas de porta opacas (elementos de fechamento), excluindo o perfil e sem heterogeneidades (com diferentes camadas apenas perpendiculares à direção de fluxo de calor), pode ser medida no aparelho do medidor de fluxo de calor de acordo com a ISO 8301 ou no aparelho de placa quente protegida, de acordo com a ISO 8302. Alternativamente, pode ser utilizada a EN 12664 ou EN 12667. A Equação (8) é utilizada para calcular a transmitância térmica do conjunto da porta, com $A_g = 0$.

Alternativamente, a transmitância térmica das folhas das portas pode ser calculada de acordo com a ISO 6946, desde que a razão das condutividades térmicas de quaisquer dois materiais diferentes na porta não exceda 1:5 (parafusos, pregos e assim por diante são excluídos); este método inclui o cálculo do erro relativo máximo, que deve ser inferior a 10 %.

Se o erro relativo máximo for superior a 10 % ou a razão das condutividades térmicas dos diferentes materiais for superior a 1:5, deve ser realizado um cálculo numérico de acordo com a ISO 10077-2 e/ou NBR ISO 10211.

6.3.2.5 Transmitância térmica linear

Tanto U_f quanto U_g excluem assim a interação térmica entre o perfil e o vidro (ou painel opaco), que é levado em conta pela transmitância térmica linear, Ψ_g e/ou Ψ_p , tabulado neste Documento ou obtido por

cálculos numéricos de acordo com a ISO 10077-2.

U_g exclui a transmitância térmica linear, Ψ_{gb} devido ao efeito combinado do vidro e do pinázio (ver 6.4.2).

No caso de vidros monolíticos ou laminados, a transmitância térmica linear do vidro, Ψ_g , deve ser tomada como zero (sem efeito do espaçador), porque qualquer correção é insignificante.

Ψ_p pode ser tomado como zero se:

- as faces internas e externas do painel forem de material com condutividade térmica inferior a 0,5 W/(m·K), e
- a condutividade térmica de qualquer material de ponte nas bordas do painel for inferior a 0,5 W/(m·K).

Em outros casos, Ψ_p será calculado de acordo com a ISO 10077-2.

6.3.2.6 Outros tópicos

Se os dados medidos ou calculados não estiverem disponíveis, os valores nos Anexos D a H podem ser utilizados.

Se os resultados forem utilizados para comparação do desempenho de diferentes janelas, as fontes dos valores numéricos de cada parâmetro devem ser idênticas para cada porta ou janela incluída na comparação.

6.4 Procedimento de cálculo

6.4.1 Intervalo de tempo aplicável

A transmitância térmica de uma janela ou porta, determinada de acordo com este Documento, é uma propriedade em regime permanente que também pode ser usada como dado de entrada para cálculos dinâmicos (por exemplo, por hora) de desempenho de edificações, porque a constante de tempo desses tipos de elementos de construção é insignificante em comparação com muitos elementos opacos.

No entanto, dependendo do tipo de produto ou montagem, algumas propriedades e, conseqüentemente, a transmitância térmica calculada, podem ser afetadas pelas condições de contorno. O procedimento para determinar se isso deve ser levado em conta e como fazer é dado nas normas que utilizam os dados de saída deste Documento como dados de entrada.

Além disso, alguns produtos ou conjuntos podem ser usados em diferentes modos de operação: peças que são abertas, movidas ou removidas em função do tempo ou condições. O dado de saída pode ser diferente por modo de operação.

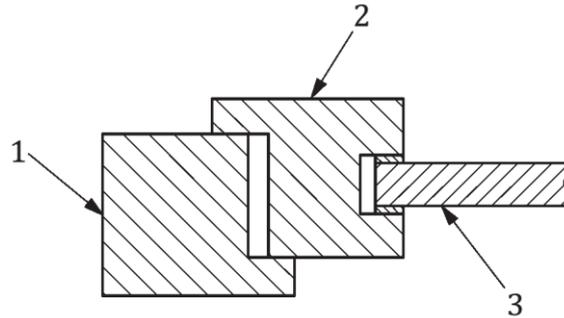
NOTA A ISO 52016-1 contém procedimentos para o cálculo de elementos de construção com diferentes modos de operação (elementos dinâmicos de construção transparente) no cálculo das necessidades de energia para aquecimento e resfriamento e a temperatura interna em um edifício.

6.4.2 Cálculo da transmitância térmica

6.4.2.1 Janelas

6.4.2.1.1 Janelas simples

Uma ilustração de uma janela simples é dada na Figura 4.



Legenda

- 1 perfil (fixo)
- 2 folha (móvel)
- 3 vidro (monolítico, laminado ou insulado)

Figura 4 — Ilustração de janela simples

A transmitância térmica de uma janela simples, U_w , deve ser calculada utilizando-se Equação (2):

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g + \sum l_{gb} \Psi_{gb}}{A_f + A_g} \quad (2)$$

onde

- U_g é a transmitância térmica do vidro, obtida de acordo com a ISO 10291 para valor medido (GHP), com a ISO 10292 para valor calculado ou com a ISO 10293 para valor medido (HFM) (ou ver Item 1, 2 ou 3 na Tabela C.1);
- U_f é a transmitância térmica do perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
- Ψ_g é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados de vidro, espaçador e perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
- Ψ_{gb} é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados de vidro e pinázio, obtida de acordo com 6.3.2;

e os outros símbolos são definidos em 6.3. As somas incluídas na Equação (2) são usadas para permitir diferentes partes do vidro ou perfil, por exemplo, vários valores de A_f são necessários quando diferentes valores de U_f aplicam-se aos marcos inferior, superior, laterais e divisores.

Quando há painéis opacos e painéis envidraçados, U_w , é calculado utilizando-se a Equação (3):

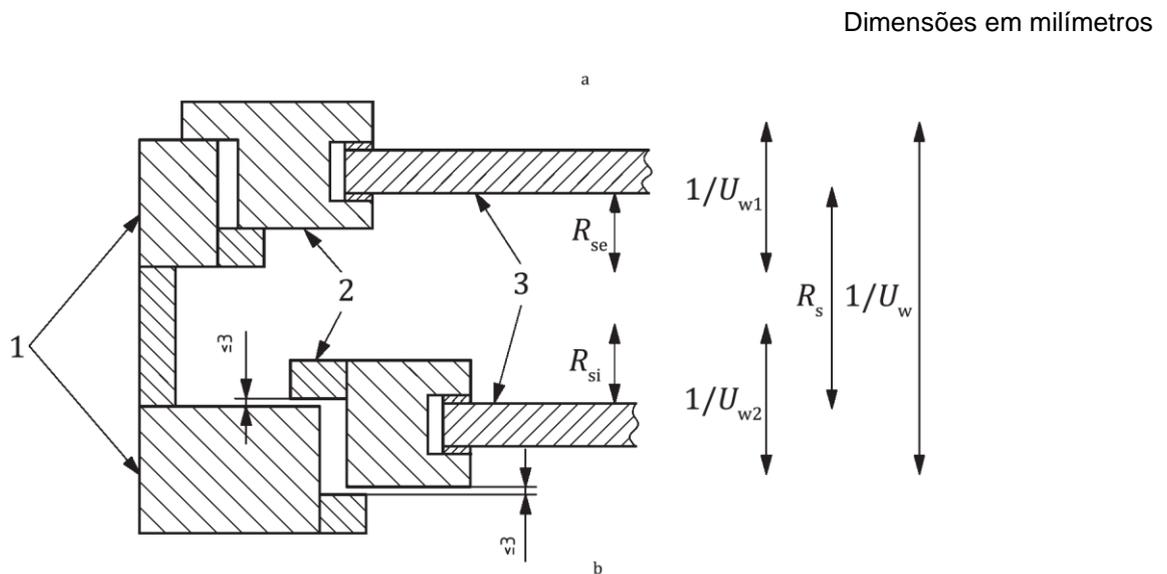
$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum A_p U_p + \sum l_g \Psi_g + \sum l_p \Psi_p + \sum l_{gb} \Psi_{gb}}{A_f + A_g + A_p} \quad (3)$$

onde

- U_g é a transmitância térmica do vidro, obtida de acordo com a ISO 10291 para valor medido (GHP), com a ISO 10292 para valor calculado ou com a ISO 10293 para valor medido (HFM) (ou ver os Itens 1, 2 ou 3 na Tabela C.1);
- U_f é a transmitância térmica do perfil, obtida de acordo com 6.3.2;

- U_p é a transmitância térmica do painel, obtida de acordo com 6.3.2;
- ψ_g é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados de vidro, espaçador e perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
- ψ_p é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados do painel, espaçador e perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
- ψ_{gb} é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados de vidro e pinázio, obtida de acordo com 6.3.2.

6.4.2.1.2 Janelas duplas



Legenda

- 1 perfil (fixo)
- 2 folha (móvel)
- 3 vidro (monolítico, laminado ou insulado)
- a Interno.
- b Externo.

Figura 5 — Ilustração de janela dupla

A transmitância térmica, U_w , de um sistema composto por duas janelas separadas deve ser calculada utilizando-se a Equação (4):

$$U_w = \frac{1}{1/U_{w1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1/U_{w2}} \quad (4)$$

onde

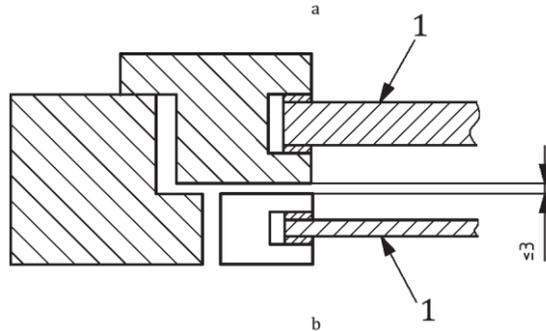
- U_{w1}, U_{w2} são as transmissões térmicas das janelas externa e interna, respectivamente, calculadas de acordo com a Equação (2);
- R_{si} é a resistência da superfície interna da janela externa, quando usada sozinha;
- R_{se} é a resistência da superfície externa da janela interna, quando usada sozinha;
- R_s é a resistência térmica do espaço entre os vidros nas duas janelas.

NOTA Os valores típicos de R_{si} e R_{se} são dados no Anexo D e os de R_s são dados no Anexo E.

Se qualquer uma das lacunas mostradas na Figura 5 exceder 3 mm e se medidas não tiverem sido tomadas para evitar a troca excessiva de ar com ar externo, o método não é aplicável.

6.4.2.1.3 Janelas acopladas

Dimensões em milímetros



Legenda

- 1 vidro (monolítico, laminado ou insulado)
- a Interno.
- b Externo.

Figura 6 — Ilustração da janela acoplada

A transmitância térmica, U_w , de um sistema composto por um perfil e duas folhas separadas deve ser calculada utilizando-se a Equação (1). Para determinar a transmitância térmica, U_g , do vidro combinado, a Equação (5) deve ser utilizada:

$$U_g = \frac{1}{1 / U_{g1} - R_{si} + R_s - R_{se} + 1 / U_{g2}} \quad (5)$$

onde

U_{g1} , U_{g2} são as transmitâncias térmicas dos vidros externo e interno, respectivamente, obtidas de acordo com a ISO 10291 para valor medido (GHP), com a ISO 10292 para valor calculado ou com a ISO 10293 para valor medido (HFM) (ou ver os Itens 1, 2 ou 3 na Tabela C.1);

R_{si} é a resistência superficial interna do vidro externo, quando usado sozinho;

R_{se} é a resistência superficial externa do vidro interno, quando usado sozinho;

R_s é a resistência térmica do espaço entre os vidros interno e externo.

NOTA Os valores de R_{si} e R_{se} são dados no Anexo D e os de R_s no Anexo E.

Se a lacuna mostrada na Figura 6 exceder 3 mm e se medidas não forem tomadas para evitar a troca excessiva de ar com ar externo, o método não é aplicável.

6.4.2.2 Janelas com venezianas ou persianas de enrolar externas fechadas

Uma persiana de enrolar ou veneziana do lado de fora de uma janela introduz uma resistência térmica adicional, resultante tanto da câmara de ar fechada entre a persiana de enrolar ou veneziana e a janela, quanto da própria veneziana ou persiana (ver Figura 7). A transmitância térmica de uma janela com

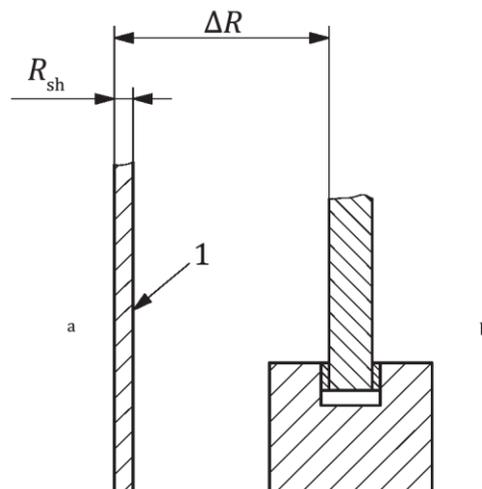
persianas de enrolar fechadas ou venezianas externas, U_{WS} , é dada pela Equação (6):

$$U_{WS} = \frac{1}{1 / U_W + \Delta R} \tag{6}$$

onde

U_W é a transmitância térmica da janela, obtida de acordo com a Equação (2), (3) ou (4) etc.;

ΔR é a resistência térmica adicional devido à câmara de ar fechada entre a persiana de enrolar/veneziana externa e a janela e a persiana de enrolar/veneziana externa (ver Figura 7).



Legenda

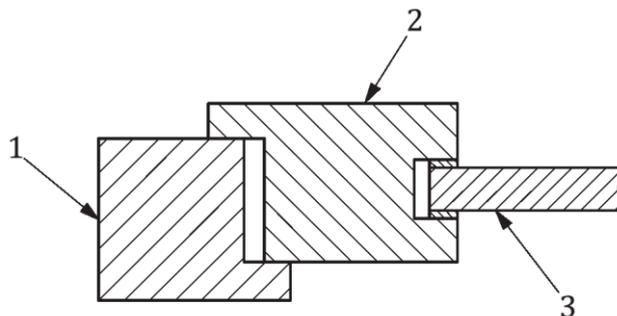
- 1 persiana de enrolar/veneziana
- a Externo.
- b Interno.

Figura 7 — Janela com persiana de enrolar ou veneziana externa

ΔR depende das propriedades de transmitância térmica da persiana de enrolar/ veneziana externa e de sua permeabilidade ao ar, e deve ser avaliado de acordo com os itens 4, 5 ou 6 na Tabela C.1.

6.4.2.3 Portas

6.4.2.3.1 Portas totalmente envidraçadas



Legenda

- 1 perfil (fixa)

- 2 folha (móvel)
- 3 vidro (monolítico, laminado ou insulado)

Figura 8 — Ilustração da porta com vidro

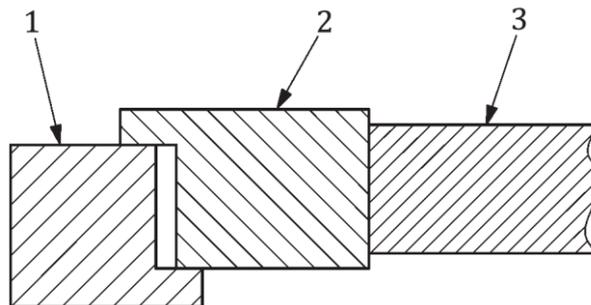
A transmitância térmica, U_D , de um conjunto de porta da qual a folha da porta é totalmente envidraçada é obtida usando a Equação (7):

$$U_D = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g + \sum l_{gb} \Psi_{gb}}{A_f + A_g} \quad (7)$$

onde

- A_f, A_g, l_g e l_{gb} são definidos em 6.3.1;
- U_g é a transmitância térmica do vidro, obtida de acordo com o Item 1, 2 ou 3 na Tabela C.1,
- U_f é a transmitância térmica do perfil, obtida de acordo com 6.3.2.;
- Ψ_g é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados do espaçador do vidro e perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
- Ψ_{gb} é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados do vidro e pinázios, obtida de acordo com 6.3.2.

6.4.2.3.2 Portas contendo vidros e painéis opacos



Legenda

- 1 perfil (fixo)
- 2 folha (móvel)
- 3 painel opaco

Figura 9 — Ilustração esquemática da porta com painel opaco

Se a porta for composta por perfis, vidros e painéis opacos, a Equação (8) deve ser utilizada:

$$U_D = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum A_p U_p + \sum l_g \Psi_g + \sum l_p \Psi_p + \sum l_{gb} \Psi_{gb}}{A_f + A_g + A_p} \quad (8)$$

onde

- A_f, A_g, A_p, l_g, l_p e l_{gb} são definidos em 6.3.1;
- U_g é a transmitância térmica do vidro, obtida de acordo com o Item 1, 2 ou 3 na Tabela C.1;

U_t	é a transmitância térmica do perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
U_p	é a transmitância térmica do(s) painel(éis) opaco(s), obtida de acordo com 6.3.2;
ψ_g	é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados do espaçador e perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
ψ_p	é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados do painel, espaçador e perfil, obtida de acordo com 6.3.2;
ψ_{gb}	é a transmitância térmica linear devido aos efeitos térmicos combinados do vidro e do pinázio, obtida de acordo com 6.3.2.

7 Relatório de teste

7.1 Conteúdo do relatório de teste

O relatório do teste de cálculo deve incluir o seguinte:

- referência a este Documento, ou seja, ABNT NBR ISO 10077-1;
- identificação do responsável pelo cálculo;
- data de cálculo;
- itens listados em 7.2, 7.2.1 e 7.2.2.

7.2 Desenho das seções

Um desenho técnico (preferencialmente em uma escala de 1:1) dando as seções de todas as diferentes partes da esquadria, permitindo a verificação de detalhes relevantes, como o seguinte:

- espessura, altura, posição, tipo e número de *thermal breaks* (para perfis metálicos);
- número e espessura de câmaras de ar (para perfis plásticos e perfis metálicos onde cavidades de ar estão associadas a um *thermal break*);
- presença e posição de reforço metálico (apenas para perfis plásticos);
- espessura das esquadrias de madeira e a espessura do material plástico e perfil em PUR (poliuretano);
- espessura das câmaras de ar, identificação do gás e percentual estabelecido;
- tipo de vidro e sua espessura ou suas propriedades térmicas e emissividade de suas superfícies;
- espessura e descrição de quaisquer painéis opacos na esquadria;
- área projetada do perfil pelo lado interno, $A_{f,i}$, e área projetada do perfil pelo lado externo, $A_{f,e}$;
- área desenvolvida interna do perfil, $A_{d,i}$, e área desenvolvida externa do perfil, $A_{d,e}$, (apenas para perfis metálicos);



- posição dos espaçadores de vidro ou do reforço da borda para painéis opacos;
- descrição de quaisquer venezianas ou persianas externas de enrolar.

No caso de perfis metálicos com conexões pontuais, a distância entre os pontos deve ser claramente indicada.

7.2.1 Desenho de toda a janela ou porta

Um desenho de toda a janela ou porta (vista de dentro) com as seguintes informações:

- área envidraçada, A_g , e/ou área de painel opaco, A_p ;
- área do perfil, A_r ;
- comprimento do perímetro, l_g , dos vidros e/ou l_p dos painéis opacos.

7.2.2 Valores utilizados no cálculo

A origem dos valores utilizados nos cálculos deve ser indicada.

- a) Se os anexos forem utilizados, eles devem ser claramente declarados e a referência deve ser feita às tabelas dos anexos.
- b) Se outras fontes forem utilizadas para determinar um ou mais dos valores U_g , U_f ou Ψ , as fontes devem ser indicadas. Deve-se verificar se essas outras fontes utilizam as mesmas definições das áreas, A_g e A_r , e dos comprimentos do perímetro, l_g e l_p .

7.2.3 Apresentação dos resultados

A transmitância térmica da janela ou porta calculada de acordo com este Documento deve ser dada a dois números significativos.



Anexo A (normativo)

Ficha de seleção dos dados de entrada e do 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 garantir a consistência dos dados.

NOTA 2 Padrões informativos são fornecidos no Anexo B. Valores e definições alternativos podem ser impostos por regulamentos nacionais/regionais. Se os valores e as definições-padrão do Anexo B não forem adotados 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 NA) 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 a 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 a diferentes tipos de edificações (por exemplo, edifícios pequenos ou simples e edifícios 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 anexos nacionais 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 devem ser preenchidos com dados de entrada.

A.2 Referências

As referências, identificadas pelo código do módulo DEE, são dadas na Tabela A.1 (modelo).

Tabela A.1 — Referências



Referência	Documento de referência	
	Número	Título
Mx-y ^a
^a Neste Documento não há escolhas em referências a outras normas DEE. A Tabela é mantida para manter a uniformidade entre todos os padrões da DEE.		

A.3 Cálculo da transmitância térmica de janela ou porta

NOTA Atualmente, neste Documento, não há escolhas entre os métodos e os dados de entrada necessários previstos a serem mantidos abertos para conclusão conforme explicado em A.1. Para satisfazer a necessidade de congruência com todas as outras normas da DEE e deixar explicitamente claro que neste Documento não há escolhas mantidas abertas, os Anexos A e B são mantidos.

Anexo B (informativo)

Ficha de seleção dos dados de entrada e do método — Definições-padrão

B.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 garantir a consistência dos dados.

NOTA 2 Padrões informativos são fornecidos no Anexo B. Valores e definições alternativos podem ser impostos por regulamentos nacionais/regionais. Se os valores e as definições-padrão do Anexo B não forem adotados 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 NA) 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 a 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 a diferentes tipos de edificações (por exemplo, edifícios pequenos ou simples e edifícios 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 anexos nacionais 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.

B.2 Referências

As referências, identificadas pelo código do módulo DEE, são dadas na Tabela B.1.



Tabela B.1 — Referências

Referência	Documento de referência	
	Número	Título
Mx-y ^a
^a Neste Documento não há escolhas em referências a outras normas DEE. A Tabela é mantida para manter a uniformidade entre todos os padrões da DEE.		

B.3 Cálculo da transmitância térmica de janela ou porta

NOTA Atualmente, neste Documento, não há escolhas entre os métodos e os dados de entrada necessários previstos a serem mantidos abertos para conclusão conforme explicado em B.1. Para satisfazer a necessidade de congruência com todas as outras normas do DEE e deixar explicitamente claro que neste Documento não há escolhas mantidas abertas os Anexos A e B são mantidos.

Anexo C (normativo)

Referências regionais em consonância com a Política de Relevância Global da ISO

Este Documento contém rotas paralelas específicas na referência a outras normas, a fim de levar em conta as regulamentações nacionais e/ou regionais existentes e/ou ambientes legais, mantendo a relevância global.

As normas que serão utilizadas como solicitado nas Seções sucessivas são dadas na Tabela C.1.

Tabela C.1 — Referências regionais em consonância com a Política de Relevância Global da ISO

Assunto		Global	Área CEN ^a
Transmitância térmica: vidros			
1	Valor calculado	ISO 10292	EN 673
2	Valor medido (aparelho GHP)	ISO 10291	EN 674
3	Valor medido (aparelho HFM)	ISO 10293	EN 675
Resistência térmica adicional ΔR			
4	Permeabilidade do ar	EM 13125	EM 13125
5	Resistência térmica de venezianas e persianas, dependendo do tipo de produto	EN 13659 (dependendo do produto)	EN 13659 (dependendo do produto)
6	Resistência térmica de venezianas e persianas, dependendo do tipo de produto	EN 13561 (dependendo do produto)	EN 13561 (dependendo do produto)
^a Área CEN = Países cujo órgão nacional de normas é membro do CEN. Chama-se atenção para a necessidade de observância das Diretivas da UE transpostas aos requisitos legais nacionais.			

Anexo D (normativo)

Resistências térmicas superficiais interna e externa

Para emissividades normais típicas ($\geq 0,8$) para as superfícies interna e externa do vidro, devem ser utilizados os valores da Tabela D. 1 para as resistências superficiais R_{se} e R_{si} .

Tabela D. 1 — Resistências térmicas superficiais

Posição da janela	Superfície Interna R_{si} m ² ·K/W	Superfície Externa R_{se} m ² ·K/W
Vertical, ou inclinação, α , do vidro para a horizontal, de tal forma que $90^\circ \geq \alpha \geq 60^\circ$ (direção de fluxo de calor $\pm 30^\circ$ do plano horizontal)	0,13	0,04
Horizontal, ou inclinação α do vidro para a horizontal, de tal forma que $60^\circ > \alpha \geq 0^\circ$ (direção de fluxo de calor a mais de 30° do plano horizontal)	0,10	0,04

A R_{si} em casos especiais, por exemplo, um revestimento de baixa emissividade na superfície externa da peça de vidro interna, pode ser calculada de acordo com a ISO 10292 (ou ver o Item 1 na Tabela C.1), utilizando o coeficiente convectivo da ISO 6946 para fluxo de calor horizontal, se $\alpha > 60^\circ$, e para o fluxo de calor ascendente, se $\alpha < 60^\circ$.

Anexo E (normativo)

Resistência térmica de câmaras de ar entre vidros e transmitância térmica de vidros acoplados, insulados, duplos ou triplos

A Tabela E.1 apresenta alguns valores da resistência térmica, R_s , de câmaras de ar para vidros insulados, calculados de acordo com a ISO 10292 (ou ver Item 1 na Tabela C.1). Os dados se aplicam a:

- janelas verticais;
- espaços preenchidos com ar;
- ambos os lados não revestidos ou com um lado revestido com uma camada de baixa emissividade;
- uma temperatura média do vidro de 283 K e uma diferença de temperatura de 15 K entre as duas faces exteriores dos vidros.

Para vidros insulados triplos, ou para inclinação diferente da vertical, o procedimento da ISO 10292 (ou ver Item 1 na Tabela C.1) deve ser utilizado.

Tabela E.1 — Resistência térmica de câmaras de ar não ventiladas para janelas verticais acopladas e insuladas duplas

Espessura da câmara de ar	Resistência térmica R_s $m^2.K/W$				
	Um lado revestido com uma emissividade normal de				Ambos os lados não revestidos
mm	0,1	0,2	0,4	0,8	
6	0,211	0,191	0,163	0,132	0,127
9	0,299	0,259	0,211	0,162	0,154
12	0,377	0,316	0,247	0,182	0,173
15	0,447	0,364	0,276	0,197	0,186
50	0,406	0,336	0,260	0,189	0,179

Para câmaras de ar mais espessas, como em janelas ou portas duplas, o cálculo de acordo com a ISO 10292 (ou item 1 na Tabela C.1) não leva a resultados corretos. Para esses casos, equações mais detalhadas são dadas na ISO 15099, ou métodos ou medidas numéricas de cálculo podem ser usados.

Anexo F (normativo)

Transmitância térmica de perfis

F.1 Generalidades

Os métodos mais recomendados para estabelecer valores de transmitância térmica de perfis são métodos de cálculo numérico (por exemplo, elemento finito, diferença finita, elemento de contorno), de acordo com a ISO 10077-2, e medições diretas utilizando métodos de caixa quente, de acordo com a EN 12412-2. Se nenhuma outra informação estiver disponível, os valores derivados das tabelas e gráficos deste Anexo podem ser usados para janelas verticais nos cálculos para os tipos de perfis correspondentes.

Todos os valores dados neste Anexo referem-se apenas à posição vertical. Valores típicos para tipos comuns de perfis são dados nas Tabela F. 1 e nas Figura F.2 e Figura F.4, que podem ser utilizadas na ausência de informações específicas medidas ou calculadas para o perfil em questão.

NOTA Os valores são baseados em um grande número de valores medidos, bem como valores matematicamente avaliados, determinados por meio de métodos de cálculo numérico.

Os dados da Tabela F. 1 e da Figura F.2 incluem o efeito das áreas desenvolvidas; os dados da Figura F.4 são derivados de medições de temperatura da superfície, e uma correção é necessária para o efeito das áreas desenvolvidas.

Os valores de U_f da Tabela F. 1 e das Figura F.2 e Figura F.4 não podem ser usados para janelas deslizantes, mas o princípio da Equação (G.1) pode ser usado.

Convém que o desenvolvimento de novos perfis não seja impedido por valores tabulados U_f . Os valores para perfis que não estão descritos nas tabelas devem ser determinados por medições ou cálculos.

Especialmente no caso de perfis de alumínio com *thermal breaks*, há o problema de que a transmitância térmica do perfil seja influenciada por diferentes características de construção, como

- distância, d , entre as seções de alumínio,
- largura, b , do material das zonas de *thermal break*,
- condutividade do material *thermal break*,
- relação da largura do *thermal break* com a largura projetada do perfil.

Um *thermal break* só pode ser considerado como tal se separar completamente as seções metálicas do lado frio das seções metálicas do lado quente.

Os valores deste Anexo baseiam-se em $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ e $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$.

É prática comum produzir "sistemas de perfil" compreendendo um grande número de tipologias de perfis diferentes, tendo uma ampla gama de formas geométricas, mas tendo propriedades térmicas semelhantes. Isso porque, nesses grupos de perfis, os parâmetros importantes, como o tamanho, o

material e o desenho do *thermal break*, são os mesmos. A transmitância térmica de um perfil ou combinação de perfil de um "sistema de perfil" pode ser avaliada:

- adotando o maior valor de U_f dos perfis ou combinações de perfis dentro do sistema de perfil, ou
- usando linhas de tendência que mostrem a relação entre U_f e as características geométricas definidas.

Nesse último caso, os pontos de dados para a linha de tendência são avaliados em seções transversais de perfil selecionadas, retiradas do sistema de perfil em questão. Procedimentos detalhados são descritos nas Referências [5], [6] e [7].

F.2 Perfis plásticos

A Tabela F. 1 fornece valores aproximados para perfis plásticos com reforços metálicos. Se não houver outros dados disponíveis, os valores da Tabela F. 1 também podem ser usados para perfis sem reforços metálicos.

Tabela F. 1 — Transmitâncias térmicas para perfis plásticos com reforços metálicos

Material do perfil	Tipo de perfil	U_f W/(m ² ·K)
Poliuretano	com núcleo metálico espessura de PUR ≥ 5 mm	2,8
Perfis ocos de PVC ^a	duas câmaras ocas externo  interno	2,2
	três câmaras ocas externo  interno	2,0
^a Com uma distância entre as superfícies da parede de cada câmara oca de pelo menos 5 mm (ver Figura F.1).		

Dimensões em milímetros

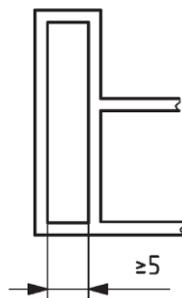
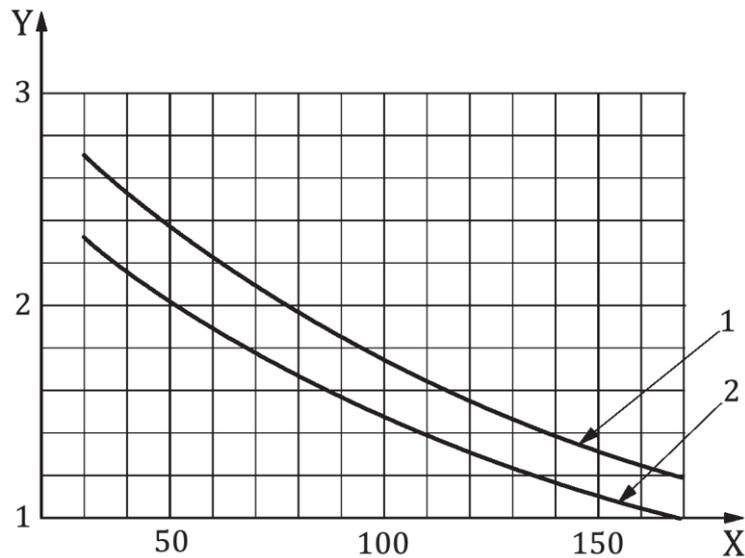


Figura F.1 — Câmara oca em perfil plástico

Convém que outras seções de perfil plástico sejam medidas ou calculadas.

F.3 Perfis de madeira

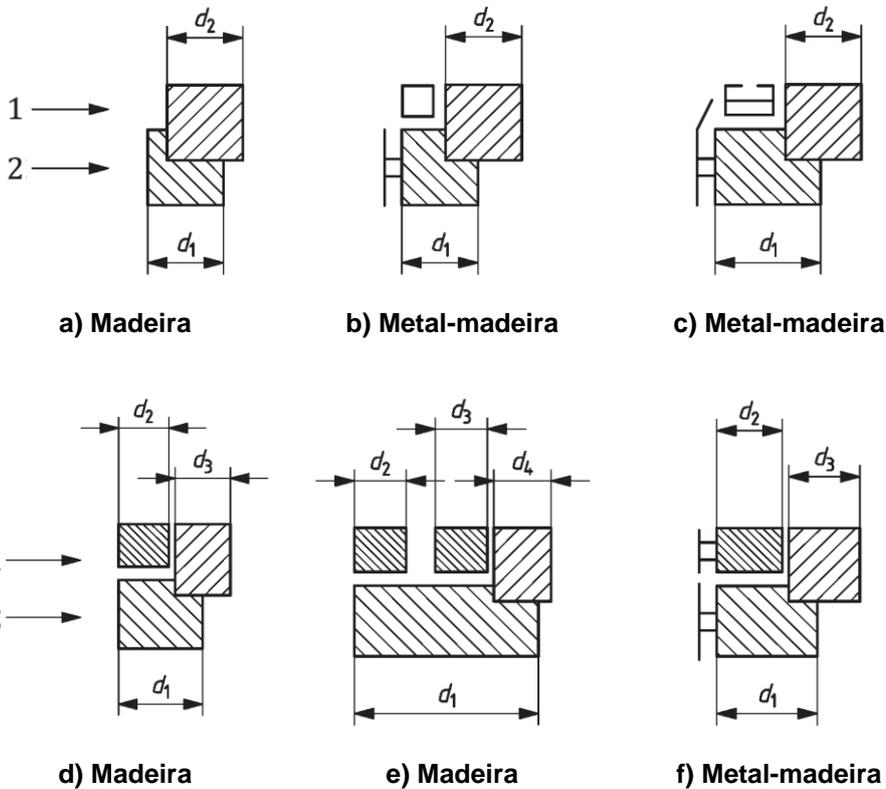
Os valores para os perfis de madeira podem ser retirados da Figura F.2. Para U_f , os valores correspondem a um teor de umidade de 12 %. Para determinação da espessura do perfil, ver Figura F.3.



Legenda

- X espessura do perfil, d_f , expressa em milímetros
- Y transmitância térmica do perfil, U_f , em $W/(m^2 \cdot K)$
- 1 Madeira dura (densidade 700 kg/m^3 , $\lambda = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)
- 2 madeira macia (densidade 500 kg/m^3 , $\lambda = 0,13 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$)

Figura F.2 — Transmitâncias térmicas para perfis de madeira e perfil de metal-madeira (ver Figura F.3), dependendo da espessura da estrutura, d_f



interno: lado direito da seção do perfil

$$d_f = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

externo: lado esquerdo da seção do perfil

$$d_f = \frac{d_1 + \sum_{j \geq 2} d_j}{2}$$

Legenda

- 1 folha
- 2 perfil

Figura F.3 — Determinação da espessura, d_f , do perfil para vários sistemas de janelas

F.4 Perfis metálicos

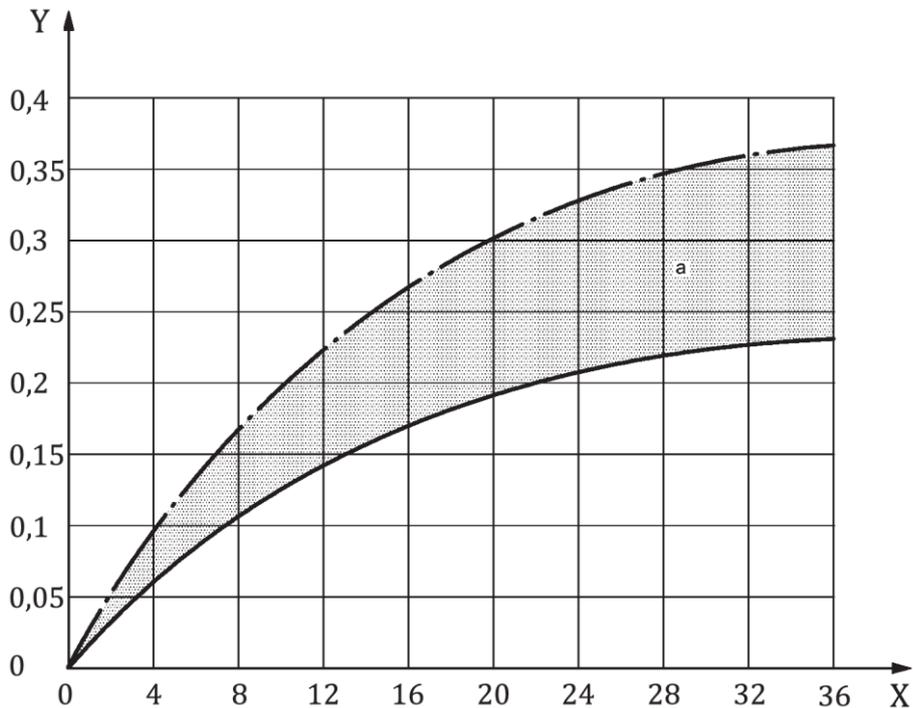
A transmitância térmica dos perfis metálicos pode ser determinada por medição, utilizando métodos de caixa quente de acordo com a EN 12412-2 ou por cálculo numérico de acordo com a ISO 10077-2. Os valores obtidos por tais métodos devem ser utilizados quando disponíveis, preferencialmente ao método dado neste Anexo.

Se esses dados não estiverem disponíveis, os valores de U_f podem ser obtidos pelo seguinte procedimento:

- perfis metálicos sem *thermal break*;
- perfis metálicos com *thermal break* correspondentes às seções ilustradas nas Figura F.5 e Figura F.6, sujeitas a restrições na condutividade térmica e largura do *thermal break*.

Para perfis metálicos sem *thermal break*, $R_f = 0$.

Para perfis metálicos com *thermal break*, adotar R_f da linha contínua inferior na Figura F.4.



Legenda

X menor distância, d, entre seções metálicas opostas, expressa em milímetros

Y resistência térmica, R_f , do perfil, expressa em $m^2.K/W$

^a A área sombreada indica a gama de valores obtidos a partir de muitas medições em perfis, realizadas em vários países europeus, derivadas da diferença de temperatura da superfície em todo perfil.

Figura F.4 — Valores de R_f para perfis metálicos com *thermal break*

A transmitância térmica, U_f , do perfil é dada pela Equação (F.1):

$$U_f = \frac{1}{R_{si} A_{f,i} / A_{f,di} + R_f + R_{se} A_{f,e} / A_{f,de}} \quad (F.1)$$

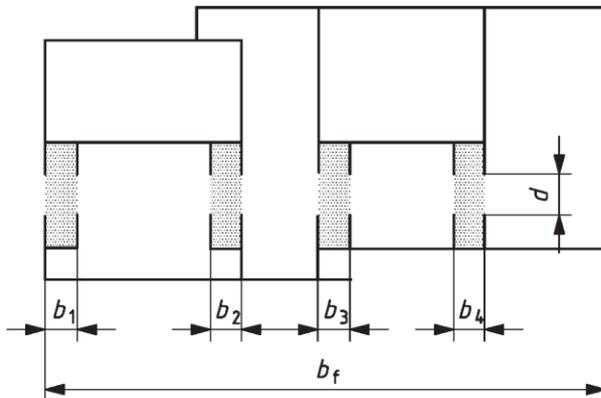
onde

$A_{f,di}$, $A_{f,de}$, $A_{f,i}$, $A_{f,e}$ são as áreas definidas em 6.3, expressas em metros quadrados;

R_{si} é a resistência superficial interna adequada do perfil, expressa em metro quadrado Kelvin por Watts ($m^2.K/W$);

R_{se} é a resistência superficial externa adequada do perfil, expressa em metro quadrado Kelvin por Watts ($m^2.K/W$);;

R_f é a resistência térmica da seção do perfil, expressa em metro quadrado Kelvin por Watts ($m^2.K/W$);.



condutividade térmica, λ , de materiais de *thermal break* de tal forma que $0,2 < \lambda \leq 0,3 \text{ W/(m.k)}$

onde

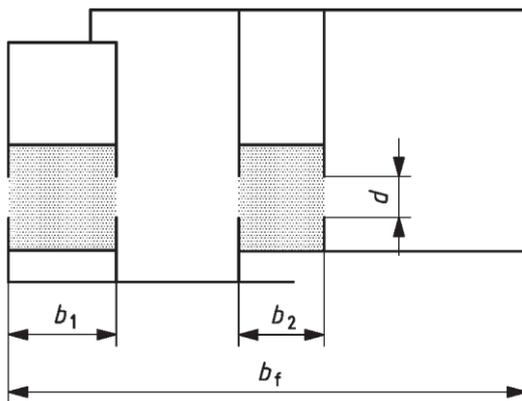
D é a menor distância entre seções opostas de alumínio do *thermal break*;

b_j é a largura do *thermal break* j ;

b_f é a largura do perfil.

$$\sum_j b_j \leq 0,2b_f$$

Figura F.5 — Seção tipo 1 — *Thermal break* com condutividade térmica inferior a 0,3 W/(m·K)



Condutividade térmica, λ , de materiais de *thermal break* de tal forma que

$0,1 < \lambda \leq 0,2 \text{ W/(m.K)}$

onde

d é a menor distância entre seções opostas de alumínio do *thermal break*;

b_j é a largura do *thermal break* j ;

b_f é a largura do perfil.

$$\sum_j b_j \leq 0,3b_f$$

Figura F.6 — Seção tipo 2 — *Thermal break* com condutividade térmica inferior a 0,2 W/(m·K)

Se a condutividade térmica do material do *thermal break* for inferior a 0,1 W/(m·K), não há restrição de acordo com a definição na Figura F.6.

Anexo G (normativo)

Transmitância térmica linear de junção de perfil/vidro e pinázios

G.1 Geral

A transmitância térmica do vidro, U_g , é aplicável à área central do vidro e não inclui o efeito dos espaçadores de vidro na borda dos vidros insulados ou pinázios integrados aos vidros. A transmitância térmica do perfil, U_f , é aplicável na ausência do vidro. A transmitância térmica linear, Ψ_g , descreve a condução térmica adicional devido à interação entre o perfil, o vidro e o espaçador, e é afetada pelas propriedades térmicas de cada um desses componentes.

A transmitância térmica linear Ψ_{gb} descreve a condução térmica adicional devido à interação entre o vidro e o pinázio.

O método mais recomendado para estabelecer valores de transmitância térmica linear é por cálculo numérico, de acordo com a ISO 10077-2.

As Tabela G. 1 e Tabela G.2 fornecem valores-padrão de Ψ_g para combinações típicas de perfis, vidros e pinázios que podem ser usados quando os resultados de um cálculo detalhado não estiverem disponíveis.

Para vidros simples, $\Psi_g = 0$.

As Tabela G.3 e Tabela G.4 fornecem valores-padrão de Ψ_{gb} para pinázios integrados em vidros insulados que podem ser usados quando os resultados de um cálculo detalhado não estiverem disponíveis.

G.2 Espaçadores de alumínio e de aço

A Tabela G. 1 indica valores de Ψ_g para espaçadores de vidro de alumínio ou aço não ligado para uma gama específica de tipos de perfis e vidros.

Tabela G. 1 — Valores de transmitância térmica linear para tipos comuns de perfis espaçadores de vidro (por exemplo, alumínio ou aço)

Tipo de perfil	Transmitância térmica linear para diferentes tipos de vidros Ψ_g	
	Vidro insulado duplo ou triplo Vidros não revestidos com preenchimento de ar ou gás	Vidro insulado duplo ^a ou triplo ^b Vidro de baixa emissividade com preenchimento de ar ou gás
Madeira ou PVC	0,06	0,08
Metal com <i>thermal break</i>	0,08	0,11
Metal sem <i>thermal break</i>	0,02	0,05

^a Um vidro revestido de controle solar, no caso de vidro insulado duplo.

^b Dois vidros revestidos de controle solar, no caso de vidro insulado triplo.

G.3 Espaçadores termicamente aprimorados

Para os efeitos deste Anexo, um espaçador termicamente aprimorado é determinado pelo seguinte critério na Equação (G.1):

$$\Sigma(d \cdot \lambda) \leq 0,007W / K \tag{G.1}$$

onde

- d é a espessura da parede espaçadora, expressa em metros;
- λ é a condutividade térmica do material espaçador, expressa em Watts por metro por Kelvin [W/(m·K)].

O somatório aplica-se a todos os caminhos de fluxo de calor paralelos à direção principal do fluxo de calor, com a espessura, d , sendo medida perpendicularmente à direção principal do fluxo de calor; ver Figura G. 1. Os valores de condutividade térmica para materiais espaçadores devem ser retirados da ISO 10456 ou ISO 10077-2.

Quando o critério na Equação (G.1) não for aplicável devido à natureza da construção do espaçador, por exemplo, onde um ou mais dos caminhos de fluxo de calor compreendem uma combinação de materiais de condutividade térmica diferente, convém que a transmitância térmica linear seja calculada de acordo com a ISO 10077-2.

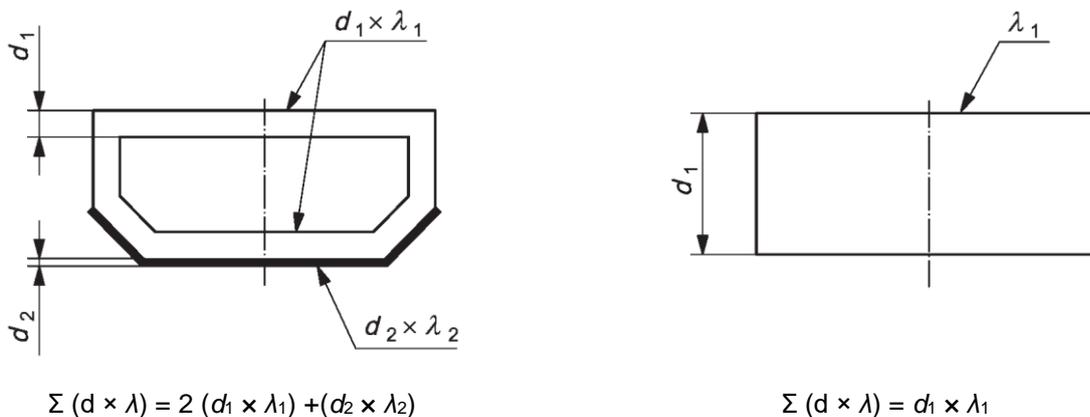


Figura G. 1 — Exemplos de determinação de critério para espaçadores termicamente aprimorados

A Tabela G.2 fornece valores para espaçadores termicamente aprimorados que estejam em conformidade com o critério na Equação (G.1).

Tabela G.2 — Valores de transmitância térmica linear para barras espaçadoras de vidro com melhor desempenho térmico

Tipo de perfil	Transmitância térmica linear para diferentes tipos de vidros com desempenho térmico aprimorado	
	ψ_g	
	Vidro insulado duplo ou triplo	Vidro insulado duplo ^a ou triplo ^b

	Vidros não revestidos com preenchimento de ar ou gás	Vidro de baixa emissividade com preenchimento de ar ou gás
Madeira ou PVC	0,05	0,06
Metal com <i>thermal break</i>	0,06	0,08
Metal sem <i>thermal break</i>	0,01	0,04

^a Um vidro revestido de controle solar, no caso de vidro insulado duplo.
^b Dois vidros revestidos de controle solar, no caso de vidro insulado triplo.

G.4 Pinázios

A Tabela G.3 indica valores de Ψ_{gb} para pinázios de metal (alumínio e aço), e a Tabela G.4 indica valores de Ψ_{gb} para pinázios de plástico, para tipos específicos de vidro e para duas distâncias d_{gb} entre os vidros e o pinázio. Os valores dados nas Tabela G.3 e Tabela G.4 podem ser utilizados para uma largura máxima do pinázio de até $l_{gb} \leq 30$ mm.

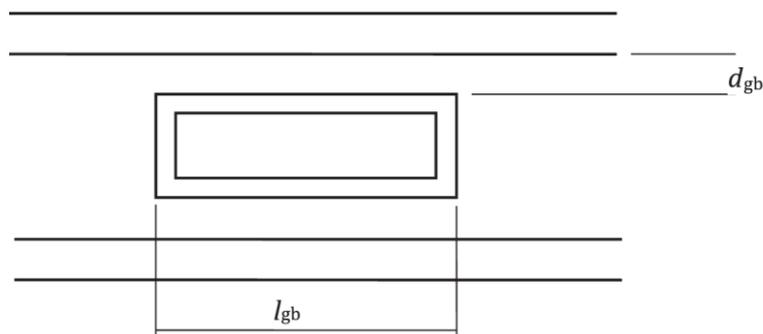
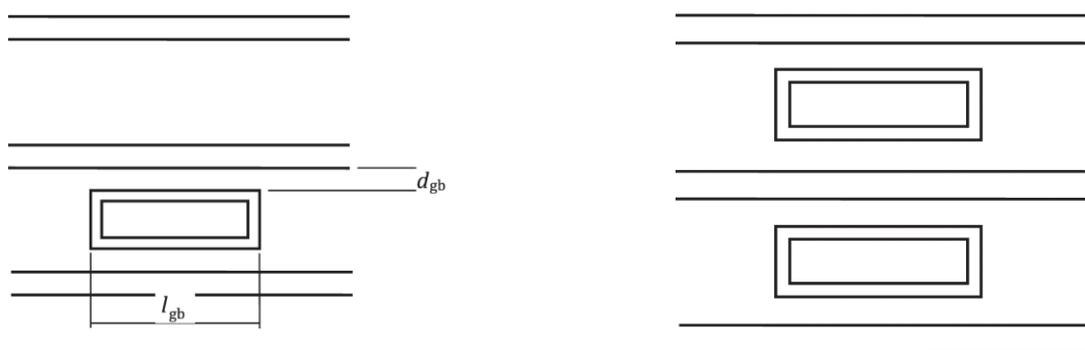


Figura G. 2 — Desenho esquemático de um pinázio integrado em um vidro insulado duplo



a) Esquerda: pinázio em apenas uma cavidade

b) Direita: pinázio em ambas as cavidades

Figura G.3 — Desenho esquemático de um pinázio integrado em um vidro insulado triplo

Tabela G.3 — Valores de transmitância térmica linear para pinázios de metal [$\lambda \leq 160$ W/(m·K)] integrados em vidros insulados

Tipo de vidro	Distância entre a peça de vidro e o pinázio d_{gb} em mm	Transmitância térmica linear para diferentes tipos de vidros ψ_{gb}	
		Vidro insulado duplo ou triplo Vidros não revestidos com preenchimento de ar ou gás	Vidro insulado duplo ^a ou triplo ^b Vidro de baixa emissividade com preenchimento de ar ou gás
Vidro insulado duplo	≥ 2	0,03	0,07
	≥ 4	0,01	0,04
Vidro insulado triplo com pinázio em uma cavidade	≥ 2	—	0,03
	≥ 4	—	0,01
Vidro insulado triplo com pinázio em ambas as cavidades	≥ 2	—	0,05
	≥ 4	—	0,02

^a Um vidro revestido de controle solar, no caso de vidro insulado duplo.
^b Dois vidros revestidos de controle solar, no caso de vidro insulado triplo.

Tabela G.4 — Valores de transmitância térmica linear para pinázios de plástico [$\lambda \leq 0,30$ W/(m·K)] integrados em vidros insulados

Tipo de vidro	Distância entre o painel de vidro e o pinázio d_{gb} em mm	Transmitância térmica linear para diferentes tipos de vidros ψ_{gb}	
		Vidro insulado duplo ou triplo Vidros não revestidos com preenchimento de ar ou gás	Vidro insulado duplo ^a ou triplo ^b Vidros de baixa emissividade com preenchimento de ar ou gás
Vidro insulado duplo	≥ 2	0,00	0,04
	≥ 4	0,00	0,02
Vidro insulado triplo com pinázio em uma cavidade	≥ 2	—	0,02
	≥ 4	—	0,01
Vidro insulado triplo com pinázio em ambas as cavidades	≥ 2	—	0,03
	≥ 4	—	0,02

^a Um vidro revestido de controle solar, no caso de vidro insulado duplo.
^b Dois vidros revestidos de controle solar, no caso de vidro insulado triplo.

Anexo H (normativo)

Transmitância térmica de janelas

As Tabela H.1 e Tabela H.2 fornecem valores calculados pelo método neste Documento, utilizando as transmissões térmicas lineares do Anexo G para tipos normais de perfis espaçadores de vidro (ver Tabela G. 1). As Tabela H.3 e Tabela H.4 fornecem valores correspondentes para perfis espaçadores com desempenho térmico aprimorado (ver Tabela G.2).

Os dados nas Tabela H.1 a Tabela H.4 são calculados para janelas

- posicionadas verticalmente;
- com dimensões de 1,23 m por 1,48 m;
- com área do perfil igual a 30 % e 20 % da área total da janela;
- com vidros e tipos de perfis da seguinte forma:
 - vidro: $U_g \geq 2,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: vidro não revestido; $U_g \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: vidro de baixa emissividade;
 - perfil: $U_f = 7,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: metal sem *thermal break*; $2,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq U_f \leq 3,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: metal com *thermal break*, $U_f \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$: madeira ou PVC;
- com um único painel de vidro.

Valores para janelas de outros tamanhos, posicionadas de outra forma que não verticalmente, com outras frações de área do perfil ou com outras permutações de perfil/vidro, podem ser avaliados por meio das equações no corpo principal deste Documento.



Tabela H.1 — Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração da área do perfil de 30 % de toda a área da janela, tipos comuns de perfis espaçadores de vidros

Valores em $W/(m^2 \cdot K)$

Tipo de vidro	U_g	Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração da área do perfil do 30 % de toda a área da janela para tipos comuns de barras espaçadoras de vidro e seguindo valores de U_f													
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Monolítico ou laminado	5,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	6,1	
Insulado duplo ou triplo	3,3	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,5	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	3,6	4,4	
	3,1	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	3,3	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,2	4,0	
	2,5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	3,0	3,1	3,9	
	2,4	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,8	2,9	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,4	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,3	2,6	2,8	2,9	3,7	
	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7	2,8	3,6	
	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	3,6	
	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7	3,5	
	1,7	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,4	
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	3,3	
	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	3,2	
1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,1		
1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	3,1		
1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0		
1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,9		
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,8		
0,7	0,93	0,99	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,7		
0,6	0,86	0,92	0,98	1,0	1,1	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,5	0,79	0,85	0,91	0,97	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		



Tabela H.2 — Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração da área do perfil de 20 % de toda a área da janela, tipos comuns de perfis espaçadores de vidros

Valores em $W/(m^2 \cdot K)$

Tipo de vidro	U_g	Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração da área do perfil de 20 % de toda a área da janela para tipos comuns de perfis espaçadores de vidro e seguindo valores de U_f												
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Monolítico ou laminado	5,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	6,0
Insulado duplo ou triplo	3,3	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,9
	3,0	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,9
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,8
	2,8	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,7	2,6	2,9	3,0	3,1	3,5
	2,5	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,5	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,5	2,6	2,4	2,7	2,8	2,9	3,4
	2,3	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,4	2,7	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,6	2,7	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,7	3,1
	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,1
	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	3,0
	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,8
	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7
	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5
	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,4
1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,3	
0,9	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2	
0,7	0,93	0,97	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1	
0,6	0,85	0,89	0,93	0,97	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,0	
0,5	0,77	0,81	0,85	0,89	0,93	0,97	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,9	



Tabela H.3 — Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração da área do perfil de 30 % de toda a área da janela, perfis espaçadores de vidro com desempenho térmico aprimorado

Valores em $W/(m^2 \cdot K)$

Tipo de vidro	U_g	Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração da área do perfil de 30 %, perfis espaçadores com desempenho térmico aprimorado e seguindo os valores U_f													
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0	
Monolítico ou laminado	5,8	4,3	4,4	4,4	4,5	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	6,2	
Insulado duplo ou triplo	3,3	2,7	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	3,6	4,4	
	3,2	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	4,4	
	3,1	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,5	4,3	
	3,0	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,3	3,4	4,2	
	2,9	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	4,2	
	2,8	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	4,1	
	2,7	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	3,1	3,2	4,0	
	2,6	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,9	3,0	3,1	3,9	
	2,5	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,5	2,8	2,9	3,0	3,9	
	2,4	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7	2,8	3,0	3,8	
	2,3	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,7	2,8	2,9	3,7	
	2,2	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,6	2,7	2,8	3,7	
	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,2	2,5	2,6	2,8	3,6	
	2,0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	3,6	
	1,9	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,7	3,5	
	1,8	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	3,5	
	1,7	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	3,4	
	1,6	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	3,3	
	1,5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	3,2	
	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	3,2	
	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	3,1	
	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	3,0	
	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	3,0	
1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,9		
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,8		
0,8	0,95	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,8		
0,7	0,88	0,94	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7		
0,6	0,81	0,87	0,93	0,9 9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,6		
0,5	0,74	0,80	0,86	0,9 2	0,9 8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6	1,7	2,5		



Tabela H.4 — Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração da área do perfil de 20 % de toda a área da janela, perfis espaçadores de vidro com desempenho térmico aprimorado

Valores em $W/(m^2 \cdot K)$

Tipo de vidro	U_g	Transmitâncias térmicas, U_w , para janelas verticais com fração de área do perfil de 20 %, perfis espaçadores com desempenho térmico aprimorado e seguindo os valores U_f												
		0,80	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	7,0
Monolítico ou laminado	5,8	4,8	4,8	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,4	6,0
Insulado duplo ou triplo	3,3	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	4,1
	3,2	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5	4,0
	3,1	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,9
	3,0	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,8
	2,9	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,7
	2,8	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,7
	2,7	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,6
	2,6	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,6	2,8	2,9	3,0	3,5
	2,5	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,8	2,8	2,9	3,4
	2,4	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,4	2,7	2,8	2,8	3,3
	2,3	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,6	2,7	2,8	3,3
	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,3	2,5	2,6	2,7	3,2
	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,2	2,4	2,5	2,6	3,1
	2,0	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1
	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,5	2,5	3,0
	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,9
	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,9
	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,8
	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,7
	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,6
1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,5	
1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,5	
1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,4	
1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	2,3	
0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	2,2	
0,8	0,96	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	2,1	
0,7	0,88	0,92	0,96	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	2,1	
0,6	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	
0,5	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,9	



Bibliografia

- [1] ISO/TR 52000-2, *Energy performance of buildings — Overarching EPB assessment — Part 2: Explanation and justification of ISO 52000-1*
- [2] ISO/TR 52022-2, *Energy performance of buildings (EPB) — Energy performance of buildings — Building and Building Elements — Thermal, solar and daylight properties of building components and elements — Part 2: Explanation and justification*
- [3] CEN/TS 16628, *Energy Performance of Buildings — Basic principles for the set of EPB standards*
- [4] CEN/TS 16629, *Energy Performance of Buildings — Detailed technical rules for the set of EPB standards*
- [5] ift Guideline WA-01engl/2, *U_t-values for thermal break metal profiles of window systems*, ift Rosenheim, February 2005
- [6] ift Guideline WA-02engl/4, *U_t-values for PVC profile sections of window systems*, ift Rosenheim, December 2015
- [7] ift Guideline WA-03engl/3, *U_t-values for thermal break metal profile of facade systems*, ift Rosenheim, February 2005