



## Edificações habitacionais — Desempenho

### Parte 1: Requisitos gerais

#### APRESENTAÇÃO

1) Este Projeto de Emenda foi elaborado pela Comissão de Estudo de Desempenho de Edificações (CE-002:136.001) do Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), nas reuniões de:

13.08.2020	17.09.2020	30.09.2020
------------	------------	------------

a) não tem valor normativo.

2) Aqueles que tiverem conhecimento de qualquer direito de patente devem apresentar esta informação em seus comentários, com documentação comprobatória.

3) Analista ABNT – Michelly Oliveira.



## Edificações habitacionais — Desempenho

### Parte 1: Requisitos gerais

*Residential buildings — Performance*  
*Part 1: General requirements*

#### Prefácio

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.

Esta Emenda 1 da ABNT NBR 15575-1:2013 foi elaborada no Comitê Brasileiro da Construção Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Desempenho de Edificações (CE-002:136.001). O Projeto de Emenda 1 circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº XX, de DD.MM.AAAA a DD.MM.AAAA.

Esta Emenda 1 revisa parte do conteúdo da ABNT NBR 15575-1:2013, sendo mantido o restante do seu conteúdo inalterado.

Esta Emenda 1, de DD.MM.2020, em conjunto com a ABNT NBR 15575-1:2013, equivale à ABNT NBR 15575-1:2020.



## Edificações habitacionais — Desempenho

### Parte 1: Requisitos gerais

#### EMENDA 1

*Prefácio, parágrafo especial*

Substituir por:

Esta Parte da ABNT NBR 15575-1:2020 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, bem como àqueles que venham a ser protocolados no prazo de 180 dias após esta data, devendo, neste caso, ser utilizada a versão anterior da ABNT NBR 15575-1:2013.

*Página x, Escopo em inglês, 1° e 2° travessões da página*

Excluir.

*Página xi, Introdução, último parágrafo*

Excluir.

*Página xi, Introdução, 6° parágrafo*

Substituir “deve-se atender” por “atende-se”

*Página xi, Introdução, após o 8° parágrafo*

Incluir:

Requisitos e critérios particularmente aplicáveis a determinado sistema são tratados separadamente em cada parte desta Norma.

*Página 1, Escopo, 1.2, 2° e 3° travessões*

Excluir.

*Página 1, Seção 1.6*

Substituir “devem ser” por “são”

*Página 1, Seção 2, parágrafo-padrão*

Substituir por:

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).



*Páginas 2 a 4, Seção 2*

Retirar as seguintes referências normativas da Seção 2 e mover para a Bibliografia:

ABNT NBR 6479, *Portas e vedadores – Determinação da resistência ao fogo*

ABNT NBR 7190, *Projeto de estruturas de madeira*

ABNT NBR 10151, *Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral*

ABNT NBR 10152, *Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*

ABNT NBR 15220-4, *Desempenho térmico de edificações – Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida*

ABNT NBR 15961-1, *Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 1: Projeto*

ABNT NBR 15961-2, *Alvenaria estrutural – Blocos de concreto Parte 2: Execução e controle de obras*

*Páginas 2 a 5, Seção 2*

Excluir as seguintes referências normativas

ABNT NBR 6488, *Componentes de construção – Determinação da condutância e transmitância térmica – Método da caixa quente protegida*

ASTM C351-92B, *Test Method for Mean Specific Heat of Thermal Insulation*

JIS A 1423, *Simplified Test Method For Normal Emissivity By Infrared Radiation Thermometer*

ISO 15686-6, *Buildings and constructed assets – Service life planning – Part 6: Procedures for considering environmental impacts*

*Página 1, Seção 2*

Incluir:

ABNT NBR 10821-1, *Esquadrias para edificações – Parte 1: Esquadrias externas e internas – Terminologia*

ABNT NBR 15220-2:2005, Versão Corrigida:2008, *Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações*

ISO 8301, *Thermal Insulation – Determination of steady-state thermal resistance and related properties – heat flow meter apparatus*

ISO 8990, *Thermal insulation – Determination of steady-state thermal transmission properties – calibrated and guarded hot box*

ISO 9050, *Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors*



ASTM C1363, *Test method for thermal performance of building materials and envelope assemblies by means of a hot box apparatus*

ASTM C1549, *Test method for determination of solar reflectance near ambient temperature using a portable solar reflectometer*

ASTM D5894, *Practice for cyclic salt fog/uv exposure of painted metal, (alternating exposures in a fog/dry cabinet and a uv/condensation cabinet)*

ASTM E903, *Test method for solar absorptance, reflectance, and transmittance of materials using integrating spheres*

ASTM E1269, *Test method for determining specific heat capacity by differential scanning calorimetry*

ASTM E1918, *Test method for measuring solar reflectance of horizontal and low-sloped surfaces in the field*

ASTM D4611, *Test method for specific heat of rock and soil*

ASTM D854, *Test methods for specific gravity of soil solids by water pycnometer*

NFRC 300, *Test method for determining the solar optical properties of glazing materials and systems*

NFRC 301, *Test method for emittance of glazing products*

#### *Página 4, Seção 2*

Substituir “ABNT NBR 15575-4” por “ABNT NBR 15575-4:2020”

Substituir “ABNT NBR 15575-5” por “ABNT NBR 15575-5:2020”

#### *Página 5, Seção 2*

Substituir “UNE – EN 410 – 1998, *Vidrio para la edificación – Determinación de las características luminosas y solares de los acristalamientos*” por “BS EN 410, *Glass in building – Determination of luminous and solar characteristics of glazing*”

#### *Página 5, Seção 2*

Substituir “UNE – EN 12898, *Vidrio para la edificación – Determinación de la emisividad*” por “BS EN 12898, *Glass in building - Determination of the emissivity*”

#### *Página 6, Seção 3*

Incluir os seguintes termos e definições em ordem alfabética:

### **3.1**

#### **abertura**

todos os vãos da envoltória da edificação, abertos ou com fechamento translúcido ou transparente, que permitam a entrada de luz e/ou ar

EXEMPLO Janelas, painéis plásticos, portas de vidro (com mais da metade da área de vidro), paredes de blocos de vidro e aberturas zenitais



### 3.2

#### **abertura para ventilação**

parcela de área do vão que permite a passagem de ar

### 3.3

#### **absortância à radiação solar**

quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície (ver ABNT NBR 15220-1)

### 3.4

#### **agente de degradação**

tudo aquilo que age sobre um sistema, contribuindo para reduzir seu desempenho

### 3.5

#### **ambiente**

espaço interno de uma edificação, fechado por superfícies sólidas que vedem do piso ao teto, como paredes ou divisórias piso-teto, teto, piso e dispositivos operáveis, como janelas e portas

### 3.6

#### **ambiente de permanência prolongada**

##### **APP**

ambientes de ocupação contínua por um ou mais indivíduos

EXEMPLO Sala de estar, sala de jantar, sala íntima, dormitórios, sala de TV ou ambientes de usos similares aos citados

### 3.7

#### **ambiente de permanência transitória**

##### **APT**

ambientes de ocupação transitória por um ou mais indivíduos

EXEMPLO Cozinha, lavanderia ou área de serviço, banheiro, circulação, varanda aberta ou fechada com vidro, *solarium*, garagem ou ambientes de usos similares aos citados

### 3.8

#### **ano meteorológico típico**

conjunto de dados meteorológicos com 8 760 valores, representando as condições climáticas horárias de determinada localização geográfica pelo período de um ano

NOTA Este conjunto de dados provém de um longo período de medição, com determinação do ano típico baseada em procedimento padronizado

### 3.9

#### **área de piso do APP**

##### **$A_{p,APP}$**

área disponível para ocupação medida entre os limites internos das paredes que delimitam o APP

### 3.10

#### **área de piso dos APP da unidade habitacional (UH)**

##### **$A_{p,UH}$**

soma das áreas de piso de todos os APP da UH



### 3.11

#### área de superfície dos elementos transparentes do APP

$A_{t,APP}$

soma das áreas de superfície dos elementos transparentes do APP

NOTA 1 A área de superfície dos elementos transparentes do APP é expressa em metros quadrados ( $m^2$ ).

NOTA 2 Para os APP com duas ou mais aberturas com elementos transparentes, o valor de  $A_{t,APP}$  equivale ao somatório das áreas de superfície dos elementos transparentes das aberturas

### 3.12

#### barreira radiante

materiais de baixa emissividade incorporados em câmaras de ar, como, por exemplo, em áticos

### 3.13

#### caixilho

moldura opaca onde são fixados os vidros de janelas, portas e painéis

### 3.14

#### capacidade térmica

$CT$

quantidade de calor necessária para variar, em uma unidade, a temperatura de um sistema

NOTA A capacidade térmica é calculada conforme a ABNT NBR 15220-2. Para a capacidade térmica de paredes externas, adota-se o termo  $CT_{par}$ .

### 3.15

#### carga térmica de aquecimento

$C_{gTA}$

quantidade de calor a ser fornecida ao ar para manter as condições desejadas em um ambiente

### 3.16

#### carga térmica de refrigeração

$C_{gTR}$

quantidade de calor a ser retirada do ar para manter as condições desejadas em um ambiente

### 3.17

#### carga térmica total

$C_{gTT}$

quantidade total de calor, fornecida ou retirada do ar, para manter as condições desejadas em um ambiente

### 3.18

#### coeficiente de descarga

$C_d$

razão entre o fluxo de ar real em relação ao fluxo ideal que passa pela abertura

NOTA O coeficiente de descarga está relacionado com as resistências de fluxo de ar nas aberturas de portas e janelas, quando abertas.

### 3.19

#### coeficiente de fluxo de ar por frestas quando a abertura está fechada

taxa de fluxo de massa de ar para a diferença de pressão de 1 Pa, que corresponde ao fluxo de ar por infiltração pelas frestas de portas ou janelas



### 3.20

#### **coeficiente de pressão**

$C_p$

valor que quantifica a interferência do vento na distribuição externa de pressões em volta da edificação

NOTA O  $C_p$  depende da posição do ponto na fachada da edificação e da direção do vento.

### 3.21

#### **coeficiente de transferência térmica**

$H$

taxa de fluxo de calor devido à transferência térmica pela superfície de um edifício, dividida pela diferença de temperaturas entre os ambientes em ambos os lados da superfície

### 3.22

#### **componente**

unidade integrante de determinado sistema da edificação, com forma definida e destinada a atender funções específicas (por exemplo, bloco de alvenaria, telha, folha de porta)

### 3.23

#### **condições de exposição**

conjunto de ações atuantes sobre a edificação habitacional, incluindo cargas gravitacionais, ações externas e ações resultantes da ocupação

### 3.24

#### **condutividade térmica**

$\lambda$

propriedade física de um material homogêneo e isotrópico, na qual se verifica um fluxo de calor constante, com densidade de  $1 \text{ W/m}^2$ , quando esse material é submetido a um gradiente de temperatura uniforme de  $1 \text{ K/m}$

### 3.25

#### **construtor**

pessoa física ou jurídica, legalmente habilitada, contratada para executar o empreendimento de acordo com o projeto e em condições mutuamente estabelecidas

### 3.26

#### **critérios de desempenho**

especificações quantitativas dos requisitos de desempenho, expressos em termos de quantidades mensuráveis, a fim de que possam ser objetivamente determinados

### 3.27

#### **custo global**

custo total de uma edificação ou de seus sistemas, determinado considerando-se, além do custo inicial, os custos de operação e manutenção ao longo da sua vida útil

### 3.28

#### **degradação**

redução do desempenho devido à atuação de um ou de vários agentes de degradação

### 3.29

#### **desempenho**

comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas





### 3.30

#### **durabilidade**

capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção

NOTA O termo “durabilidade” é comumente utilizado como qualitativo para expressar a condição em que a edificação ou seus sistemas mantêm seu desempenho requerido durante a vida útil

### 3.31

#### **edificação multifamiliar**

edificação que possui mais de uma unidade habitacional (UH) autônoma em um mesmo lote, em relação de condomínio, podendo configurar edifício de apartamentos, sobrado ou grupamento de edificações

NOTA Casas geminadas ou “em fita”, quando situadas no mesmo lote, enquadram-se nesta classificação.

### 3.32

#### **edificação unifamiliar**

edificação que possui uma única unidade habitacional (UH) autônoma no lote

### 3.33

#### **elemento**

parte de um sistema com funções específicas. Geralmente é composto por um conjunto de componentes (por exemplo, parede de vedação de alvenaria, painel de vedação pré-fabricado, estrutura de cobertura)

### 3.34

#### **elemento transparente**

elemento translúcido ou transparente que permite a entrada de luz da envoltória

EXEMPLO Vidros, painéis plásticos e paredes de blocos de vidro.

### 3.35

#### **emissividade**

$\varepsilon$

quociente da taxa de radiação emitida por uma superfície pela taxa de radiação emitida por um corpo negro, à mesma temperatura

### 3.36

#### **empresa especializada**

organização ou profissional liberal que exerce função na qual são exigidas qualificação e competência técnica específica

### 3.37

#### **envoltória**

conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo

EXEMPLO Fachadas, empenas, cobertura, aberturas, pisos, assim como quaisquer elementos que os compõem.

### 3.38

#### **espaço interno**

área interna da edificação com função específica, com extensão independente de divisões por paredes ou portas

NOTA Um ambiente pode conter um ou mais espaços internos.

EXEMPLO Salas com cozinha conjugada, salas com corredor ou *hall* de entrada e dormitórios com *closet* são exemplos de ambientes compostos por mais de um espaço interno, desde que não existam divisórias do piso ao teto entre estes espaços.



### 3.39

#### **especificações de desempenho**

conjunto de requisitos e critérios de desempenho estabelecidos para a edificação ou seus sistemas. As especificações de desempenho são uma expressão das funções requeridas da edificação ou de seus sistemas e que correspondem a um uso claramente definido; no caso desta parte da ABNT NBR 15575, estas especificações referem-se a edificações habitacionais

### 3.40

#### **esquadria**

nome genérico dos componentes formados por perfis utilizados nas edificações

NOTA As esquadrias são definidas pela ABNT NBR 10821-1, segundo a sua finalidade, o seu movimento, as suas partes e os seus componentes.

### 3.41

#### **expoente de fluxo de ar por frestas quando a abertura está fechada**

valor do expoente ao qual se eleva a diferença de pressão entre as aberturas, quando fechadas

### 3.42

#### **fachada**

superfícies externas verticais ou com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal

NOTA A fachada inclui as superfícies opacas, translúcidas, transparentes e vazadas, como cobogós e vãos de entrada.

### 3.43

#### **fachada-cortina**

esquadrias interligadas e estruturadas, com função de vedação, que formam um sistema contínuo, desenvolvendo-se no sentido da altura e/ou da largura da fachada da edificação, sem interrupção, por pelo menos dois pavimentos

### 3.44

#### **fachada leste**

fachada com normal à superfície voltada para a direção de 90° em sentido horário a partir do norte geográfico

NOTA Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 90° são consideradas fachada leste.

### 3.45

#### **fachada norte**

fachada com normal à superfície voltada para a direção de 0° a partir do norte geográfico

NOTA Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 0° são consideradas fachada norte.

### 3.46

#### **fachada oeste**

fachada com normal à superfície voltada para a direção de 270° em sentido horário a partir do norte geográfico

NOTA Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 270° são consideradas fachada oeste.



### 3.47

#### **fachada sul**

fachada com normal à superfície voltada para a direção de 180° em sentido horário a partir do norte geográfico

NOTA Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 180° são consideradas fachada sul.

### 3.48

#### **fator solar**

##### **FS**

razão entre o ganho de calor que entra em um ambiente por uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura, a qual inclui o calor radiante transmitido pelo vidro e a radiação solar absorvida, que é transmitida ao ambiente por condução ou convecção

NOTA O fator solar considerado é relativo à incidência de radiação solar ortogonal à abertura.

### 3.49

#### **incremento do percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa**

##### **$\Delta PHFT$**

diferença entre o valor de PHFT obtido pelo modelo real em relação ao valor de PHFT obtido pelo modelo de referência

### 3.50

#### **incremento mínimo do percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa**

##### **$\Delta PHFT_{\min}$**

diferença mínima entre o valor de PHFT obtido pelo modelo real em relação ao valor de PHFT obtido pelo modelo de referência

### 3.51

#### **janela**

esquadria, vertical ou inclinada, geralmente envidraçada, destinada a preencher um vão, em fachadas ou não

NOTA Uma finalidade da janela é permitir a iluminação e/ou a ventilação de um recinto para outro.

### 3.52

#### **modelo de referência**

modelo de simulação computacional termoenergética que representa a unidade habitacional avaliada, adotando-se características de referência

### 3.53

#### **modelo real**

modelo de simulação computacional termoenergética que representa a unidade habitacional avaliada, conservando as suas características geométricas, propriedades térmicas e composições construtivas

### 3.54

#### **padrão de ocupação**

número de horas em que um determinado ambiente é ocupado, considerando a dinâmica dos ambientes da edificação



### 3.55

#### **padrão de uso**

número de horas em que um determinado equipamento é utilizado

### 3.56

#### **paredes externas**

superfícies opacas que delimitam o espaço interno da edificação em relação ao exterior

NOTA A definição de paredes externas exclui as aberturas.

### 3.57

#### **paredes internas**

superfícies opacas que subdividem o espaço interno da edificação

NOTA A definição de paredes internas exclui as aberturas.

### 3.58

#### **pavimento**

espaço construído em uma edificação, compreendido entre o piso e o teto

### 3.59

#### **pavimento de cobertura**

pavimento localizado no último andar da edificação

### 3.60

#### **pavimento de subsolo**

pavimento situado sob o nível de acesso da edificação no terreno, podendo ser enterrado ou semienterrado em relação ao nível natural do terreno

### 3.61

#### **pavimento térreo**

pavimento que dá acesso à entrada principal da edificação, geralmente localizado no mesmo nível da via pública

### 3.62

#### **pavimento tipo**

pavimento localizado em andar intermediário, ou seja, que não esteja nem no último, nem no primeiro andar da edificação

### 3.63

#### **pavimento tipo com cobertura parcialmente exposta**

pavimento localizado em andar intermediário, com superfície da cobertura parcialmente exposta ao ambiente externo

### 3.64

#### **percentual de abertura para ventilação**

$P_{v,APP}$

razão entre a área efetiva de abertura para ventilação do APP e a sua área de piso

### 3.65

#### **percentual de elementos transparentes**

$P_{t,APP}$

razão entre a área de superfície dos elementos transparentes do APP e a sua área de piso



### 3.66

#### **percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa**

##### **PHFT**

razão entre as horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa estabelecida e o total de horas de ocupação do ambiente

NOTA O PHFT é calculado para cada APP, com PHFT da UH obtido a partir da média aritmética entre os valores de todos os APP.

### 3.67

#### **pilotis**

área aberta, sustentada por pilares, que corresponde à projeção da superfície do pavimento imediatamente acima

### 3.68

#### **ponte térmica**

parte da envoltória da edificação em que a resistência térmica é significativamente alterada pela presença de material com condutividade térmica diferente, ou pela alteração da espessura do material

### 3.69

#### **porta**

esquadria que, entre outras finalidades, permite ou impede o acesso de um recinto para outro

### 3.70

#### **requisitos do usuário**

conjunto de necessidades do usuário da edificação habitacional e seus sistemas, tecnicamente estabelecidas nesta parte da ABNT NBR 15575

### 3.71

#### **estado da arte**

estágio de desenvolvimento de uma capacitação técnica em um determinado momento, em relação a produtos, processos e serviços, baseado em descobertas científicas e tecnológicas e experiências consolidadas e pertinentes

### 3.72

#### **falha**

ocorrência que prejudica a utilização do sistema ou do elemento, resultando em desempenho inferior ao requerido

### 3.73

#### **fornecedor**

organização ou pessoa que fornece um produto (por exemplo, produtor, distribuidor, varejista ou comerciante de um produto ou prestador de um serviço ou informação)

### 3.74

#### **garantia legal**

direito do consumidor de reclamar reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido, conforme legislação vigente

### 3.75

#### **garantia contratual**

condições dadas pelo fornecedor por meio de certificado ou contrato de garantia para reparos, recomposição, devolução ou substituição do produto adquirido



### 3.76

#### **incorporador**

pessoa física ou jurídica, comerciante ou não, que, embora não efetuando a construção, compromisse ou efetive a venda de frações ideais de terreno, objetivando a vinculação de tais frações a unidades autônomas, em edificações a serem construídas ou em construção sob regime condominial, ou que meramente aceita propostas para efetivação de tais transações, coordenando e levando a termo a incorporação e responsabilizando-se, conforme o caso, pela entrega em certo prazo e preço e determinadas condições das obras concluídas

### 3.77

#### **inovação tecnológica**

aperfeiçoamento tecnológico, resultante de atividades de pesquisa, aplicado ao processo de produção do edifício, objetivando a melhoria de desempenho, qualidade e custo do edifício ou de um sistema

### 3.78

#### **inspeção predial de uso e manutenção**

análise técnica, através de metodologia específica, das condições de uso e de manutenção preventiva e corretiva da edificação

### 3.79

#### **manual de uso, operação e manutenção**

documento que reúne as informações necessárias para orientar as atividades de conservação, uso e manutenção da edificação e operação dos equipamentos

NOTA Também conhecido como manual do proprietário, quando aplicado para as unidades autônomas, e manual das áreas comuns ou manual do síndico, quando aplicado para as áreas de uso comum.

### 3.80

#### **manutenção**

conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e seus sistemas constituintes, a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários

### 3.81

#### **manutenibilidade**

grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas, procedimentos e meios prescritos

### 3.82

#### **operação**

conjunto de atividades a serem realizadas em sistemas e equipamentos, com a finalidade de manter a edificação em funcionamento adequado

### 3.83

#### **manifestação patológica**

irregularidade que se manifesta no produto em função de falhas no projeto, na fabricação, na instalação, na execução, na montagem, no uso ou na manutenção, bem como problemas que não decorram do envelhecimento natural

### 3.84

#### **pé-direito**

distância entre o piso de um andar e o teto deste mesmo andar



### 3.85

#### **prazo de garantia contratual**

período de tempo, igual ou superior ao prazo de garantia legal, oferecido voluntariamente pelo fornecedor (incorporador, construtor ou fabricante) na forma de certificado ou termo de garantia ou contrato, para que o consumidor possa reclamar dos vícios aparentes ou defeitos verificados na entrega de seu produto. Este prazo pode ser diferenciado para cada um dos componentes do produto, a critério do fornecedor

### 3.86

#### **prazo de garantia legal**

período de tempo previsto em lei que o comprador dispõe para reclamar dos vícios (defeitos) verificados na compra de produtos duráveis. Na Tabela D.1 são detalhados prazos de garantia usualmente praticados pelo setor da construção civil, correspondentes ao período de tempo em que é elevada a probabilidade de que eventuais vícios ou defeitos em um sistema, em estado de novo, venham a se manifestar, decorrentes de anomalias que repercutam em desempenho inferior àquele previsto

### 3.87

#### **redução da carga térmica total**

##### **RedCgTT**

redução percentual da CgTT obtida pelo modelo real em relação à CgTT obtida pelo modelo de referência

### 3.88

#### **redução mínima da carga térmica total**

##### **RedCgTT<sub>mín</sub>**

redução percentual mínima da CgTT obtida pelo modelo real em relação à CgTT obtida pelo modelo de referência

### 3.89

#### **requisitos de desempenho**

condições que expressam qualitativamente os atributos que a edificação habitacional e seus sistemas devem possuir, a fim de que possam atender aos requisitos do usuário

### 3.90

#### **resistência térmica de elementos e componentes**

##### **R**

quociente da diferença de temperatura verificada entre as superfícies de um elemento ou componente construtivo pela densidade de fluxo de calor, em regime estacionário

### 3.91

#### **retrofit**

remodelação ou atualização do edifício ou de sistemas, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, normalmente visando à valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e eficiência operacional e energética

### 3.92

#### **ruína**

característica do estado-limite último, por ruptura ou por perda de estabilidade ou por deformação excessiva



### 3.93

#### **sistema**

maior parte funcional do edifício. Conjunto de elementos e componentes destinados a atender a uma macrofunção que o define (por exemplo, fundação, estrutura, pisos, vedações verticais, instalações hidrossanitárias, cobertura)

NOTA As ABNT NBR 15575-2 a ABNT NBR 15575-6 tratam do desempenho de alguns sistemas da edificação.

### 3.94

#### **temperatura de setpoint**

temperatura preestabelecida para o funcionamento de um sistema de controle automático

### 3.95

#### **temperatura operativa**

##### **To**

valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente

### 3.96

#### **temperatura operativa anual máxima**

##### **Tomáx**

temperatura operativa anual máxima observada em um APP, durante o seu período de ocupação

NOTA A temperatura operativa anual máxima da UH é considerada a maior entre os valores dos APP.

### 3.97

#### **temperatura operativa anual mínima**

##### **Tomín**

temperatura operativa anual mínima observada em um APP, durante o seu período de ocupação

NOTA A temperatura operativa anual mínima da UH é considerada a menor entre os valores dos APP.

### 3.98

#### **transmitância térmica**

##### **U**

transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo; neste caso, dos vidros e dos componentes opacos das paredes externas e coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes

NOTA A transmitância térmica é calculada utilizando o método de cálculo da ABNT NBR 15220-2. Para a transmitância térmica de paredes externas, adota-se o termo  $U_{par}$ . A transmitância térmica de coberturas é tratada pelo termo  $U_{cob}$ .

### 3.99

#### **unidade habitacional**

##### **UH**

bem imóvel destinado à moradia e dotado de acesso independente

NOTA A unidade habitacional corresponde a uma unidade de uma edificação multifamiliar (apartamento) ou a uma edificação unifamiliar (casa).





### 3.100

#### **usuário**

proprietário, titular de direitos ou pessoa que ocupa a edificação habitacional

### 3.101

#### **vão**

abertura existente na parede, que pode receber uma esquadria

### 3.102

#### **veneziana**

pano tradicionalmente formado por palhetas horizontais, verticais ou inclinadas, superpostas, paralelas entre si, ou peça contínua, possibilitando a ventilação permanente dos recintos e alguma iluminação, sem, no entanto, devassar o interior

### 3.103

#### **vida útil**

#### **VU**

período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual)

**NOTA** O correto uso e operação da edificação e de suas partes, a constância e efetividade das operações de limpeza e manutenção, alterações climáticas e níveis de poluição no local da obra, mudanças no entorno da obra ao longo do tempo (trânsito de veículos, obras de infraestrutura, expansão urbana etc.). Interferem na vida útil, além da vida útil de projeto, das características dos materiais e da qualidade da construção como um todo. O valor real de tempo de vida útil será uma composição do valor teórico de vida útil de projeto devidamente influenciado pelas ações da manutenção, da utilização, da natureza e da sua vizinhança. As negligências no atendimento integral dos programas definidos no manual de uso, operação e manutenção da edificação, bem como ações anormais do meio ambiente, irão reduzir o tempo de vida útil, podendo este ficar menor que o prazo teórico calculado como vida útil de projeto.

### 3.104

#### **vida útil de projeto**

#### **VUP**

período estimado de tempo para o qual um sistema é projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, considerando o atendimento aos requisitos das normas aplicáveis, o estágio do conhecimento no momento do projeto e supondo o atendimento da periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção (a VUP não pode ser confundida com o tempo de vida útil, durabilidade, e prazo de garantia legal ou contratual)

**NOTA** A VUP é uma estimativa teórica do tempo que compõe o tempo de vida útil. O tempo de VU pode ou não ser atingido em função da eficiência e registro das manutenções, de alterações no entorno da obra, fatores climáticos, etc.

### 3.105

#### **zona bioclimática**

#### **ZB**

região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre o ambiente construído e o conforto humano, de acordo com a ABNT NBR 15220-3

Substituir por:

## 11 Desempenho térmico

### 11.1 Generalidades

O desempenho térmico de habitações depende de seus componentes (paredes e coberturas), das áreas envidraçadas e de ventilação, das cargas térmicas internas (pessoas, iluminação e equipamentos), da maneira como se operam as aberturas e do clima da cidade. O Brasil possui climas variados, em que estratégias bioclimáticas podem permitir que as habitações não dependam de equipamentos de condicionamento artificial. Esta Parte da ABNT NBR 15575 busca avaliar o desempenho térmico da habitação, quando operada sem condicionamento do ar, enquanto também possibilita a análise da carga térmica, quando condicionada artificialmente.

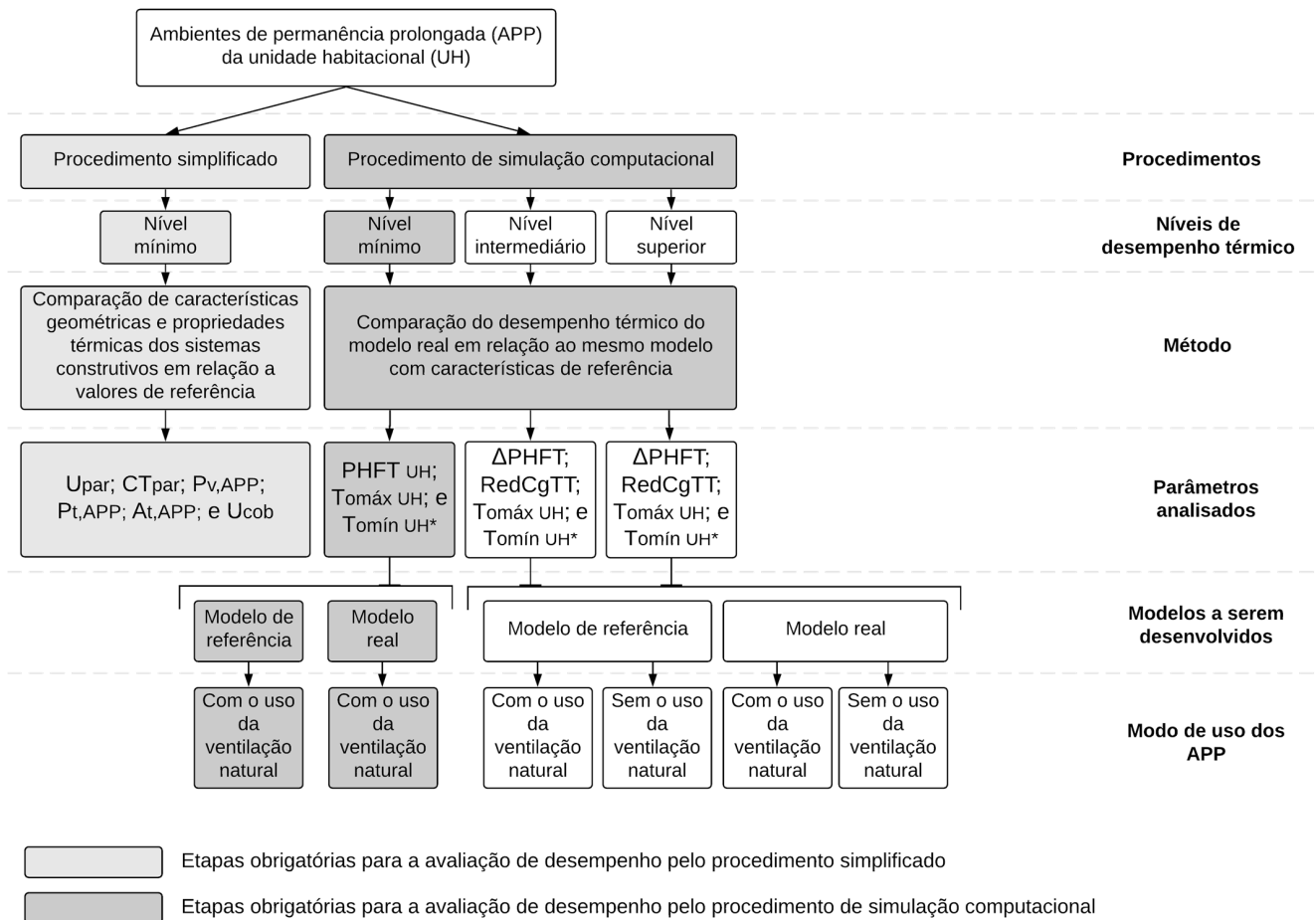
O desempenho térmico das unidades habitacionais (UH) é caracterizado por meio da delimitação de três níveis de desempenho: mínimo (M), intermediário (I) e superior (S). É de caráter obrigatório o atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para o nível de desempenho mínimo. O atendimento aos níveis de desempenho intermediário e superior é facultativo.

A avaliação de desempenho térmico deve ser realizada para os ambientes de permanência prolongada (APP) da unidade habitacional. Quando avaliadas unidades habitacionais de edificações multifamiliares, devem ser considerados o pavimento térreo, o(s) pavimento(s) tipo e o pavimento de cobertura. Todas as UH destes pavimentos devem ser consideradas.

O desempenho térmico da UH deve ser analisado considerando um dos procedimentos a seguir:

- a) procedimento simplificado: avalia o desempenho térmico da UH por meio da comparação de características geométricas dos APP e de propriedades térmicas dos sistemas construtivos em relação aos valores de referência destes parâmetros. Este procedimento estabelece o atendimento aos requisitos e critérios para sistemas de vedações verticais externas (SVVE) e de coberturas, descritos na ABNT NBR 15575-4:2020, Seção 11, e na ABNT NBR 15575-5:2020, Seção 11, respectivamente. No caso do não atendimento de algum dos critérios do procedimento simplificado, por um ou mais APP, toda a avaliação da UH deve ser realizada por meio do procedimento de simulação computacional. No caso de edificações multifamiliares, o mesmo procedimento deve ser adotado para todas as UH. O procedimento simplificado permite a análise de desempenho térmico para a obtenção do nível mínimo, de caráter obrigatório. O atendimento aos níveis intermediário e superior deve ser avaliado por meio do procedimento de simulação computacional;
- b) procedimento de simulação computacional: avalia o desempenho térmico da UH por meio do desenvolvimento de modelos computacionais em um programa compatível com as características descritas em 11.4.1. Este procedimento estabelece as condições para o desenvolvimento dos modelos real e de referência, que devem ser comparados com os critérios descritos em 11.4. O procedimento de simulação computacional permite a avaliação da UH para o atendimento aos níveis mínimo, intermediário e superior.

A Figura 1 resume as principais características dos procedimentos de avaliação de desempenho térmico, cujos detalhamentos são apresentados em 11.3 e 11.4, assim como nas ABNT NBR 15575-4 e ABNT NBR 15575-5.



**Figura 1 – Procedimentos de avaliação de desempenho térmico**

## 11.2 Métodos de medição de propriedades térmicas de materiais e elementos construtivos

Na composição de materiais para a avaliação do desempenho térmico pelo procedimento simplificado e pelo procedimento de simulação computacional, devem-se adotar os processos descritos nesta subseção para a determinação das propriedades térmicas de materiais e/ou sistemas construtivos.

A condutividade térmica deve ser determinada por meio de medição laboratorial, conforme método indicado na Tabela 1, ou por comprovação do fabricante. Para materiais com condutividades térmicas acima de 0,3 W/(m.K), permite-se a estimativa da condutividade a partir da densidade de massa aparente, utilizando os dados da ABNT NBR 15220-2:2005, Versão Corrigida:2008, Tabela B.3.

As barreiras radiantes devem ser submetidas a ensaio de envelhecimento acelerado com névoa salina, conforme a ASTM D5894, antes que os ensaios térmicos e/ou ópticos sejam realizados.

Para determinar a absorvância à radiação solar das superfícies, devem-se utilizar os métodos indicados na Tabela 1, considerando as faixas do espectro solar UV-VIS-NIR (ultravioleta, visível e infravermelho próximo).

A absorvância dos materiais altera-se ao longo do tempo. Em produtos orgânicos, como tintas poliméricas e plásticos, a degradação combina a deposição de poeira e o crescimento microbiano (fungos e bactérias) com a degradação superficial do polímero e dos pigmentos. Produtos inorgânicos

não metálicos de baixa porosidade e rugosidade são mais estáveis, desde que sejam oferecidas condições de manutenibilidade. A degradação pode ser desconsiderada para superfícies cujos materiais não sofram alteração da absorvância à radiação solar ao longo do tempo, desde que apresentada justificativa técnica fundamentada.

A determinação do valor da absorvância à radiação solar é normalmente realizada a partir de medições do produto novo. Desta forma, quando adotados os procedimentos para a análise de desempenho térmico, recomenda-se observar o efeito de eventual degradação sobre os valores de absorvância, de modo a melhor refletir o comportamento térmico da unidade habitacional no período de ocorrência de intervenções de manutenção, previstas no manual de uso, operação e manutenção. O Anexo A apresenta sugestões para a análise da degradação.

**Tabela 1 – Métodos de medição de propriedades térmicas de materiais e elementos construtivos**

Propriedade	Determinação
Condutividade térmica	ASTM C518, ASTM C177, ASTM C1363, ISO 8301, ISO 8302, ISO 8990
Calor específico	ASTM E1269, ASTM D4611
Densidade de massa aparente	ASTM D854
Emissividade	ASTM C1371
Absorvância à radiação solar	ASTM C1549, ASTM E903, ASTM E1918
Resistência ou transmitância térmica de elementos	ABNT NBR 15220
Fator solar e características espectrais de vidros (transmitância, refletância, absorvância e emitância)	ASTM E903, ISO 9050, EN 410, EN 12898, NFRC 300, NFRC 301, ASHRAE 74

### 11.3 Procedimento simplificado

O procedimento simplificado avalia os sistemas de vedações verticais externas (SVVE) quanto aos valores de transmitância térmica ( $U_{par}$ ), capacidade térmica ( $CT_{par}$ ), percentual de abertura para ventilação ( $P_{V,APP}$ ), percentual de elementos transparentes ( $P_{t,APP}$ ) e área de superfície dos elementos transparentes ( $A_{t,APP}$ ) em relação aos critérios que indicam valores de referência para estes parâmetros. Os requisitos e critérios aplicados aos SVVE são descritos na ABNT NBR 15575-4:2020, Seção 11.

As coberturas são avaliadas no procedimento simplificado quanto à sua transmitância térmica ( $U_{cob}$ ), adotando-se o mesmo procedimento de comparação com um valor de referência. Os requisitos e critérios aplicados às coberturas são descritos na ABNT NBR 15575-5:2020, Seção 11.

### 11.4 Procedimento de simulação computacional

O procedimento de simulação computacional avalia o desempenho térmico anual da envoltória da edificação em relação a esta envoltória com características de referência. Neste procedimento devem ser elaborados dois modelos:

- o modelo real, que conserva as características geométricas da UH, as propriedades térmicas e as composições dos elementos transparentes, paredes e cobertura;

- b) o modelo de referência, que representa a edificação avaliada, mas com características de referência, conforme 11.4.7.2.

Quando avaliado o desempenho térmico para o atendimento do nível mínimo, os modelos real e de referência devem ser simulados considerando somente o uso da ventilação natural nos APP. Para a obtenção dos níveis intermediário e superior, os modelos real e de referência devem ser simulados em duas condições de utilização dos APP:

- 1) com o uso da ventilação natural; e
- 2) sem o uso da ventilação natural.

A partir da simulação 1, com o uso da ventilação natural, devem ser determinados:

- o percentual de horas de ocupação dos APP dentro de uma faixa de temperatura operativa ( $PHFT_{APP}$ ). A faixa de temperatura operativa considerada varia com o clima local, sendo possíveis três intervalos: de 18 °C a 26 °C, até 28 °C e até 30 °C;
- a temperatura operativa anual máxima ( $Tomáx_{APP}$ ) de cada APP, considerando apenas os períodos de ocupação do APP. Quando a edificação estiver localizada nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3 ou 4 (ver ABNT NBR 15220-3), também deve ser determinada a temperatura operativa anual mínima ( $Tomín_{APP}$ ) de cada APP, considerando apenas os períodos de ocupação do APP.

A partir dos valores de  $PHFT_{APP}$ ,  $Tomáx_{APP}$  e  $Tomín_{APP}$  para cada APP, deve-se determinar o  $PHFT_{UH}$ ,  $Tomáx_{UH}$  e  $Tomín_{UH}$  da UH. Em 11.4.7.6 é descrito o cálculo do  $PHFT_{UH}$ , enquanto em 11.4.7.7 é descrita a determinação da  $Tomáx_{UH}$  e da  $Tomín_{UH}$ .

A partir da simulação 2, sem o uso da ventilação natural, devem ser determinados:

- o somatório anual dos valores horários da carga térmica de refrigeração ( $CgTR_{APP}$ ), conforme o processo descrito em 11.4.7.5;
- o somatório anual dos valores horários da carga térmica de aquecimento ( $CgTA_{APP}$ ), conforme o processo descrito em 11.4.7.5. A consideração da carga térmica de aquecimento somente é necessária quando avaliadas edificações localizadas em climas que se enquadrem no Intervalo 1 da Tabela 2, ou seja, que possuam média anual da temperatura externa de bulbo seco inferior a 25 °C.

A partir dos valores de  $CgTR_{APP}$  e  $CgTA_{APP}$  para cada APP, deve-se determinar o somatório anual dos valores horários da carga térmica total da UH ( $CgTT_{UH}$ ), conforme 11.4.7.8.

O procedimento de simulação computacional permite a avaliação dos três níveis de desempenho térmico: mínimo (M), intermediário (I) e superior (S). A obtenção do nível mínimo é obrigatória, enquanto a obtenção dos níveis intermediário ou superior é facultativa. Os níveis de desempenho térmico da UH são determinados a partir dos seguintes critérios:

- mínimo, que avalia o  $PHFT_{UH}$  e a temperatura operativa anual máxima ( $Tomáx_{UH}$ ) da UH do modelo real em relação ao modelo de referência. Para edificações localizadas nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3 ou 4, também deve ser avaliada a temperatura operativa anual mínima ( $Tomín_{UH}$ );
- intermediário, que avalia o modelo real no atendimento dos critérios do nível mínimo, assim como quanto ao incremento do  $PHFT_{UH}$  e à redução da carga térmica total ( $CgTT_{UH}$ ) do modelo real em relação ao modelo de referência;

- superior, que avalia o modelo real no atendimento dos critérios do nível mínimo, assim como quanto ao incremento do  $PHFT_{UH}$  e à redução da carga térmica total ( $CgTT_{UH}$ ) do modelo real em relação ao modelo de referência. Em comparação com o nível intermediário, o atendimento ao nível superior diferencia-se na obtenção de reduções mais elevadas da carga térmica total ( $CgTT_{UH}$ ).

Caso um ou mais APP da UH adotem soluções construtivas que impossibilitem o uso de sistemas de condicionamento de ar (como aberturas fixas para ventilação sem a possibilidade de fechamento), estes podem ser analisados apenas quanto ao seu  $PHFT_{APP}$ ,  $Tomáx_{APP}$  e  $Tomín_{APP}$ . Os demais APP da UH devem incluir a modelagem do sistema de condicionamento de ar, quando avaliado o atendimento dos níveis intermediário e superior.

Caso seja atestado que a UH em análise não necessita do uso de sistemas de climatização de ar, ao longo de todo o ano, o nível superior de desempenho térmico pode ser obtido se o  $PHFT_{UH}$  do modelo real for igual ou superior a 95 %. O modelo real também deve atender ao critério de temperaturas operativas anuais máxima e mínima ( $Tomáx_{UH}$  e  $Tomín_{UH}$ ), conforme descrito em 11.4.5.

#### 11.4.1 Características do programa de simulação computacional

O programa de simulação computacional deve ser capaz de estimar as variações da temperatura operativa, das cargas térmicas de refrigeração e de aquecimento e do uso da ventilação natural na UH, definidos separadamente em 8 760 h ao longo do ano, considerando as variações horárias de ocupação, de potência de iluminação e de equipamentos. O programa de simulação computacional deve, ainda:

- a) estar de acordo com a ASHRAE 140;
- b) modelar efeitos de inércia térmica;
- c) modelar trocas de calor entre a edificação e o solo;
- d) calcular cargas térmicas latente e sensível;
- e) ser capaz de simular o sombreamento proveniente de elementos externos às zonas térmicas, como brises, sacadas e entorno;
- f) ser capaz de simular os efeitos da ventilação cruzada em um ambiente, ou entre dois ou mais ambientes.

#### 11.4.2 Características do arquivo climático

O arquivo climático deve possuir informações que sejam representativas do clima da cidade onde a UH está localizada.

Caso a cidade de implantação da UH não possua arquivo climático, deve ser utilizado o arquivo climático de uma cidade próxima com clima semelhante. A semelhança entre os climas deve considerar a comparação da distância euclidiana, ponderando latitude, longitude e altitude.

O arquivo climático utilizado deve fornecer valores mensais de temperatura média do solo, em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), para todos os meses do ano, além dos seguintes valores horários representativos das 8 760 h do ano meteorológico típico:

- a) temperatura de bulbo seco, expressa em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ );



- b) temperatura do ponto de orvalho, expressa em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ );
- c) umidade relativa, expressa em porcentagem (%);
- d) pressão atmosférica, expressa em Pascal (Pa);
- e) intensidade de radiação horizontal de onda longa, expressa em watts-hora por metro quadrado ( $\text{Wh/m}^2$ );
- f) radiação horizontal global, expressa em watts-hora por metro quadrado ( $\text{Wh/m}^2$ );
- g) radiação normal direta, expressa em watts-hora por metro quadrado ( $\text{Wh/m}^2$ );
- h) radiação horizontal difusa, expressa em watts-hora por metro quadrado ( $\text{Wh/m}^2$ );
- i) direção do vento, expressa em graus ( $^{\circ}$ ), considerando o sentido horário a partir da direção Norte;
- j) velocidade do vento, expressa em metros por segundo (m/s).

#### 11.4.3 Requisito – Desempenho térmico da envoltória

A envoltória da unidade habitacional (UH) deve apresentar desempenho térmico que atenda aos critérios de 11.4.4 a 11.4.6, quando comparado com o desempenho térmico da envoltória com características de referência.

A avaliação dos critérios descritos em 11.4.4 e 11.4.6 é determinada com base em intervalos de temperaturas externas. A identificação do intervalo a ser considerado para cada clima é realizada por meio da média anual da temperatura externa de bulbo seco ( $\text{TBS}_m$ ) do arquivo climático utilizado, conforme apresentado na Tabela 2. Deve-se considerar o arredondamento do valor de  $\text{TBS}_m$  obtido, adotando uma casa decimal.

**Tabela 2 – Intervalos de temperaturas externas de bulbo seco**

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

#### 11.4.4 Critério – Percentual de horas de ocupação da UH dentro da faixa de temperatura operativa ( $\text{PHFT}_{\text{UH}}$ )

Este critério avalia o percentual de horas em que a UH encontra-se dentro de uma faixa de temperatura operativa ( $\text{PHFT}_{\text{UH}}$ ). O  $\text{PHFT}_{\text{UH}}$  é resultado da avaliação individual de cada APP ( $\text{PHFT}_{\text{APP}}$ ) desta UH, durante o seu respectivo período de ocupação, de acordo com as faixas de temperaturas operativas da Tabela 3. Os procedimentos de determinação do  $\text{PHFT}_{\text{APP}}$  e do  $\text{PHFT}_{\text{UH}}$  são descritos em 11.4.7.5 e 11.4.7.6, respectivamente.

**Tabela 3 – Faixas de temperaturas operativas para a determinação do PHFT<sub>APP</sub>**

Intervalos de temperaturas externas	Faixa de temperatura operativa a ser considerada
Intervalo 1	$18,0\text{ °C} < T_{OAPP}^a < 26,0\text{ °C}$
Intervalo 2	$T_{OAPP} < 28,0\text{ °C}$
Intervalo 3	$T_{OAPP} < 30,0\text{ °C}$
<sup>a</sup> $T_{OAPP}$ é a temperatura operativa do APP, que atende aos limites estabelecidos nesta Tabela.	

Para o atendimento ao critério de PHFT<sub>UH</sub> no nível mínimo (M), o modelo real de simulação computacional deve apresentar, ao longo de um ano e durante os períodos de ocupação dos APP, PHFT<sub>UH,real</sub> que seja superior a 90 % do obtido para o modelo de referência (PHFT<sub>UH,ref</sub>).

O atendimento ao critério de PHFT<sub>UH</sub>, nos níveis intermediário (I) e superior (S), é realizado por meio de um incremento do PHFT<sub>UH,real</sub> ( $\Delta$ PHFT) em relação ao PHFT<sub>UH,ref</sub>, conforme apresentado na Tabela 4. O valor referente ao  $\Delta$ PHFT<sub>mín</sub>, que representa o incremento mínimo do PHFT<sub>UH,real</sub>, é fornecido na Tabela 20 e na Tabela 21 para o atendimento aos níveis de desempenho intermediário e superior, respectivamente.

**Tabela 4 – Critério de avaliação de desempenho térmico da envoltória quanto ao PHFT<sub>UH</sub>**

Nível de desempenho	Critério
Mínimo (M)	$PHFT_{UH,real} > 0,9.PHFT_{UH,ref}$
Intermediário (I)	$\Delta PHFT^a \geq \Delta PHFT_{mín}^b$
Superior (S)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín}$
<sup>a</sup> $\Delta$ PHFT é o incremento do PHFT <sub>UH,real</sub> em relação ao PHFT <sub>UH,ref</sub> .	
<sup>b</sup> $\Delta$ PHFT <sub>mín</sub> é o incremento mínimo do PHFT <sub>UH,real</sub> em relação ao PHFT <sub>UH,ref</sub> , com valor obtido pela Tabela 20, para o nível intermediário, e pela Tabela 21, para o nível superior.	

#### 14.4.5 Critério – Temperaturas operativas anuais máxima e mínima da UH (Tomáx<sub>UH</sub> e Tomín<sub>UH</sub>)

Este critério avalia as temperaturas operativas anuais máxima (Tomáx<sub>UH</sub>) e mínima (Tomín<sub>UH</sub>) da UH, que devem ser obtidas considerando-se os períodos de ocupação dos APP. O procedimento de determinação das temperaturas operativas anuais máxima e mínima da UH é descrito em 11.4.7.7.

Para todos os níveis de desempenho (mínimo, intermediário ou superior), em todas as zonas bioclimáticas, a temperatura operativa anual máxima do modelo real deve ser menor ou igual à obtida para o modelo de referência, após somado um valor de tolerância ( $\Delta$ Tomáx), conforme equação:

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

onde

Tomáx<sub>UH,real</sub> é a temperatura operativa anual máxima da UH no modelo real, expressa em graus Celsius (°C);

Tomáx<sub>UH,ref</sub> é a temperatura operativa anual máxima da UH no modelo de referência, expressa em graus Celsius (°C);



$\Delta T_{om\acute{a}x}$  é o valor de tolerância da temperatura operativa anual máxima, expressa em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ).

Deve-se considerar  $\Delta T_{om\acute{a}x}$  igual a  $2^{\circ}C$  para as UH unifamiliares e para as UH em edificações multifamiliares localizadas no pavimento de cobertura. Para as UH em edificações multifamiliares localizadas nos pavimentos térreo ou tipo, deve-se adotar  $\Delta T_{om\acute{a}x}$  igual a  $1^{\circ}C$ .

A temperatura operativa anual mínima deve ser analisada nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3 ou 4, onde a  $T_{om\acute{i}n,UH}$  do modelo real deve ser igual ou superior à  $T_{om\acute{i}n,UH}$  do modelo de referência, após reduzido um valor de tolerância ( $\Delta T_{om\acute{i}n}$ ). Deve-se adotar  $\Delta T_{om\acute{i}n}$  igual a  $1^{\circ}C$  para todas as UH avaliadas. O critério de temperatura operativa anual mínima é descrito pela equação:

$$T_{om\acute{i}n,UH,real} \geq T_{om\acute{i}n,UH,ref} - \Delta T_{om\acute{i}n}$$

onde

$T_{om\acute{i}n,UH,real}$  é a temperatura operativa anual mínima da UH no modelo real, expressa em graus Celsius ( $^{\circ}C$ );

$T_{om\acute{i}n,UH,ref}$  é a temperatura operativa anual mínima da UH no modelo de referência, expressa em graus Celsius ( $^{\circ}C$ );

$\Delta T_{om\acute{i}n}$  é o valor de tolerância da temperatura operativa anual mínima, expresso em graus Celsius ( $^{\circ}C$ ).

#### 14.46 Critério – Carga térmica total da UH ( $CgTT_{UH}$ )

Este critério avalia a carga térmica total da UH ( $CgTT_{UH}$ ) no modelo de simulação sem o uso da ventilação natural, nos períodos em que os APP do modelo com o uso de ventilação natural estiverem ocupados e com temperaturas operativas dentro dos limites determinados na Tabela 5. A  $CgTT_{UH}$  é resultado da avaliação individual das cargas térmicas de refrigeração e aquecimento de cada APP da UH ( $CgTR_{APP}$  e  $CgTA_{APP}$ ), cujos cálculos são descritos em 11.4.7.5. O procedimento de determinação da  $CgTR_{UH}$ , da  $CgTA_{UH}$  e da  $CgTT_{UH}$  é descrito em 11.4.7.8.

**Tabela 5 – Valores de temperatura operativa para o cálculo da  $CgTR_{APP}$  e da  $CgTA_{APP}$**

Intervalos de temperaturas externas	Faixa de temperatura operativa para o cálculo da $CgTR_{APP}$	Faixa de temperatura operativa para o cálculo da $CgTA_{APP}$
Intervalo 1	$T_{oAPP}^a \geq 26,0^{\circ}C$	$T_{oAPP} \leq 18,0^{\circ}C$
Intervalo 2	$T_{oAPP} \geq 28,0^{\circ}C$	Não considera
Intervalo 3	$T_{oAPP} \geq 30,0^{\circ}C$	Não considera

<sup>a</sup>  $T_{oAPP}$  é a temperatura operativa do APP considerada para o cálculo da  $CgTR_{APP}$  e da  $CgTA_{APP}$ .

O critério da  $CgTT_{UH}$  é considerado nos níveis de desempenho intermediário e superior, de caráter não obrigatório, conforme a Tabela 6. O valor da  $RedCgTT_{m\acute{i}n}$ , fornecido na Tabela 20 para o desempenho intermediário e na Tabela 21 para o desempenho superior, representa o percentual mínimo de redução da  $CgTT_{UH,real}$  em relação à  $CgTT_{UH,ref}$ .

**Tabela 6 – Critério de avaliação de desempenho térmico da envoltória quanto à  $CgTT_{UH}$**

Nível de desempenho	Critério
Mínimo (M)	Não considera
Intermediário (I)	$RedCgTT^a \geq RedCgTT_{\min}^b$
Superior (S)	$RedCgTT \geq RedCgTT_{\min}$
<sup>a</sup> $RedCgTT$ é a redução da carga térmica total do modelo real ( $CgTT_{UH,real}$ ) em relação à referência ( $CgTT_{UH,ref}$ ). <sup>b</sup> $RedCgTT_{\min}$ é a redução mínima da $CgTT_{UH,real}$ em relação à referência ( $CgTT_{UH,ref}$ ), com valor obtido por meio da Tabela 20, para o nível intermediário, e da Tabela 21, para o nível superior.	

#### 11.4.7 Método de avaliação

##### 11.4.7.1 Modelagem da unidade habitacional

O procedimento de simulação computacional requer a modelagem de toda a UH, incluindo ambientes de permanência prolongada (APP) e ambientes de permanência transitória (APT). Quando avaliadas unidades habitacionais de edificações multifamiliares, devem ser considerados o pavimento térreo, o(s) pavimento(s) tipo e o pavimento de cobertura. Todas as UH destes pavimentos devem ser consideradas, conforme a Figura 2.

Pavimentos tipo sequenciais, idênticos quanto à geometria e às características construtivas, podem ser modelados uma única vez, tendo os resultados de suas UH atribuídos às respectivas UH localizadas nos demais pavimentos tipo. Pavimentos tipo com cobertura parcialmente exposta devem ser modelados individualmente. Quando existentes, pavimentos no subsolo devem ser representados.

Em edificações multifamiliares, pavimentos que não possuem unidades habitacionais são tratados como pavimentos não residenciais. Estes pavimentos devem ser modelados considerando a volumetria total como um único ambiente, que deve ser representado como APT.

Corte esquemático da edificação		Número de pavimentos a serem representados na modelagem computacional
Uso residencial	Pavimento de cobertura	Modelagem de todas as UH
Uso residencial	Agrupamento de pavimentos idênticos*: Pavimento tipo 5	Modelagem de todas as UH
Uso residencial		
Uso residencial	Pavimento tipo 4 (cobertura parcialmente exposta)	Modelagem de todas as UH
Uso residencial	Pavimento tipo 3	Modelagem de todas as UH
Uso não residencial	Pavimento tipo 2	Representação como APT
Uso residencial	Agrupamento de pavimentos idênticos*: Pavimento tipo 1	Modelagem de todas as UH
Uso residencial		
Uso não residencial	Pavimento térreo	Representação como APT

\*Idênticos quanto à geometria e características construtivas

Superfície do solo

**Figura 2 – Exemplo da delimitação dos pavimentos a serem representados no modelo computacional**

Para a análise do desempenho térmico da UH, devem ser elaborados dois modelos computacionais da edificação:

- a) modelo real;
- b) modelo de referência.

O modelo real deve representar a edificação a ser analisada, conforme as suas características volumétricas, percentuais de elementos transparentes e de aberturas para ventilação, propriedades térmicas dos sistemas construtivos e presença de elementos de sombreamento externos fixos na fachada, quando existentes (por exemplo, brises, beirais e venezianas).

O modelo de referência deve representar a edificação a ser analisada, adotando-se características de referência. Este modelo deve manter a volumetria do modelo real, alterando os percentuais de elementos transparentes e de aberturas para ventilação, bem como as propriedades térmicas dos sistemas construtivos, conforme descrito em 11.4.7.2.

No modelo de referência não são considerados os elementos de sombreamento externos fixos na fachada, como brises e venezianas, assim como não é considerada a presença de sacadas.

No modelo real e no modelo de referência, janelas e portas com elementos transparentes devem ser representadas considerando as áreas de superfície com transparência, assim como considerando a parcela correspondente aos caixilhos. No modelo de referência, as características das esquadrias devem adotar valores de referência, conforme apresentado em 11.4.7.2. Caso a especificação dos caixilhos não esteja disponível no projeto, o modelo real deve adotar as mesmas características dos caixilhos do modelo de referência.

Os modelos devem preservar as características de volume interno, as áreas de superfícies expostas ao exterior, o norte geográfico e a área de piso total dos ambientes da edificação projetada. O modelo real e o modelo de referência devem possuir a mesma divisão de ambientes. Quando existente, o ático entre a laje e a cobertura pode ser modelado como um ambiente.

Quando houver espaços internos ligados por áreas de circulação, sem a presença de portas, deve-se considerar a área de circulação integrada ao ambiente. No caso de cozinhas e salas conjugadas, devem-se modelar os dois espaços internos no mesmo ambiente, considerando as especificações para o ambiente da sala.

Os espaços internos comuns das edificações multifamiliares, como circulação vertical, corredores, *hall* de entrada e similares, podem ser agrupados e modelados em um único ambiente, considerando as características de APT.

O modelo real e o modelo de referência devem manter a mesma condição de contato com o solo.

No caso de sistema construtivo sobre pilotis, deve-se considerar o piso do pavimento exposto às condições externas, sem o ganho de calor pela incidência de radiação solar direta e considerando a influência das ações do vento.

No modelo real, deve ser avaliada a ocorrência de pontes térmicas nas superfícies externas que compõem os APP. Quando, na composição das superfícies externas, estiver presente qualquer elemento com coeficiente de transferência térmica ( $H_{el,i}$ ) que represente mais do que 20 % do coeficiente de transferência térmica total ( $H_{total}$ ) da superfície, este elemento deve ser considerado na modelagem. O coeficiente de transferência térmica ( $H_{el,i}$ ) deve ser calculado pela equação:



$$H_{el,i} = A_{el,i} \cdot U_{el,i}$$

onde

$H_{el,i}$  é o coeficiente de transferência térmica de um elemento  $i$  da superfície externa, expresso em watts por kelvin (W/K);

$A_{el,i}$  é a área de superfície do elemento  $i$ , expressa em metros quadrados (m<sup>2</sup>);

$U_{el,i}$  é a transmitância térmica do elemento  $i$ , expressa em watts por metro quadrado kelvin (W/(m<sup>2</sup>.K)).

O coeficiente de transferência térmica total ( $H_{total}$ ) deve ser calculado pela equação:

$$H_{total} = \sum_{i=1}^n H_{el,i}$$

onde

$H_{total}$  é o coeficiente de transferência térmica total da superfície, expresso em watts por kelvin (W/K);

$H_{el,i}$  é o coeficiente de transferência térmica de um elemento  $i$  da superfície externa, expresso em watts por kelvin (W/K);

$n$  é o número de elementos que compõem a superfície externa.

A consideração das pontes térmicas deve ser realizada a partir da modelagem dos diferentes elementos que compõem a superfície externa.

Recomenda-se considerar todas as trocas térmicas entre as superfícies em contato, em diferentes ambientes da edificação, evitando a adoção de superfícies adiabáticas. Em edificações com dois pavimentos ou mais, por exemplo, recomenda-se a consideração da transferência de calor entre o piso e a cobertura destes pavimentos.

O entorno da edificação deve ser considerado, identicamente, no modelo real e no modelo de referência. Devem ser representadas, no modelo real e no modelo de referência, a sombra e a reflexão da radiação solar ocasionadas pelas principais superfícies do entorno, incluindo a influência do relevo, da pavimentação, de edificações e de corpos d'água. Devem ser considerados os elementos de entorno implantados até a data de aplicação dos procedimentos desta Parte da ABNT NBR 15575, podendo ser incluídas estruturas cuja construção esteja prevista no mesmo projeto da edificação em análise. A condição do entorno deve ser comprovada por meio de dados oficiais de cadastros municipais, como levantamentos urbanos e planialtimétricos, levantamento fotográfico datado e recente, ou por meio de mapas de satélite e dados georreferenciados. Cabe ao responsável pela aplicação dos procedimentos normativos a avaliação técnica das superfícies a serem consideradas, visando a melhor representação das trocas térmicas entre a habitação e o seu entorno. Eventuais modificações do entorno, ao longo da vida útil da edificação, podem influenciar no desempenho inicialmente especificado, não implicando a não conformidade do projeto.

O modelo real e o modelo de referência devem ser simulados com o mesmo programa de simulação computacional, na mesma versão do programa e com o mesmo arquivo climático. Deve ser desconsiderada a ocorrência de precipitação de chuva nos modelos real e de referência.

#### 11.4.7.2 Características do modelo de referência

No modelo de referência, devem-se adotar paredes e pisos, de APP e APT, referentes a um elemento de vedação com 100 mm de espessura, composto por um material com propriedades térmicas de acordo a Tabela 7. O piso de todos os pavimentos, assim como as paredes internas e externas, devem apresentar essas características no modelo de referência.

**Tabela 7 – Propriedades térmicas de paredes e pisos para o modelo de referência**

Elemento	Condutividade térmica W/(m.K)	Calor específico J/(kg.K)	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa	Densidade kg/m <sup>3</sup>
Paredes externas	1,75	1 000	0,58	0,90	2 200
Paredes internas	1,75	1 000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2 200
Pisos	1,75	1 000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2 200

O modelo de referência deve adotar a cobertura externa composta por telha com 6 mm de espessura, câmara de ar com resistência térmica de 0,21 (m<sup>2</sup>.K)/W e laje com 100 mm de espessura, conforme as propriedades térmicas descritas na Tabela 8. Quando avaliada uma edificação localizada na zona bioclimática 8, deve-se considerar sobre a laje o uso de isolamento com resistência térmica igual a 0,67 (m<sup>2</sup>.K)/W, conforme a Tabela 9.

**Tabela 8 – Propriedades térmicas da cobertura para o modelo de referência**

Elemento	Condutividade térmica W/(m.K)	Calor específico J/(kg.K)	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa	Densidade kg/m <sup>3</sup>
Telha com 6 mm de espessura	0,65	840	0,65	0,90	1 700
Laje com 100 mm de espessura	1,75	1 000	Adotar valor do modelo real	Adotar valor do modelo real	2 200

**Tabela 9 – Propriedades térmicas do material de isolamento da cobertura para o modelo de referência na zona bioclimática 8**

Elemento	Resistência térmica (m <sup>2</sup> .K)/W	Absortância à radiação solar	Emissividade de onda longa
Isolamento térmico	0,67	0,70	0,90



Os elementos transparentes da envoltória do APP são descritos pelo percentual da área destes elementos em relação à área de piso do APP. O percentual de elementos transparentes ( $P_{t,APP}$ ) deve ser calculado de acordo com a seguinte equação:

$$P_{t,APP} = 100 \cdot \frac{(A_{t,APP})}{(A_{p,APP})}$$

onde

$P_{t,APP}$  é o percentual de elementos transparentes na envoltória do APP, expresso em porcentagem (%);

$A_{t,APP}$  é a área de superfície dos elementos transparentes do APP, expressa em metros quadrados ( $m^2$ );

$A_{p,APP}$  é a área de piso do APP, expressa em metros quadrados ( $m^2$ ).

A área de piso do APP ( $A_{p,APP}$ ) deve considerar todo o ambiente delimitado por este APP. Em espaços internos integrados, sem a presença de divisões por paredes ou portas, deve-se considerar a soma das áreas de piso desses espaços, resultando na área de piso do ambiente. Podem ser considerados espaços integrados: salas e cozinhas conjugadas, salas com corredor ou *hall* de entrada, ou condições similares, desde que em um único ambiente.

Para os APP com duas ou mais aberturas com elementos transparentes, o valor de  $A_{t,APP}$  equivale ao somatório das áreas de superfície dos elementos transparentes das aberturas.

A representação dos elementos transparentes da edificação no modelo de referência deve ser realizada a partir do redimensionamento das áreas destes elementos, de modo a atender ao especificado para o percentual de elementos transparentes ( $P_{t,APP}$ ) da Tabela 10. O posicionamento dos elementos transparentes do modelo de referência deve respeitar os mesmos centros geométricos dos respectivos elementos transparentes do modelo real.

Caso a envoltória do APP possua dois ou mais elementos transparentes, o redimensionamento destes elementos, para o modelo de referência, deve ser realizado de forma proporcional às suas áreas reais, respeitando a especificação do  $P_{t,APP}$  na Tabela 10.

Após o redimensionamento dos elementos transparentes no modelo de referência, deve ser considerada uma abertura para ventilação de 45 % para cada elemento. A multiplicação do  $P_{t,APP}$ , na condição de referência, pelo fator de ventilação (FV) de 45 % deve levar ao percentual de abertura para ventilação ( $P_{v,APP}$ ) estabelecido na Tabela 11. O percentual de abertura para ventilação ( $P_{v,APP}$ ) deve ser calculado pela seguinte equação:

$$P_{v,APP} = 100 \cdot \frac{(A_{v,APP})}{(A_{p,APP})}$$

onde

$P_{v,APP}$  é o percentual de abertura para ventilação do APP, expresso em porcentagem (%);

$A_{v,APP}$  é a área efetiva de abertura para ventilação do APP, expressa em metros quadrados ( $m^2$ );

$A_{p,APP}$  é a área de piso do APP, expressa em metros quadrados ( $m^2$ ).





Para o cálculo da área efetiva de abertura para ventilação do APP, devem ser consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, de vidros e de qualquer outro obstáculo.

No cálculo da área efetiva de abertura para ventilação do APP, não podem ser consideradas as áreas de portas internas.

Quando o APP possuir portas balcão ou semelhantes, com elementos transparentes e fixadas na parede externa, toda a área de abertura resultante do deslocamento da folha móvel da porta deve ser considerada.

A modelagem da forma de abertura (pivotante, de correr, entre outras) de janelas e portas deve ser considerada igualmente para o modelo real e para o modelo de referência, respeitando os limites descritos para a condição de referência.

Nas portas externas, constituídas por elementos transparentes e pertencentes aos APP, devem-se utilizar os percentuais descritos na Tabela 10 para modelar a abertura na condição de referência, mesmo que as suas proporções finais resultem em dimensões incompatíveis com as de uma porta usual.

As portas constituídas exclusivamente por elementos opacos devem apresentar a mesma geometria e as propriedades térmicas das portas do modelo real. A existência de outras aberturas para a ventilação do APP, como grelhas e chaminés, deve ser considerada apenas no modelo real.

No modelo de referência, o fator solar e a transmitância térmica dos elementos transparentes do APP devem ser considerados com os valores da Tabela 10. O modelo de referência deve preservar o  $P_{t,APP}$  da Tabela 10 e modelar os perfis da esquadria ao redor de cada elemento transparente, considerando as características da Tabela 12. A esquadria deve ser representada por uma única folha, considerando somente montantes e travessas adjacentes ao vão de abertura. Definições dos tipos de esquadrias e de suas partes devem ser verificadas na ABNT NBR 10821-1.

**Tabela 10 – Características dos elementos transparentes nas esquadrias para o modelo de referência**

Elemento	Fator solar (FS)	Transmitância térmica ( $U_t$ ) W/(m <sup>2</sup> .K)	Percentual de elementos transparentes ( $P_{t,APP}$ ) %
Elementos transparentes	0,87	5,70	17,00

**Tabela 11 – Percentual de abertura para ventilação nas esquadrias para o modelo de referência**

Elemento	Percentual de abertura para ventilação ( $P_{v,APP}$ ) %
Abertura para ventilação	7,65

**Tabela 12 – Características dos perfis das esquadrias para o modelo de referência**

Elemento	Absortância à radiação solar dos perfis	Emissividade de onda longa dos perfis	Condutância térmica $W/(m^2.K)$	Largura dos perfis da esquadria mm
Perfis das esquadrias	0,58	0,90	56,00	50,00

O percentual de elementos transparentes, percentual de abertura para ventilação, transmitância térmica e fator solar dos elementos transparentes de ambientes de permanência transitória (APT) devem ser modelados da mesma maneira para o modelo real e para o modelo de referência, considerando as características do modelo real.

Os dados de entrada não mencionados nesta subseção devem ser modelados da mesma maneira para o modelo real e para o modelo de referência, respeitando as características do modelo real.

#### 11.4.7.3 Modelagem da ocupação e das cargas internas

A modelagem da edificação deve considerar a ocorrência de cargas internas por meio da ocupação dos usuários nos APP e do uso de iluminação artificial e de equipamentos. A modelagem da ocupação e das cargas internas deve ser realizada igualmente para o modelo real e para o modelo de referência, conforme os padrões de uso estabelecidos nas Tabelas 13 a 17.

O padrão de ocupação de salas e dormitórios, o calor dissipado por cada ocupante e a sua fração radiante devem ser os mesmos para todos os dias do ano, incluindo finais de semana, conforme os valores apresentados nas Tabelas 13 e 14.

Quando um APP for utilizado como sala e como dormitório (por exemplo, quitinetes, *lofts* e similares), este deve ser modelado considerando o uso misto. Nos APP com uso misto, o padrão de ocupação corresponde à união, dentro do mesmo modelo de simulação, dos períodos ocupados em ambientes do tipo sala e do tipo dormitório (ver Tabela 13), considerando duas taxas metabólicas que dependem do horário (ver Tabela 14). O APP com uso misto também considera a utilização da iluminação artificial conforme as Tabelas 15 e 16, assim como considera o uso de equipamentos (ver Tabela 17).

**Tabela 13 – Padrões de ocupação diários dos APP (continua)**

Horário	Ocupação		
	Dormitório %	Sala %	Uso misto %
00:00 – 00:59	100	0	100
01:00 – 01:59	100	0	100
02:00 – 02:59	100	0	100
03:00 – 03:59	100	0	100
04:00 – 04:59	100	0	100
05:00 – 05:59	100	0	100
06:00 – 06:59	100	0	100





Tabela 13 (conclusão)

Horário	Ocupação		
	Dormitório %	Sala %	Uso misto %
07:00 – 07:59	100	0	100
08:00 – 08:59	0	0	0
09:00 – 09:59	0	0	0
10:00 – 10:59	0	0	0
11:00 – 11:59	0	0	0
12:00 – 12:59	0	0	0
13:00 – 13:59	0	0	0
14:00 – 14:59	0	50	50
15:00 – 15:59	0	50	50
16:00 – 16:59	0	50	50
17:00 – 17:59	0	50	50
18:00 – 18:59	0	100	100
19:00 – 19:59	0	100	100
20:00 – 20:59	0	100	100
21:00 – 21:59	0	100	100
22:00 – 22:59	100	0	100
23:00 – 23:59	100	0	100

NOTA 1 Considerar a quantidade de dois ocupantes (100 % da ocupação) por dormitório existente na edificação, excluindo-se as dependências de empregados.

NOTA 2 O valor total (100 %) de ocupantes da sala é determinado em função do número de dormitórios. Para cada dormitório, considerar dois ocupantes na sala, respeitando o limite máximo de quatro ocupantes. Na ocorrência de maior número de ocupantes, estes são desconsiderados no período de ocupação da sala, respeitando-se o limite de quatro ocupantes.

NOTA 3 Na condição de uso misto, o valor de ocupação igual a 100 % é equivalente a dois ocupantes no APP.



Tabela 14 – Taxa metabólica e fração radiante para os usuários

Ambiente	Período de uso	Atividade realizada	Calor produzido por área de superfície corporal W/m <sup>2</sup>	Calor produzido por uma pessoa com 1,80 m <sup>2</sup> de área de superfície corporal W	Fração radiante
Dormitório	00:00 – 07:59 e 22:00 – 23:59	Dormindo ou descansando	45	81	0,30
Sala	14:00 – 21:59	Sentado ou assistindo TV	60	108	0,30
Uso misto	00:00 – 07:59 e 22:00 – 23:59	Dormindo ou descansando	45	81	0,30
	14:00 – 21:59	Sentado ou assistindo TV	60	108	0,30

O padrão de uso do sistema de iluminação artificial deve ser o mesmo para todos os dias do ano, incluindo finais de semana, conforme os valores apresentados na Tabela 15. O valor de densidade de potência instalada de iluminação (DPI) e os valores de fração radiante e visível devem estar de acordo com a Tabela 16.

Tabela 15 – Padrões de uso do sistema de iluminação artificial dos APP (continua)

Horário	Iluminação		
	Dormitório %	Sala %	Uso misto %
00:00 – 00:59	0	0	0
01:00 – 01:59	0	0	0
02:00 – 02:59	0	0	0
03:00 – 03:59	0	0	0
04:00 – 04:59	0	0	0
05:00 – 05:59	0	0	0
06:00 – 06:59	100	0	100
07:00 – 07:59	100	0	100
08:00 – 08:59	0	0	0
09:00 – 09:59	0	0	0
10:00 – 10:59	0	0	0
11:00 – 11:59	0	0	0
12:00 – 12:59	0	0	0

**Tabela 15** (conclusão)

Horário	Iluminação		
	Dormitório %	Sala %	Uso misto %
13:00 – 13:59	0	0	0
14:00 – 14:59	0	0	0
15:00 – 15:59	0	0	0
16:00 – 16:59	0	100	100
17:00 – 17:59	0	100	100
18:00 – 18:59	0	100	100
19:00 – 19:59	0	100	100
20:00 – 20:59	0	100	100
21:00 – 21:59	0	100	100
22:00 – 22:59	100	0	100
23:00 – 23:59	100	0	100

**Tabela 16 – Densidade de potência instalada, fração radiante e fração visível para o sistema de iluminação**

Ambiente	DPI W/m <sup>2</sup>	Fração radiante	Fração visível
Dormitório	5,00	0,32	0,23
Sala	5,00	0,32	0,23
Uso misto	5,00	0,32	0,23

A carga interna dos equipamentos deve ser adicionada apenas nos APP referentes às salas, ou quando considerados de uso misto, conforme o período de uso. Os valores de densidade de cargas internas e da fração radiante são apresentados na Tabela 17. O padrão de uso de equipamentos deve ser considerado para todos os dias do ano, incluindo finais de semana.

**Tabela 17 – Período de uso, densidade de cargas internas e fração radiante para equipamentos dos APP**

Ambiente	Período de uso	Potência W	Fração radiante
Sala	14:00 – 21:59	120	0,30
Uso misto	14:00 – 21:59	120	0,30

#### 11.4.7.4 Modelagem com e sem o uso da ventilação natural

O modelo real e o modelo de referência podem ser simulados com duas maneiras de utilização dos APP:

- com o uso da ventilação natural, para a determinação do  $PHFT_{UH}$  e das temperaturas operativas anuais máxima ( $Tomáx_{UH}$ ) e mínima ( $Tomín_{UH}$ ), necessários para as avaliações de todos os níveis de desempenho térmico;
- sem o uso da ventilação natural, para o cálculo das cargas térmicas anuais de refrigeração ( $CgTR_{UH}$ ) e de aquecimento ( $CgTA_{UH}$ ), necessárias para as avaliações dos níveis de desempenho térmico intermediário e superior.

Para o modelo simulado com o uso da ventilação natural, deve-se permitir a abertura das janelas apenas quando o APP estiver ocupado, e de acordo com dois critérios de temperatura:

- quando a temperatura de bulbo seco interna do APP for igual ou superior a 19 °C; e
- quando a temperatura de bulbo seco interna for superior à temperatura de bulbo seco externa.

As janelas dos APP devem considerar a infiltração por frestas, quando fechadas, adotando-se os coeficientes da Tabela 18. O modelo real pode adotar valores relativos às esquadrias estabelecidas em projeto, para os parâmetros da Tabela 18, quando estes forem disponibilizados pelo fabricante.

As janelas dos ambientes de permanência transitória (APT), com exceção dos banheiros, são consideradas fechadas e com infiltração por frestas, durante todo o ano, de acordo com a Tabela 18. Para os APT destinados a banheiros, devem-se considerar as janelas sempre abertas, com percentual de abertura para ventilação igual ao estabelecido em projeto.

**Tabela 18 – Descrição dos parâmetros da ventilação natural para portas e janelas nos APP e APT**

Parâmetros	Portas	Janelas
Coeficiente de fluxo de ar por frestas, quando a abertura está fechada kg/(s.m)	0,002 4	0,000 63
Expoente de fluxo de ar por frestas quando a abertura está fechada (adimensional)	0,59	0,63
Coeficiente de descarga ( $C_d$ ) da abertura (adimensional)	0,60	0,60

As portas internas dos modelos simulados com o uso da ventilação natural devem ser consideradas abertas entre os APP e os APT, com exceção de portas de banheiros, que devem ser consideradas sempre fechadas. As portas externas devem ser consideradas fechadas e com infiltração por frestas, durante todo o ano, de acordo com a Tabela 18. Portas externas de sacadas, que sejam constituídas por elementos transparentes, devem seguir a mesma operação das janelas. Portas externas de varandas e de áreas de serviço podem adotar a operação das janelas, caso não representem a porta de acesso principal da unidade habitacional. Portas externas de varandas e de sacadas devem adotar parâmetros de ventilação iguais aos das demais portas.

Os valores adotados para os coeficientes de pressão nas aberturas da envoltória da edificação devem ser os mesmos para o modelo real e para o modelo de referência.

Os modelos simulados sem o uso da ventilação natural devem manter todas as portas e janelas fechadas durante todo o ano, com exceção da janela do banheiro, que deve ser mantida aberta. Nessas portas e janelas devem ser utilizados os mesmos coeficientes de infiltração utilizados para o modelo com o uso da ventilação natural.

Os modelos simulados sem o uso da ventilação natural devem utilizar, nos APP, um sistema de cálculo da carga térmica de refrigeração que seja considerado ideal, ou seja, que opere sem perdas de energia na retirada de calor do APP. O cálculo da carga térmica de refrigeração deve possuir temperatura de *setpoint* de 23 °C, com acionamento somente nos períodos em que o APP estiver ocupado. Em climas compreendidos pelo Intervalo 1 da Tabela 2, além de adotada a refrigeração dos APP, o mesmo sistema ideal de cálculo de carga térmica também deve ser considerado para o aquecimento. Este sistema deve considerar temperatura de *setpoint* de aquecimento igual a 21 °C, com acionamento condicionado à ocorrência de ocupação do APP. O cálculo da carga térmica deve ser equivalente à soma das cargas térmicas sensíveis e latentes.

Quando incluídas venezianas no projeto da edificação, estas devem ser inseridas apenas no modelo real, considerando os modelos com e sem o uso da ventilação natural. A operação das venezianas deve permitir proteger ou expor os elementos transparentes aos quais estão vinculadas, por meio do seu fechamento ou abertura, respectivamente. Nos APT, quando existentes, as venezianas devem ser consideradas sempre fechadas, enquanto nos APP devem ser considerados os seguintes critérios:

- a) as venezianas devem abrir quando a temperatura externa de bulbo seco for menor ou igual a 26 °C;
- b) as venezianas devem fechar quando a temperatura externa de bulbo seco for maior que 26 °C.

#### 11.4.7.5 Dados de saída dos modelos simulados com e sem o uso de ventilação natural

Os dados de saída da simulação devem ser solicitados a cada hora, para todos os modelos analisados, apresentando um total de 8 760 valores para cada variável.

O modelo com o uso da ventilação natural deve solicitar, como variável de saída, a temperatura operativa horária de cada APP da edificação. A partir desta variável deve-se calcular, para cada APP, o PHFT<sub>APP</sub>, conforme a seguinte equação:

$$\text{PHFT}_{\text{APP}} = \frac{\text{Nh}_{\text{FT}}}{\text{Nh}_{\text{Ocup}}} \cdot 100$$

onde

- PHFT<sub>APP</sub> é o percentual de horas de ocupação do APP dentro da faixa de temperatura operativa, expresso em porcentagem (%);
- Nh<sub>FT</sub> é o número de horas em que o APP se encontra ocupado e com temperaturas operativas dentro da faixa de temperatura operativa, estabelecida na Tabela 3, ao longo do ano;
- Nh<sub>Ocup</sub> é o número de horas em que o APP é ocupado ao longo do ano, equivalente a 2 920 h para salas e 3 650 h para dormitórios.

O PHFT<sub>APP</sub> deve ser calculado, separadamente, para todos os APP do modelo real e do modelo de referência. Deve-se considerar o arredondamento destes valores, adotando uma casa decimal.

O modelo com o uso da ventilação natural deve identificar o valor de temperatura operativa máxima de cada APP ( $Tomáx_{APP}$ ), durante o seu respectivo período de ocupação. Nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3 ou 4, também deve-se identificar o valor de temperatura operativa anual mínima de cada APP ( $Tomín_{APP}$ ), durante o seu respectivo período de ocupação. Deve-se considerar o arredondamento dos valores de  $Tomáx_{APP}$  e  $Tomín_{APP}$ , adotando uma casa decimal.

O modelo sem ventilação natural deve solicitar, como variável de saída horária, as cargas térmicas de refrigeração para cada APP da edificação. Deve ser realizado o somatório anual dos valores de carga térmica de refrigeração ( $CgTR_{APP}$ ), do modelo sem ventilação natural, para os horários que atenderem às seguintes condições:

- a) o APP encontra-se com ocupação;
- b) a temperatura operativa do APP, no modelo com ventilação natural, encontra-se dentro dos limites de temperaturas operativas estabelecidas na Tabela 5.

O mesmo procedimento deve ser adotado para o somatório anual da carga térmica de aquecimento ( $CgTA_{APP}$ ), considerada apenas para as edificações localizadas em climas do Intervalo 1, conforme a Tabela 2.

A Figura 3 ilustra a análise horária a ser desenvolvida, a partir dos dados de saída dos modelos com e sem ventilação natural, para o cálculo do  $PHFT_{APP}$ , da  $CgTR_{APP}$  e da  $CgTA_{APP}$ . Este processo deve ser adotado para todos os APP da UH.

Hora do ano	Horário	Ocupação do APP	Modelo <b>com</b> o uso da ventilação natural		Modelo <b>sem</b> o uso da ventilação natural	
			$To_{APP}$	$PHFT_{APP}$	$CgTR_{APP}$	$CgTA_{APP}$
1	00:00 – 00:59	Sim	$18^{\circ}\text{C} < To < 26^{\circ}\text{C}$	<b>Sim</b>	Não	Não
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
6	05:00 – 05:59	Sim	$To \geq 26^{\circ}\text{C}$	Não	<b>Sim</b>	Não
7	06:00 – 06:59	Sim	$To \geq 26^{\circ}\text{C}$	Não	<b>Sim</b>	Não
8	07:00 – 07:59	Não	$To \geq 26^{\circ}\text{C}$	Não	Não	Não
9	08:00 – 08:59	Não	$To \geq 26^{\circ}\text{C}$	Não	Não	Não
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4345	00:00 – 00:59	Sim	$To \leq 18^{\circ}\text{C}$	Não	Não	<b>Sim</b>
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
8760	23:00 – 23:59	Sim	$18^{\circ}\text{C} < To < 26^{\circ}\text{C}$	<b>Sim</b>	Não	Não

**Figura 3 – Ilustração esquemática da análise horária dos dados de saída dos modelos com e sem o uso da ventilação natural, para o cálculo do  $PHFT_{APP}$ , da  $CgTR_{APP}$  e da  $CgTA_{APP}$**

#### 11.4.7.6 Determinação do percentual de horas de ocupação da UH dentro da faixa de temperatura operativa (PHFT<sub>UH</sub>)

Deve ser calculado o PHFT<sub>UH</sub> do modelo real e do modelo de referência pela seguinte equação:

$$\text{PHFT}_{\text{UH}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{PHFT}_{\text{APP},i}}{n}$$

onde

PHFT<sub>UH</sub> é o percentual de horas de ocupação da UH dentro da faixa de temperatura operativa, expresso em porcentagem (%);

PHFT<sub>APP,i</sub> é o percentual de horas de ocupação do APP *i* dentro da faixa de temperatura operativa, expresso em porcentagem (%);

*n* é o número de ambientes de permanência prolongada da UH.

#### 11.4.7.7 Determinação das temperaturas operativas anuais máxima (Tomáx<sub>UH</sub>) e mínima (Tomín<sub>UH</sub>) da UH

Deve ser determinada a temperatura operativa anual máxima (Tomáx<sub>UH</sub>) da UH, dentro dos períodos de ocupação, a partir da comparação da Tomáx<sub>APP</sub> de cada APP desta UH, adotando-se o maior valor entre os APP.

Deve ser determinada a temperatura operativa anual mínima (Tomín<sub>UH</sub>) da UH, dentro dos períodos de ocupação, a partir da comparação da Tomín<sub>APP</sub> de cada APP desta UH, adotando-se o menor valor entre os APP. A avaliação da Tomín<sub>UH</sub> deve ser realizada apenas para as edificações localizadas nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3 ou 4.

#### 11.4.7.8 Determinação da carga térmica total (CgTT<sub>UH</sub>) da UH

Deve-se calcular a carga térmica de refrigeração (CgTR<sub>UH</sub>) da UH, para os modelos real e de referência, pela seguinte equação:

$$\text{CgTR}_{\text{UH}} = \sum_{i=1}^n \text{CgTR}_{\text{APP},i}$$

onde

CgTR<sub>UH</sub> é a carga térmica de refrigeração da UH, expressa em quilowatts-hora por ano (kWh/ano);

CgTR<sub>APP,i</sub> é a carga térmica de refrigeração do APP *i*, expressa em quilowatts-hora por ano (kWh/ano);

*n* é o número de ambientes de permanência prolongada da UH.



Para os climas compreendidos pelo Intervalo 1 da Tabela 2, a carga térmica de aquecimento ( $CgTA_{UH}$ ) da UH, para o modelo real e para o modelo de referência, deve ser calculada pela seguinte equação:

$$CgTA_{UH} = \sum_{i=1}^n CgTA_{APP,i}$$

onde

$CgTA_{UH}$  é a carga térmica de aquecimento da UH, expressa em quilowatts-hora por ano (kWh/ano);

$CgTA_{APP,i}$  é a carga térmica de aquecimento do APP  $i$ , expressa em quilowatts-hora por ano (kWh/ano);

$n$  é o número de ambientes de permanência prolongada da UH.

A carga térmica total ( $CgTT_{UH}$ ) da UH deve ser obtida conforme as equações a seguir.

Para o Intervalo 1 da Tabela 2:

$$CgTT_{UH} = CgTR_{UH} + CgTA_{UH}$$

Para os Intervalos 2 e 3 da Tabela 2:

$$CgTT_{UH} = CgTR_{UH}$$

onde

$CgTT_{UH}$  é a carga térmica total da UH, expressa em quilowatts-hora por ano (kWh/ano).

#### 11.4.7.9 Níveis de desempenho térmico intermediário e superior

O atendimento aos critérios estabelecidos para os níveis de desempenho térmico intermediário e superior é de caráter não obrigatório. A avaliação destes níveis baseia-se na capacidade de incremento do  $PHFT_{UH,real}$  ( $\Delta PHFT$ ) e de redução da carga térmica total ( $RedCgTT$ ) do modelo real em relação ao modelo de referência. O  $\Delta PHFT$  e a  $RedCgTT$  são analisados em comparação com os valores mínimos estabelecidos, determinados como  $\Delta PHFT_{mín}$  e  $RedCgTT_{mín}$ , conforme a Tabela 19. Assim como na análise de desempenho mínimo, o critério de temperaturas operativas anuais máxima ( $Tomáx_{UH}$ ) e mínima ( $Tomín_{UH}$ ) também deve ser atendido para a obtenção dos níveis intermediário e superior.

O incremento do  $PHFT_{UH,real}$  do modelo real em relação ao  $PHFT_{UH,ref}$  do modelo de referência é determinado pela seguinte equação:

$$\Delta PHFT = PHFT_{UH,real} - PHFT_{UH,ref}$$

onde

$\Delta PHFT$  é o incremento do  $PHFT_{UH,real}$  em relação ao  $PHFT_{UH,ref}$ , expresso em porcentagem (%);

$PHFT_{UH,real}$  é o percentual de horas de ocupação da UH no modelo real dentro da faixa de temperatura operativa, expresso em porcentagem (%);

$PHFT_{UH,ref}$  é o percentual de horas de ocupação da UH no modelo de referência dentro da faixa de temperatura operativa, expresso em porcentagem (%).



A redução da  $CgTT_{UH,real}$  do modelo real em relação à  $CgTT_{UH,ref}$  do modelo de referência é dada pela seguinte equação:

$$RedCgTT = \left[ 1 - \frac{(CgTT_{UH,real})}{(CgTT_{UH,ref})} \right] \cdot 100$$

onde

**RedCgTT** é a redução da carga térmica total da UH no modelo real em relação ao modelo de referência, expressa em porcentagem (%);

**$CgTT_{UH,real}$**  é a carga térmica total da UH no modelo real, expressa em quilowatts-hora por ano (kWh/ano);

**$CgTT_{UH,ref}$**  é a carga térmica total da UH no modelo de referência, expressa em quilowatts-hora por ano (kWh/ano).

Os valores de  $\Delta PHFT_{mín}$  e  $RedCgTT_{mín}$  são apresentados na Tabela 20, para o nível intermediário, e na Tabela 21, para o nível superior. As Tabelas 20 e 21 devem ser analisadas a partir dos valores de  $PHFT_{UH,ref}$  e de  $CgTT_{UH,ref}$  do modelo de referência.

**Tabela 19 – Critérios para o atendimento dos níveis de desempenho térmico intermediário e superior**

Nível de desempenho	Critérios
Intermediário (I)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín}^a$ , $Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx$ , $Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín$ e $RedCgTT \geq RedCgTT_{mín}^b$
Superior (S)	$\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín}$ , $Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx$ , $Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín$ e $RedCgTT \geq RedCgTT_{mín}$
<p><sup>a</sup> <math>\Delta PHFT_{mín}</math> é obtido pela Tabela 20, para o nível intermediário, e pela Tabela 21, para o nível superior.</p> <p><sup>b</sup> <math>RedCgTT_{mín}</math> é obtido pela Tabela 20, para o nível intermediário, e pela Tabela 21, para o nível superior.</p> <p>Deve-se adotar <math>\Delta Tomáx</math> igual a 2 °C para as UH unifamiliares e UH em edificações multifamiliares localizadas no pavimento de cobertura. Para as UH em edificações multifamiliares localizadas nos pavimentos térreo ou tipo, deve-se adotar <math>\Delta Tomáx</math> igual a 1 °C.</p> <p>Deve-se adotar <math>\Delta Tomín</math> igual a 1 °C para todas as UH avaliadas.</p>	

Para a obtenção do nível intermediário, o incremento do  $PHFT_{UH}$  do modelo real ( $\Delta PHFT$ ) deve atender ao incremento mínimo ( $\Delta PHFT_{mín}$ ), determinado na Tabela 20.

A obtenção do nível intermediário também está condicionada a um critério de carga térmica, delimitado por um percentual mínimo de redução da carga térmica total ( $RedCgTT_{mín}$ ). Para um modelo de referência com  $PHFT_{UH,ref}$  inferior a 70 %, a  $RedCgTT_{mín}$  é igual a zero, ou seja, a  $CgTT_{UH,real}$  do modelo real deve ser menor ou igual à  $CgTT_{UH,ref}$  do modelo de referência. Se o modelo de referência possuir  $PHFT_{UH,ref}$  igual ou superior a 70 %, o modelo real deve obter redução da  $CgTT_{UH,real}$  ( $RedCgTT$ ), de modo a atender à  $RedCgTT_{mín}$ , estabelecida na Tabela 20.

A avaliação do nível de desempenho térmico superior é realizada com base no incremento do  $PHFT_{UH,real}$  ( $\Delta PHFT$ ) e na redução da carga térmica total ( $RedCgTT$ ), que devem atender aos limites estabelecidos pela Tabela 21.

**Tabela 20 – Incremento mínimo do  $PHFT_{UH,real}$  e redução mínima da  $CgTT_{UH,real}$  para o atendimento ao nível de desempenho térmico intermediário**

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

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

Critério		Tipologia			
		Unifamiliar	Multifamiliar		
		–	Pavimento térreo	Pavimento tipo	Pavimento cobertura
$PHFT_{UH,ref}$ %	$CgTT_{UH,ref} / A_{p,UH}$ kWh / (ano.m <sup>2</sup> )	$\Delta PHFT_{min}$ %			
$PHFT_{UH,ref} < 70\%$	Todos os valores	Obtido a partir do ábaco ou das equações da Figura 4			
$PHFT_{UH,ref} \geq 70\%$	Todos os valores	0	0	0	0
$PHFT_{UH,ref}$ %	$CgTT_{UH,ref} / A_{p,UH}$ kWh / (ano.m <sup>2</sup> )	$RedCgTT_{min}$ %			

**Tabela 21** (conclusão)

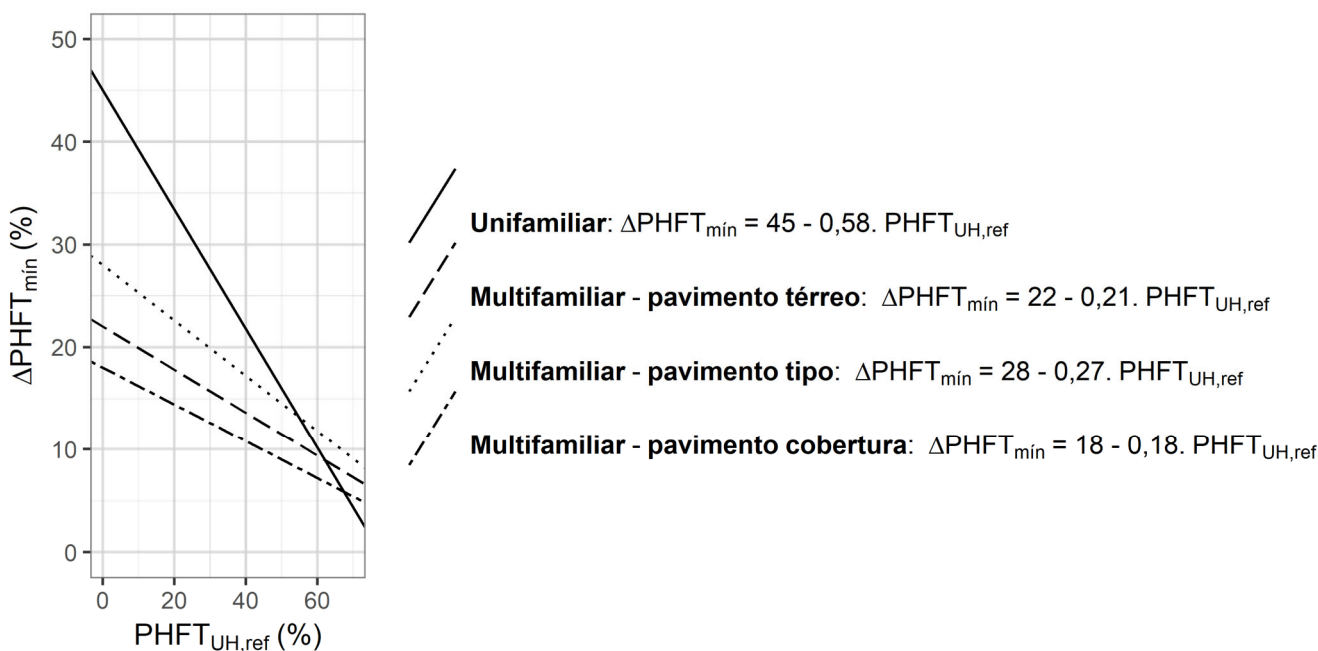
Critério		Tipologia			
		Unifamiliar	Multifamiliar		
		—	Pavimento térreo	Pavimento tipo	Pavimento cobertura
Todos os valores	$CgTT_{UH,ref} / A_{p,UH} < 100$	35	30	45	30
	$CgTT_{UH,ref} / A_{p,UH} < 100$	55	40	50	40

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

Nas Tabelas 20 e 21, a  $CgTT_{UH,ref}$  deve ser analisada em relação à  $A_{p,UH}$ , que representa a soma das áreas de piso de todos os APP da UH ( $A_{p,APP}$ ), em metros quadrados.

A aplicação das Tabelas 20 e 21 e da Figura 4, em edificações multifamiliares, deve considerar:

- os valores de  $\Delta PHFT_{mín}$  e  $RedCgTT_{mín}$  do pavimento térreo somente para as UH posicionadas em contato com o solo;
- as UH localizadas em pavimento térreo sobre pilotis, ou que possuam pavimentos no subsolo abaixo delas, devem considerar os valores de  $\Delta PHFT_{mín}$  e  $RedCgTT_{mín}$  do pavimento tipo;
- os valores de  $\Delta PHFT_{mín}$  e  $RedCgTT_{mín}$  do pavimento de cobertura para as UH localizadas no último andar da edificação, assim como em pavimentos tipo com cobertura parcialmente exposta.



**Figura 4** – Ábaco e equações para a obtenção do  $\Delta PHFT_{mín}$  quando o  $PHFT_{UH,ref}$  for menor ou igual a 70 %

Substituir por:

## Anexo A (informativo)

### Parâmetros informativos para a análise do desempenho térmico

#### A.1 Degradação da absorvência à radiação solar

O estabelecimento da curva de absorvência em relação ao tempo de exposição pode ser realizado de duas formas:

- por meio do estudo de produtos em uso, com inspeção sistemática de amostra representativa do estoque construído, em condições de exposição semelhantes ou relevantes para o edifício projetado; e
- por meio do estudo de envelhecimento natural de corpos de prova de pequenas dimensões do revestimento, aplicado sobre o substrato para o qual foi desenvolvido. Estes corpos de prova devem ser expostos em estações de envelhecimento natural, na inclinação de 45° Norte, em condições climáticas semelhantes às observadas no local de implantação do edifício projetado.

A Tabela A.1 apresenta os valores de absorvência à radiação solar, obtidos em corpos de prova de estudo realizado após três anos de degradação natural em campos de exposição no Brasil. A Tabela A.1 também demonstra o impacto da degradação da superfície na absorvência, obtida para uma dada superfície, bem como algumas possibilidades de tratamento do substrato ou recobrimento de superfície.

**Tabela A.1 – Absorvência à radiação solar da superfície após degradação por um período de três anos**

Absorvência à radiação solar inicial da superfície externa $\alpha_t = 0$	Absorvência à radiação solar da superfície externa após degradação de três anos $\alpha_t = 3$
0,1	0,33
0,2	0,39
0,3	0,45
0,4	0,52
0,5	0,58
0,6	0,65
0,7	0,72
0,8	0,79
0,9	0,86

Para ilustrar a degradação da absorvência, para os valores não especificados na Tabela A.1, o valor final da absorvência solar da superfície pode ser estimado pela seguinte equação:

$$\alpha_{t=3} = 0,07.(\alpha_{t=0})^2 + 0,59.\alpha_{t=0} + 0,27$$

onde

$\alpha_{t=3}$  é a absorvência à radiação solar da superfície externa após degradação de três anos (adimensional);

$\alpha_{t=0}$  é a absorvência à radiação solar inicial da superfície externa (adimensional);

t é o tempo de exposição da superfície, expresso em anos.

## A.2 Parâmetros informativos do procedimento de simulação computacional

Para uma análise complementar do desempenho térmico da habitação, de caráter informativo, são estabelecidos os seguintes parâmetros:

- percentual de horas de ocupação com temperaturas superiores à faixa de temperatura operativa (PHsFT);
- percentual de horas de ocupação com temperaturas inferiores à faixa de temperatura operativa (PHiFT).

O PHsFT<sub>APP</sub> representa a fração de horas, ao longo do ano, em que o APP encontra-se ocupado e com temperaturas operativas superiores às estabelecidas pela faixa de temperaturas da Tabela 3. O PHsFT<sub>APP</sub> é determinado pela seguinte equação:

$$\text{PHsFT}_{\text{APP}} = \frac{\text{Nh}_{\text{sFT}}}{\text{Nh}_{\text{Ocup}}} \cdot 100$$

onde

PHsFT<sub>APP</sub> é o percentual de horas de ocupação do APP com temperaturas superiores à faixa de temperatura operativa da Tabela 3;

Nh<sub>sFT</sub> é o número de horas em que o APP encontra-se ocupado e com temperaturas superiores à faixa de temperatura operativa, estabelecida na Tabela 3, ao longo do ano;

Nh<sub>Ocup</sub> é o número de horas em que o APP é ocupado ao longo do ano, equivalente a 2 920 h para salas e a 3 650 h para dormitórios.

O  $PHiFT_{APP}$  representa a fração de horas, ao longo do ano, em que o APP encontra-se ocupado e com temperaturas operativas inferiores às estabelecidas pela faixa de temperaturas da Tabela 3. O  $PHiFT_{APP}$  pode ser calculado apenas para os climas que se enquadrarem no Intervalo 1, com média anual da temperatura externa de bulbo seco ( $TBS_m$ ) inferior a 25 °C. Nestes casos, o  $PHiFT_{APP}$  representa o percentual de horas de ocupação em que o APP apresentou temperaturas operativas iguais ou inferiores a 18 °C. O  $PHiFT_{APP}$  é determinado pela seguinte equação:

$$PHiFT_{APP} = \frac{N_{h_{IFT}}}{N_{h_{Ocup}}} \cdot 100$$

onde

$PHiFT_{APP}$  é o percentual de horas de ocupação do APP com temperaturas inferiores à faixa de temperatura operativa da Tabela 3;

$N_{h_{IFT}}$  é o número de horas em que o APP encontra-se ocupado e com temperaturas inferiores à faixa de temperatura operativa, estabelecida na Tabela 3, ao longo do ano;

$N_{h_{Ocup}}$  é o número de horas em que o APP é ocupado ao longo do ano, equivalente a 2 920 h para salas e a 3 650 h para dormitórios.

O  $PHsFT_{UH}$  e o  $PHiFT_{UH}$  da unidade habitacional devem ser obtidos por meio da média aritmética dos valores de  $PHsFT_{APP}$  e  $PHiFT_{APP}$  de todos os APP da UH, respectivamente.

### A.3 Diagnóstico de desempenho térmico da unidade habitacional de acordo com o procedimento de simulação computacional

A Tabela A.2 indica o diagnóstico de desempenho térmico da unidade habitacional segundo o procedimento de simulação computacional.

**Tabela A.2 – Diagnóstico de desempenho térmico segundo o procedimento de simulação computacional**

Características da unidade habitacional (UH)				
Tipologia	Identificação da UH	Número de APP	Superfícies expostas	
( ) Unifamiliar ( ) Multifamiliar			( ) Fachada Norte	( ) Fachada Oeste
	Pavimento	$A_{p,UH}$ m <sup>2</sup>	( ) Fachada Leste	( ) Cobertura
			( ) Fachada Sul	( ) Piso
Características dos ambientes de permanência prolongada (APP)				
Número do APP	1	2	3	
Tipo de uso	( ) Sala ( ) Dormitório	( ) Sala ( ) Dormitório	( ) Sala ( ) Dormitório	
$A_{p,APP}$ (m <sup>2</sup> )				



Diagnóstico de desempenho térmico dos APP				
Modelo real				
Número do APP	1	2	3	
PHFT <sub>APP</sub> (%)				
Tomáx <sub>APP</sub> (°C)				
Tomín <sub>APP</sub> (°C)				
CgTR <sub>APP</sub> (kWh/ano)				
CgTA <sub>APP</sub> (kWh/ano)				
CgTT <sub>APP</sub> (kWh/ano)				
Modelo de referência				
Número do APP	1	2	3	
PHFT <sub>APP</sub> (%)				
Tomáx <sub>APP</sub> (°C)				
Tomín <sub>APP</sub> (°C)				
CgTR <sub>APP</sub> (kWh/ano)				
CgTA <sub>APP</sub> (kWh/ano)				
CgTT <sub>APP</sub> (kWh/ano)				

Diagnóstico de desempenho térmico da UH				
	Modelo real	Modelo de referência	Atendimento do nível mínimo	
PHFT <sub>UH</sub> (%)			( ) Sim	( ) Não
Tomáx <sub>UH</sub> (°C)			( ) Sim	( ) Não
Tomín <sub>UH</sub> (°C)			( ) Sim	( ) Não
CgTR <sub>UH</sub> (kWh/ano)			Não se aplica	
CgTA <sub>UH</sub> (kWh/ano)			Não se aplica	
CgTT <sub>UH</sub> (kWh/ano)			Não se aplica	
CgTT <sub>UH</sub> /A <sub>p, UH</sub> (kWh/(ano.m <sup>2</sup> ))			Não se aplica	





Diagnóstico do nível de desempenho térmico da UH				
Nível Intermediário				
<b>Critério:</b> $\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{\min}$	$\Delta PHFT$ (%)	$\Delta PHFT_{\min}$ (%)	<b>Atendimento</b>	
			( ) Sim	( ) Não
<b>Critério:</b> $RedCgTT \geq RedCgTT_{\min}$	$RedCgTT$ (%)	$RedCgTT_{\min}$ (%)	<b>Atendimento</b>	
			( ) Sim	( ) Não
Nível Superior				
<b>Critério:</b> $\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{\min}$	$\Delta PHFT$ (%)	$\Delta PHFT_{\min}$ (%)	<b>Atendimento</b>	
			( ) Sim	( ) Não
<b>Critério:</b> $RedCgTT \geq RedCgTT_{\min}$	$RedCgTT$ (%)	$RedCgTT_{\min}$ (%)	<b>Atendimento</b>	
			( ) Sim	( ) Não
<b>Nível de desempenho térmico obtido pela UH</b>			<b>( ) Mínimo ( ) Intermediário ( ) Superior</b>	

Parâmetros informativos do desempenho térmico dos APP			
Modelo real			
<b>Número do APP</b>	1	2	3
$PHsFT_{APP}$ (%)			
$PHiFT_{APP}$ (%)			
Modelo de referência			
<b>Número do APP</b>	1	2	3
$PHsFT_{APP}$ (%)			
$PHiFT_{APP}$ (%)			

Parâmetros informativos do desempenho térmico da UH		
	Modelo real	Modelo de referência
$PHsFT_{UH}$ (%)		
$PHiFT_{UH}$ (%)		

Página 62, Seção E.2

Excluir Seção e renumerar as seguintes.



*Página 63, E.3.1, 1º parágrafo*

Substituir “Tabelas E.3 e E.4” por “Tabelas E.1 e E.2”.

*Página 63, E.3.1, Tabela E.3*

Renumerar “Tabela E.3” como “Tabela E.1”.

*Página 64, E.3.1, Tabela E.4*

Renumerar “Tabela E.4” como “Tabela E.2”.

*Página 64, E.3.2, 1º parágrafo*

Substituir “Tabela E.5” por “Tabela E.3”.

*Página 64, E.3.2, Tabela E.5*

Renumerar “Tabela E.5” como “Tabela E.3”.

*Página 65, E.5.2.1, 1º parágrafo*

Substituir “Tabela E.6” por “Tabela E.4”.

*Página 65, E.5.2.1, Tabela E.6*

Renumerar “Tabela E.6” como “Tabela E.4”.

*Página 66, E.5.2.4, 1º parágrafo*

Substituir “Tabela E.7” por “Tabela E.5”.

*Página 66, E.5.2.4, Tabela E.7*

Renumerar “Tabela E.7” como “Tabela E.5”.

*Página 66, E.5.2.5, 1º parágrafo*

Substituir “Tabela E.8” por “Tabela E.6”.

*Página 66, E.5.2.5, Tabela E.8*

Renumerar “Tabela E.8” como “Tabela E.6”.