

# INI RESIDENCIAL

Instrução Normativa do Inmetro para  
Edificações Residenciais

labEEE

 **CB3E**  
centro brasileiro de eficiência  
energética em edificações

  
**INMETRO**

 **PROCEL**  
PROGRAMA NACIONAL  
DE CONSERVAÇÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA

  
**Eletrobras**

MINISTÉRIO DE  
MINAS E ENERGIA



Com base na Portaria nº 309/2022 do INMETRO  
Versão Dezembro/2022

**SUMÁRIO**

|   |     |
|---|-----|
| 1. OBJETIVO .....   | 136 |
| 2. SIGLAS.....  | 136 |
| 3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES.....   | 137 |
| 4. DEFINIÇÕES.....  | 138 |
| 5. VISÃO GERAL.....   | 148 |
| 6. CONDIÇÕES PARA A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO da envoltória .....  | 149 |
| 6.1. Método prescritivo.....  | 149 |
| 6.2. Método simplificado .....  | 149 |
| 7. CONDIÇÕES DE ELEGIBILIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO A .....  | 151 |
| 7.1 Envoltória .....  | 151 |
| 7.1.1 Sistemas split .....  | 151 |
| 7.1.2 Sistemas centrais .....   | 152 |
| 7.2 Sistema de aquecimento de água .....  | 152 |
| 7.2.1 Automação do sistema de recirculação.....   | 152 |
| 7.2.2 Isolamento térmico das tubulações de distribuição e circuito de recirculação .....  | 152 |
| 7.2.3 Reservatório de água quente.....  | 153 |
| 8. PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES E UNIDADES HABITACIONAIS DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES PELOS MÉTODOS SIMPLIFICADO E DE SIMULAÇÃO..... | 153 |
| 8.1 Classificação da eficiência energética da unidade habitacional .....  | 154 |
| 8.2 Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais .....   | 157 |
| 8.2.1 Determinação da classificação de eficiência energética da envoltória .....  | 157 |
| 8.2.1.1 Percentual de horas de ocupação da UH dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT <sub>UH</sub> ) .....  | 158 |
| 8.2.1.2 Temperaturas operativas anuais máxima e mínima da UH (Tomáx <sub>UH</sub> e Tomín <sub>UH</sub> ).....  | 158 |
| 8.2.1.3 Carga térmica total da UH (CgTT <sub>UH</sub> ).....  | 159 |
| 8.2.1.4 Incremento mínimo do PHFT <sub>UH,real</sub> ( $\Delta$ PHFT <sub>mín</sub> ) e redução mínima da CgTT <sub>UH,real</sub> (RedCgTT <sub>mín</sub> ) .....   | 159 |
| 8.2.2 Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água .....  | 161 |
| 9. PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS ÁREAS DE USO COMUM.....   | 161 |
| 9.1 Classificação da eficiência energética das áreas de uso comum .....   | 162 |
| 9.2 Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais das AUC.....  | 165 |
| 9.2.1 Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de iluminação .....   | 165 |
| 9.2.2 Determinação da classificação de eficiência energética das bombas e/ou motobombas.....  | 166 |
| 9.2.3 Determinação da classificação de eficiência energética dos elevadores .....   | 166 |
| 9.2.4 Determinação da classificação de eficiência do sistema de condicionamento de ar.....  | 167 |
| 9.2.5 Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água .....  | 167 |
| ANEXO A – MÉTODO PRESCRITIVO .....  | 168 |
| A.1 Envoltória .....  | 168 |
| A.2 Consumo estimado de energia elétrica .....  | 168 |
| ANEXO B – MÉTODO SIMPLIFICADO .....   | 169 |
| ANEXO B.I – ENVOLTÓRIA .....  | 169 |
| B.I.1. Determinação do PHFT, Tomáx, Tomín, CgTR, CgTA e CgTT.....   | 169 |

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO B.II – SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR.....  | 169 |
| B.II.1. Determinação do consumo para refrigeração.....  | 170 |
| B.II.1.1 Com base no COP .....  | 170 |
| B.II.1.2 Com base no IDRS.....  | 170 |
| B.II.1.3 Com base no CSPF .....   | 171 |
| B.II.2 Determinação do consumo para aquecimento .....   | 171 |
| B.II.3 Filtragem e renovação de ar .....  | 172 |
| ANEXO B.III – SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA .....  | 172 |
| B.III.1 Determinação do percentual de redução do consumo de energia primária.....   | 172 |
| B.III.2 Determinação do consumo de energia para a demanda de água quente .....  | 173 |
| B.III.3 Considerações gerais.....   | 175 |
| B.III.4 Energia requerida para o atendimento da demanda de água quente .....  | 175 |
| B.III.5. Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de energia solar térmica ou que recuperam calor ..... | 177 |
| B.III.5.1. Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas recuperadores de calor .....                        | 177 |
| B.III.5.2 Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico.....                    | 177 |
| B.III.5.2.1 Energia mensal incidente sobre a superfície dos coletores .....   | 177 |
| B.III.5.2.2 Energia solar mensal absorvida pelos coletores .....  | 178 |
| B.III.5.2.3 Energia solar não aproveitada pelos coletores .....   | 178 |
| B.III.5.2.4. Fração solar mensal.....   | 179 |
| B.III.5.2.5. Energia para aquecimento solar de água .....   | 180 |
| B.III.6 Consumo de energia associado às perdas térmicas .....   | 180 |
| B.III.6.1. Perdas térmicas na tubulação provenientes do sistema de distribuição.....                                      | 180 |
| B.III.6.2 Perdas térmicas no sistema de recirculação .....  | 181 |
| B.III.6.3 Perdas térmicas do reservatório de água quente .....  | 181 |
| B.III.6.4 Condição de referência para o cálculo associado às perdas térmicas .....  | 182 |
| B.III.7 Eficiência dos equipamentos aquecedores de água .....   | 183 |
| C.1 Procedimento de avaliação.....  | 184 |
| ANEXO D – GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL.....   | 185 |
| ANEXO E – EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO .....  | 186 |
| E.1 Determinação do percentual de redução ou acréscimo da emissão de dióxido de carbono devido ao consumo energético..... | 186 |
| E.2 Determinação da emissão total de dióxido de carbono da edificação .....   | 186 |
| ANEXO F – USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES.....  | 188 |
| F.1 Determinação do percentual anual de redução no consumo de água potável .....  | 188 |
| F.2 Consumo de água da edificação na condição de referência .....   | 188 |
| F.3 Consumo de água da edificação na condição real .....  | 189 |
| F.4 Oferta de água não potável.....   | 190 |
| ANEXO G – ÁREAS DE USO COMUM DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES ou de condomínios de edificações residenciais.....            | 191 |
| G.I ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL.....  | 192 |
| G.I.1 Determinação do percentual de redução do consumo de iluminação .....  | 193 |
| G.I.2 Determinação do consumo de iluminação na condição de referência .....   | 193 |
| G.I.3 Determinação da potência de iluminação limite para a condição de referência.....                                    | 193 |
| G.I.4 Determinação do consumo de iluminação na condição real .....  | 194 |
| G.I.5 Cálculo da potência de iluminação total da AUC na condição real .....   | 195 |
| G.I.6 Cálculo da potência de iluminação em uso .....  | 195 |
| G.II BOMBAS E/OU MOTOBOMBAS .....   | 196 |

|  |     |
|--|-----|
| G.II.1 Determinação do consumo de energia para a demanda de bombas e/ou motobombas na condição real                | 196 |
| G.II.2 Determinação do consumo de energia para a demanda de bombas e/ou motobombas na condição de referência ..... | 197 |
| G.III ELEVADORES .....   | 198 |
| G.III.1 Determinação do consumo dos elevadores na condição real.....   | 198 |
| G.III.2 Determinação do consumo dos elevadores na condição de referência .....                                     | 199 |
| G.IV SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR .....  | 199 |
| G.IV.1 Determinação do consumo do sistema de condicionamento de ar na condição real .....                          | 199 |
| G.IV.2 Determinação do consumo do sistema de condicionamento de ar na condição de referência.....                  | 200 |
| G.V SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA.....  | 201 |
| G.VI GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL.....   | 202 |
| G.VII EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO.....  | 202 |
| G.VIII USO RACIONAL DE ÁGUA.....   | 202 |



## ANEXO II – INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

### 1. OBJETIVO

Estabelecer os critérios e os métodos para classificação de edificações residenciais unifamiliares, unidades habitacionais de edificações multifamiliares, porções residenciais de edificações de uso misto e áreas comuns de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais, em projeto ou construídos, quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações.

### 2. SIGLAS

Para fins deste Anexo, são adotadas as siglas seguintes, além das citadas nos documentos complementares elencados no item 3.

|           |  |
|-----------|--|
| ABNT      | Associação Brasileira de Normas Técnicas   |
| ANSI      | <b>American National Standards Institute</b>                                     |
| APP       | Ambiente de Permanência Prolongada   |
| APT       | Ambiente de Permanência Transitória  |
| ASHRAE    | <b>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</b> |
| CEE       | Coeficiente de Eficiência Energética do sistema de condicionamento de ar         |
| $C_{EP}$  | Consumo de energia primária  |
| $C_{EE}$  | Consumo de energia elétrica  |
| $C_{ET}$  | Consumo de energia térmica   |
| $C_{gTA}$ | Carga térmica de aquecimento   |
| $C_{gTR}$ | Carga térmica de refrigeração  |
| $C_{gTT}$ | Carga térmica total  |
| $CO_2$    | Dióxido de carbono   |
| COP       | Coeficiente de Performance   |
| CSPF      | <b>Cooling Seasonal Performance Factor</b>                                       |
| DPE       | Densidade de Potência de Equipamentos em uso                                     |
| DPI       | Densidade de Potência de Iluminação  |
| $DPI_L$   | Densidade de Potência de Iluminação Limite                                       |
| EEP       | Edificação de Energia Positiva   |
| GLP       | Gás Liquefeito de Petróleo   |
| HIS       | Habitações de Interesse Social   |
| IDRS      | Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal                                     |
| INI       | Instrução Normativa Inmetro  |

|        |   |
|--------|---|
| INI-C  | Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas |
| INI-R  | Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais                       |
| NBR    | Norma Brasileira  |
| NZEB   | Edificação de Energia Quase Zero  |
| PBE    | Programa Brasileiro de Etiquetagem  |
| PHFT   | Percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa  |
| SAA    | Sistema de aquecimento de água  |
| SABESP | Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo   |
| SIN    | Sistema Interligado Nacional  |
| To     | Temperatura operativa   |
| UH     | Unidade Habitacional  |

### 3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para fins deste Anexo, são adotados os documentos complementares a seguir relacionados.

|                       |  |
|-----------------------|--|
| ABNT NBR 8160:1999    | Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução   |
| ABNT NBR 10821-1:2017 | Esquadrias para edificações – Parte 1: Esquadrias externas e internas – Terminologia   |
| ABNT NBR 15220-2:2022 | Desempenho térmico de edificações Parte 2: Componentes e elementos construtivos das edificações — Resistência e transmitância térmica — Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD) |
| ABNT NBR 15220-3:2005 | Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social                      |
| ABNT NBR 15527:2019   | Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos  |
| ABNT NBR 15575-1:2021 | Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais  |
| ABNT NBR 15575-4:2021 | Edificações habitacionais – Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE  |
| ABNT NBR 15575-5:2021 | Edificações habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas  |
| ABNT NBR 16655-1:2018 | Instalação de sistemas residenciais de ar-condicionado – Split e compacto Parte 1: Projeto e instalação  |
| ABNT NBR 16783:2019   | Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações  |
| ABNT NBR 16824:2020   | Sistemas de distribuição de água em edificações — Prevenção de legionelose — Princípios gerais e orientações   |

|   |   |
|---|---|
| ANSI/NFRC 200:2020                                  | <b>Procedure for Determining Fenestration Product Solar Heat Gain Coefficient and Visible Transmittance at Normal Incidence.</b>  |
| AS/NZS 3500.4: 2003                                 | <b>Plumbing and drainage - Part 4: Heated water services</b>  |
| BS EN 15316-3-2:2007                                | <b>Heating systems in buildings - Method for calculation of system energy requirements and system efficiencies. Part 3-2: Domestic hot water systems, generation</b>                  |
| Portaria INMETRO / ME nº 269 de 22 de junho de 2021 | Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Condicionadores de Ar – Consolidado.   |
| ISO 9050:2003                                       | <b>Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors.</b> |
| ISO 16358-1:2013                                    | <b>Air-Cooled Air Conditioners and Air-To-Air Heat Pumps - Testing and Calculating Methods for Seasonal Performance Factors - Part 1: Cooling Seasonal Performance Factor.</b>        |
| ISO 25745-1:2013                                    | <b>Energy performance of lifts, escalators and moving walks - Part 1: Energy measurement and verification</b>   |
| ISO 25745-2:2015                                    | <b>Energy performance of lifts, escalators and moving walks Part 2: Energy calculation and classification for lifts (elevators)</b>   |
| LEED-BD v.4:2015                                    | <b>Leadership in Energy and Environmental Design - LEED v4 for Building Design and Construction</b>   |
| Norma Técnica Sabesp NTS 181:2017                   | Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação  |

## 4. DEFINIÇÕES

### 4.1 Abertura

Todos os vãos da envoltória da edificação, abertos ou com fechamento translúcido ou transparente, que permitam a entrada de luz e/ou ar, incluindo, por exemplo, janelas, painéis plásticos, portas de vidro (com mais da metade da área de vidro), paredes de blocos de vidro e aberturas zenitais.

### 4.2 Absortância à radiação solar – $\alpha$ (adimensional)

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). Para a absortância de paredes externas, adota-se o termo  $\alpha_{par}$  e para a absortância de coberturas adota-se o termo  $\alpha_{cob}$ .

### 4.3 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 tais como janelas e portas.

### 4.4 Ambiente condicionado artificialmente

Ambiente fechado (incluindo fechamento por cortinas de ar) atendido por sistema de condicionamento de ar.

#### **4.5 Ambiente de permanência prolongada – APP**

Ambientes da UH com ocupação contínua por um ou mais indivíduos, incluindo sala de estar, sala de jantar, sala íntima, dormitórios, sala de TV ou ambientes de usos similares aos citados.

#### **4.6 Ambiente de permanência transitória - APT**

Ambientes da UH com ocupação transitória por um ou mais indivíduos. São considerados ambientes de permanência transitória: cozinha, lavanderia ou área de serviço, banheiro, circulação, varanda fechada com vidro, **solarium**, garagem ou ambientes de usos similares aos citados.

#### **4.7 Ângulo de desvio da parede norte em relação ao norte verdadeiro**

Ângulo formado pela parede do APP orientada a norte (variando entre azimute de  $-45^\circ$  e  $+45^\circ$ ), sendo essa parede interna ou externa. Deve ser analisado para cada APP.

#### **4.8 Ângulos de sombreamento**

Ângulos formados pela obstrução à radiação solar gerada por elementos existentes nas aberturas ou próximos à edificação. Nesta INI-R são utilizados três ângulos diferentes: ângulo horizontal de sombreamento da fachada ( $AHF_D$  e  $AHF_E$  – referente aos elementos verticais, 4.9), ângulo vertical de sombreamento da fachada ( $AVS_{FAC}$  – referente aos elementos horizontais, 4.10), e o ângulo vertical de obstrução do entorno ( $AVE$  – referente à proteção gerada por edificações vizinhas, 4.11).

Nota: A utilização dos ângulos de sombreamento é opcional, no entanto, ao se optar pelo seu uso, devem ser utilizados todos os parâmetros,  $AHF_D$ ,  $AHF_E$ ,  $AVS_{FAC}$  e  $AVE$ .

#### **4.9 Ângulo horizontal de sombreamento da fachada direito ( $AHF_D$ ) e esquerdo ( $AHF_E$ ) ( $^\circ$ )**

$AHF_D$  é o ângulo entre a largura da parede para uma dada orientação e a distância horizontal entre a parede e o ponto mais distante do elemento de sombreamento que está localizado no lado direito da parede, tendo a orientação da parede como referência. Portanto, o  $AHF_D$  é maior que zero quando o elemento está no lado direito. Seguindo a mesma lógica, o  $AHF_E$  é maior que zero quando o elemento está no lado esquerdo. Sua utilização é opcional, sendo que quando utilizado melhora a precisão do método simplificado. Quando utilizado, deve-se considerar no modelo real e no modelo de referência.

#### **4.10 Ângulo vertical de sombreamento da fachada – $AVS_{FAC}$ ( $^\circ$ )**

Ângulo obtido entre o nível do piso até o elemento de sombreamento e o tamanho da sua projeção no plano horizontal. Sua utilização é opcional, sendo que quando utilizado melhora a precisão do método simplificado. Quando utilizado, deve-se considerar apenas no modelo real.

#### **4.11 Ângulo vertical de obstrução do entorno – $AVE$ ( $^\circ$ )**

Ângulo que representa o efeito do sombreamento de uma edificação vizinha, representada por uma superfície paralela à fachada. É definido entre o nível do piso do APP e o ponto mais alto do elemento de sombreamento do entorno da edificação, caso ele esteja acima do nível do piso. Esse parâmetro de entrada deve ser definido para todas as orientações que possuem paredes externas. Sua utilização é opcional, sendo que quando utilizado melhora a precisão do método simplificado. Quando utilizado, deve-se considerar no modelo real e no modelo de referência.

#### **4.12 Área da abertura ( $m^2$ )**

Área de um vão no elemento opaco da fachada, contada a partir dos limites entre o elemento opaco e o vão. Quando existente, inclui a área de toda a esquadria.

#### **4.13 Área de piso do APP - $A_{p,APP}$ (m<sup>2</sup>)**

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

#### **4.14 Área de piso dos APPs da unidade habitacional – $A_{p,UH}$ (m<sup>2</sup>)**

Soma das áreas de piso de todos os APPs da UH.

#### **4.15 Área de superfície dos elementos transparentes do APP - $A_{t,APP}$ (m<sup>2</sup>)**

Soma das áreas de superfície dos elementos transparentes do APP. Para os APPs 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.

#### **4.16 Áreas de uso comum - AUC**

Ambientes de uso coletivo de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais, incluindo: circulações, **halls**, garagens, escadas, antecâmaras, elevadores, corredores, estacionamento de visitantes, guaritas, copa, espaços destinados a funcionários ou colaboradores, acessos externos, salões de festa, brinquedoteca, banheiros coletivos, bicicletário, quadra poliesportiva, sala de cinema, sala de estudo, sala de ginástica, **playground**, churrasqueira, ou ambientes de usos similares aos citados. Não são consideradas áreas de uso comum para efeito desta INI-R, espaços não frequentados pelos moradores e/ou funcionários.

#### **4.17 Área efetiva de abertura para ventilação $A_{V,APP}$ (m<sup>2</sup>)**

Área de abertura na fachada que permite 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 devem ser consideradas as áreas de portas internas e de portas externas de acesso principal da unidade habitacional.

#### **4.18 Caixilho**

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

#### **4.19 Capacidade térmica – CT (kJ/(m<sup>2</sup>.K))**

Quantidade de calor necessária para variar, em uma unidade, a temperatura de um sistema. A capacidade térmica é calculada conforme a ABNT NBR 15220-2. Para a capacidade térmica de paredes externas, adota-se o termo  $CT_{par}$  e para a capacidade térmica de coberturas adota-se o termo  $CT_{cob}$ .

#### **4.20 Carga térmica de aquecimento – CgTA (kWh/ano)**

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

#### **4.21 Carga térmica de refrigeração – CgTR (kWh/ano)**

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

#### **4.22 Carga térmica total – CgTT (kWh/ano)**

Quantidade total de calor, fornecida e/ou retirada do ar, para manter as condições desejadas em um ambiente.

#### **4.23 Classificação de eficiência energética**

Classificação da eficiência energética alcançada pela edificação e/ou sistema avaliado, variando de A (mais eficiente) até E (menos eficiente).

#### **4.24 Cobertura**

Parcela da área de fechamentos opacos superiores da edificação, com inclinação inferior a 60° em relação ao plano horizontal.

#### **4.25 Coeficiente de descarga - $C_d$ (adimensional)**

Razão entre o fluxo de ar real em relação ao fluxo ideal que passa pela abertura. O coeficiente de descarga está relacionado com as resistências de fluxo de ar nas aberturas de portas e janelas, quando abertas.

#### **4.26 Coeficiente de performance – COP (W/W)**

Relação entre a capacidade do resfriamento do sistema de condicionamento de ar e a potência elétrica necessária para seu funcionamento em plena carga.

#### **4.27 Coletor solar térmico**

Dispositivo projetado para absorver a radiação solar e transferir a energia térmica produzida para um fluido de trabalho que passa pelo equipamento sob a forma de energia térmica.

#### **4.28 Condição real**

Condição que representa a unidade habitacional, as áreas de uso comum e/ou o(s) sistema(s) individual(is) da unidade habitacional e da área de uso comum avaliada, conservando suas características reais e/ou conforme projeto.

#### **4.29 Condição de referência**

Condição que representa a unidade habitacional, as áreas de uso comum e/ou o(s) sistema(s) individual(is) da unidade habitacional e da área de uso comum avaliada, adotando-se características de referência.

#### **4.30 Condutividade térmica - $\lambda$ (W/(m.K))**

Propriedade física de um material homogêneo e isótropo, igual a densidade do fluxo de calor constante ocasionado por um gradiente de temperatura uniforme de 1 Kelvin por metro.

#### **4.31 Consumo energético (kWh/ano)**

Estimativa da energia consumida pela edificação durante um ano, em energia elétrica, térmica ou primária.

#### **4.32 Consumo para aquecimento – CA (kWh/ano)**

Consumo anual de energia elétrica necessário para fornecer determinada carga térmica de aquecimento ( $C_{gTA}$ ) a fim de manter as condições desejadas em um ambiente.

#### **4.33 Consumo para refrigeração – CR (kWh/ano)**

Consumo anual de energia elétrica necessário para remover determinada carga térmica de refrigeração ( $C_{gTR}$ ) a fim de manter as condições desejadas em um ambiente.

#### **4.34 Cooling seasonal performance factor – CSPF**

Fator de desempenho sazonal de resfriamento, determinado pela proporção entre a quantidade anual total de calor que o equipamento pode remover do ar interno, quando operado para refrigeração no modo ativo, e a quantidade anual total de energia consumida pelo equipamento durante o mesmo período. O CSPF é calculado conforme definido pela norma ISO 16358-1:2013, considerando o

desempenho da máquina em 50% e 100% da carga e utilizando o arquivo climático horário (EPW) da cidade em análise e horas de ocupação.

#### **4.35 Densidade de potência de equipamentos em uso – DPE (W/m<sup>2</sup>)**

Razão entre o somatório da potência dos equipamentos instalados e a área de piso do ambiente.

#### **4.36 Densidade de potência de iluminação – DPI (W/m<sup>2</sup>)**

Razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores instalados e a área de piso do ambiente.

#### **4.37 Densidade de potência de iluminação limite – DPI<sub>L</sub>(W/m<sup>2</sup>)**

Limite máximo aceitável de DPI.

#### **4.38 Dias de ocupação – N<sub>ano</sub>**

Número de dias no ano que a edificação está em uso.

#### **4.39 Dimensão horizontal da parede externa (m)**

Dimensão horizontal das paredes externas do APP, medida entre os limites internos das paredes que delimitam o ambiente, e determinada para as orientações Norte, Sul, Leste e Oeste.

#### **4.40 Dimensão horizontal da parede interna (m)**

Dimensão horizontal da parede interna, incluindo as portas, medida entre os limites internos das paredes que delimitam o ambiente, e determinada para as orientações Norte, Sul, Leste e Oeste.

#### **4.41 Dimensão horizontal de paredes e portas em contato com APT, dormitório ou sala (m)**

Dimensão horizontal de paredes e portas, medida entre os limites internos das paredes que delimitam o ambiente, em função do seu contato com ambientes adjacentes. Deve-se obter, separadamente, a dimensão de paredes em contato com o dormitório, paredes em contato com a sala e paredes em contato com os ambientes de permanência transitória.

#### **4.42 Dispositivo de proteção solar**

Elementos externos que proporcionam sombreamento nas fachadas da edificação, tais como venezianas, brises com projeção horizontal e vertical, varandas e beirais.

#### **4.43 Dormitório**

Ambiente da UH utilizado para dormir.

#### **4.44 Edificação de energia quase zero - NZEB**

Edificação energeticamente eficiente cuja geração de energia renovável produzida nos limites da edificação ou do lote em que a edificação está inserida supre 50% ou mais de sua demanda anual de energia.

#### **4.45 Edificação de energia positiva - EEP**

Edificação energeticamente eficiente cuja geração de energia renovável produzida nos limites da edificação ou do lote em que a edificação está inserida é superior à sua demanda anual de energia.

#### **4.46 Edificação de uso misto**

Edificação que possui parte destinada ao uso residencial e parte destinada a outros usos, como comerciais, de serviços e/ou públicos. As parcelas residenciais devem ser avaliadas pela INI-R e as parcelas comerciais, de serviços e públicas devem ser avaliadas pela INI-C.

#### **4.47 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. Casas geminadas ou “em fita”, quando situadas no mesmo lote, enquadram-se nesta classificação. Estão excluídos desta categoria hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis e similares.

#### **4.48 Edificação residencial**

Edificação utilizada para fins habitacionais, que contenha espaços destinados ao repouso, alimentação, serviços domésticos e higiene, não podendo haver predominância de atividades como comércio, escolas, associações ou instituições de diversos tipos, prestação de serviços, diversão, preparação e venda de alimentos, escritórios e serviços de hospedagem, sejam eles hotéis, motéis, pousadas, apart-hotéis ou similares.

#### **4.49 Edificação unifamiliar**

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

#### **4.50 Elemento transparente**

Elemento translúcido ou transparente da envoltória, que permite a entrada de luz, incluindo, por exemplo, vidros, painéis plásticos e paredes de blocos de vidro.

#### **4.51 Emissividade – $\epsilon$ (adimensional)**

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

#### **4.52 Energia primária**

Forma de energia disponível na natureza que não foi submetida a qualquer processo de conversão ou transformação. É a energia contida nos combustíveis ainda brutos (primários), podendo ser proveniente de fontes renováveis ou não renováveis. Quando não utilizada diretamente, pode ser transformada em fontes de energia secundárias como eletricidade e calor.

#### **4.53 Envoltória**

Conjunto de planos que separam o ambiente interno do ambiente externo, tais como fachadas, empenas, cobertura, aberturas, pisos, assim como quaisquer elementos que os compõem.

#### **4.54 Equipamento economizador de água**

Equipamento hidráulico que possui consumo de água inferior a modelos convencionais.

#### **4.55 Espaço interno**

Área interna da edificação com função específica, com extensão independente de divisões por paredes ou portas. Um ambiente pode conter um ou mais espaços internos. 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.

#### **4.56 Esquadria**

Nome genérico dos componentes formados por perfis utilizados nas edificações. As esquadrias são definidas pela ABNT NBR 10821-1, segundo a sua finalidade, o seu movimento, as suas partes e os seus componentes.

#### **4.57 Fachada**

Superfícies externas verticais ou com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal. Inclui as superfícies opacas, translúcidas, transparentes e vazadas como cobogós e vãos de entrada.

#### **4.58 Fachada leste**

Fachada com normal à superfície voltada para a direção de 90° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 90° são consideradas fachada leste.

#### **4.59 Fachada norte**

Fachada com normal à superfície voltada para a direção de 0° a partir do norte geográfico. Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 0° são consideradas fachada norte.

#### **4.60 Fachada oeste**

Fachada com normal à superfície voltada para a direção de 270° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 270° são consideradas fachada oeste.

#### **4.61 Fachada sul**

Fachada com normal à superfície voltada para a direção de 180° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas em que a orientação variar de -44,9° a +45° em relação à direção de 180° são consideradas fachada sul.

#### **4.62 Fator solar – FS (adimensional)**

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. O fator solar considerado é relativo à incidência de radiação solar ortogonal à abertura. O fator solar também é conhecido internacionalmente como “g” (**solar factor** - ISO 9050) e SHGC (**Solar Heat Gain Coefficient** - ASHRAE **fundamentals** ou ANSI/NFRC 200).

#### **4.63 Fontes alternativas de água não potável**

Fonte de água não potável, podendo ser utilizada em usos não potáveis da edificação em alternativa à água potável fornecida pela empresa prestadora de serviços de saneamento. Para fins desta INI-R, considera-se como fontes alternativas de água não potável a água da chuva, água pluvial, água clara e reuso de água, conforme definidos na ABNT NBR 16783 em sua versão vigente.

#### **4.64 Fração solar**

Parcela de energia requerida para aquecimento da água que é suprida pela energia solar.

#### **4.65 Geração local de energia renovável**

Geração de energia proveniente de recursos naturais renováveis, como hídrica, solar, eólica, geotérmica e cogeração qualificada, instalada nos limites da edificação ou do lote em que a edificação está inserida.

#### **4.66 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.

#### **4.67 Incremento mínimo do percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa – $\Delta$ PHFT<sub>mín</sub> (%)**

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

#### **4.68 Índice de desempenho de resfriamento sazonal – IDRS**

Razão entre a quantidade anual total de calor que o equipamento pode remover do ar interno, quando operado para resfriamento no modo ativo, e a quantidade anual total de energia consumida pelo equipamento durante o mesmo período. O IDRS permite considerar o desempenho da máquina em 50% e 100% da carga, para um clima brasileiro médio, conforme definido pela Portaria Inmetro nº 269, de 22 de junho de 2021.

#### **4.69 Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas – INI-C**

Documento que estabelece os critérios e os métodos para classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações.

#### **4.70 Janela**

Esquadria, vertical ou inclinada, geralmente envidraçada, destinada a preencher um vão, em fachadas ou não. Uma finalidade da janela é permitir a iluminação e/ou ventilação de um recinto para outro.

#### **4.71 Modelo de referência**

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

#### **4.72 Modelo real**

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

#### **4.73 Padrão de uso (h)**

Número de horas em que um determinado equipamento é utilizado.

#### **4.74 Paredes externas**

Superfícies opacas que delimitam o interior do exterior da edificação. Esta definição exclui as aberturas.

#### **4.75 Paredes internas**

Superfícies opacas que subdividem o espaço interno da edificação. Esta definição exclui as aberturas.

#### **4.76 Pavimento**

Espaço construído em uma edificação, compreendido entre o piso e o teto.

#### **4.77 Pavimento de cobertura**

Pavimento localizado no último andar da edificação.

#### **4.78 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.

#### **4.79 Pavimento térreo**

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

#### **4.80 Pavimento tipo**

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

#### **4.81 Pavimento tipo com cobertura parcialmente exposta**

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

#### **4.82 Pé-direito – PD (m)**

Distância vertical entre o piso e a parte inferior do teto ou forro de um ambiente.

#### **4.83 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.

#### **4.84 Percentual de elementos transparentes - $P_{t,APP}$ (%)**

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

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

#### **4.86 Pilotis**

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

#### **4.87 Porta**

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

#### **4.88 Redução da carga térmica total – RedCgTT (%)**

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

#### **4.89 Redução mínima da carga térmica total – RedCgTT<sub>min</sub> (%)**

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

#### **4.90 Resistência térmica de elementos e componentes – R (m<sup>2</sup>.K/W)**

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

#### **4.91 Sistema de condicionamento de ar**

Processo de tratamento de ar destinado a alterar/influenciar simultaneamente a temperatura, a umidade, a pureza e a distribuição de ar de um ambiente.

#### **4.92 Sistema fotovoltaico**

Conjunto de elementos que geram e fornecem eletricidade pela conversão da energia solar.

#### **4.93 Sistema solar de aquecimento**

Sistema composto de coletor solar e outros componentes para o fornecimento de energia térmica.

#### **4.94 Temperatura de setpoint (°C)**

Temperatura preestabelecida para o funcionamento de um sistema de controle automático.

#### **4.95 Temperatura operativa – To (°C)**

Valor médio entre a temperatura do ar e a temperatura radiante média do ambiente.

#### **4.96 Temperatura operativa anual máxima (Tomáx)**

Temperatura operativa anual máxima observada em um APP, durante o seu período de ocupação. A temperatura operativa anual máxima da UH é considerada como a maior entre os valores dos APPs.

#### **4.97 Temperatura operativa anual mínima (Tomín)**

Temperatura operativa anual mínima observada em um APP, durante o seu período de ocupação. A temperatura operativa anual mínima da UH é considerada como a menor entre os valores dos APPs.

#### **4.98 Transmitância térmica – U (W/(m<sup>2</sup>.K))**

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. 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  $U_{par}$  e para a transmitância térmica de coberturas adota-se o termo  $U_{cob}$ .

#### **4.99 Unidade habitacional (UH)**

Bem imóvel destinado à moradia e dotado de acesso independente. Corresponde a uma unidade de uma edificação multifamiliar (apartamento) ou a uma edificação unifamiliar (casa).

#### **4.100 Vão**

Abertura existente na parede, que pode receber uma esquadria.

#### **4.101 Veneziana**

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

#### **4.102 Zona bioclimática - ZB**

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

### **5. VISÃO GERAL**

A presente Instrução Normativa Inmetro especifica os critérios e os métodos para classificação de edificações residenciais quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações.

As edificações submetidas a esta INI-R devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e aplicáveis.

Neste documento são apresentados os procedimentos para a determinação da classificação de eficiência energética de edificações residenciais e de áreas de uso comum.

Para as edificações residenciais, a estimativa do consumo de energia pode ser realizada por meio dos métodos prescritivo, simplificado e de simulação. No método prescritivo, a classificação da envoltória é obtida por meio da comparação de características geométricas dos APPs e de propriedades térmicas dos sistemas construtivos, em relação aos valores de referência destes parâmetros, determinados no procedimento simplificado da ABNT NBR 15575:2021 das partes 4 e 5, nas seções 11 de ambas as partes. Seguindo o procedimento simplificado da NBR 15575, o desempenho térmico mínimo equivale à classe C de eficiência energética da envoltória. Para obtenção de classificação mais elevada na envoltória (classes B ou A), esta deve ser avaliada pelo método simplificado ou de simulação. Nos métodos simplificado e de simulação, a classificação é realizada com base no percentual de redução do consumo de energia primária, comparando-se o consumo da edificação no modelo real com a mesma edificação com características de referência (modelo de referência), equivalente à classe C. Independentemente do método de avaliação da envoltória, o sistema de aquecimento de água será avaliado pelo método simplificado, tendo como base o percentual de redução do consumo de energia do sistema da edificação na condição real com o consumo da condição de referência. Para as áreas de uso comum, a estimativa do consumo de energia deve ser realizada pelo método simplificado. A classificação é realizada por meio do percentual de redução do consumo de energia primária das áreas de uso comum, comparando-se o consumo da área de uso comum na condição real com uma condição de referência.

Esta INI-R está organizada em um texto principal e sete Anexos (de A a G). No texto principal são apresentadas as condições de aplicação dos métodos prescritivo e simplificado da envoltória (item 6), as condições de elegibilidade para a classificação A (item 7), os procedimentos para a determinação da classificação de eficiência energética das unidades habitacionais (UHs) e dos sistemas individuais (item 8) e os procedimentos para a determinação da classificação de eficiência energética das áreas comuns de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais (item 9).

No Anexo A são apresentados os procedimentos para a determinação da eficiência energética da envoltória pelo método prescritivo.

No Anexo B são apresentados os parâmetros para a determinação da eficiência energética pelo método simplificado, subdivididos em: envoltória (B.I), condicionamento de ar (B.II) e aquecimento de água (B.III). A avaliação da envoltória pelo método simplificado considera os seguintes parâmetros, estabelecidos pela ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4, conforme descrito no item B.I.1 desta INI-R: o percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT), as temperaturas operativas anuais máximas (Tomáx) e mínima (Tomín), e as cargas térmicas de aquecimento (CgTA), de refrigeração (CgTR) e total (CgTT). Por meio do sistema de condicionamento de ar são determinados os consumos para

refrigeração ( $CR_{UH}$ ) e aquecimento ( $CA_{UH}$ ) da UH e na avaliação do sistema de aquecimento de água são determinados os consumos para atender a demanda de água quente da UH.

No Anexo C são apresentados os procedimentos para a determinação dos percentuais de redução de carga térmica e consumo de energia para refrigeração e aquecimento, quando houver, pelo método de simulação termoenergética. Este Anexo também apresenta o procedimento para determinação do PHFT, da Tomáx e da Tomín. A carga térmica, o PHFT, a Tomáx e a Tomín representam indicadores de desempenho térmico estabelecidos pela ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4, cujo procedimento de simulação computacional está incorporado a esta INI-R, dadas as correspondências descritas no item 8.2.1.

No Anexo D são apresentados os procedimentos para determinação do potencial de geração local de energia renovável e dispostas as condições de avaliação de Edificações de Energia Quase Zero (NZEBS) e Edificações de Energia Positiva (EEP).

No Anexo E são estabelecidos os critérios para a determinação do percentual de acréscimo ou redução das emissões de dióxido de carbono ( $CO_2$ ) da edificação avaliada.

No Anexo F são estabelecidos os critérios para a avaliação do percentual anual de redução do consumo de água potável por meio do seu uso racional.

E, finalmente, no Anexo G são estabelecidos os critérios para avaliação das áreas comuns de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais.

## **6. CONDIÇÕES PARA A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA ENVOLTÓRIA**

Neste item são descritas as condições para aplicação dos métodos prescritivo e simplificado utilizados nesta Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Residenciais.

### **6.1. Método prescritivo**

O método prescritivo, descrito no Anexo A, é aplicável à envoltória de qualquer edificação residencial unifamiliar ou unidade habitacional de edificação multifamiliar, mas permite, apenas, a classificação da envoltória em classe C de eficiência energética.

### **6.2. Método simplificado**

O método simplificado, descrito no Anexo B.I, abrange boa parte das soluções arquitetônicas mais difundidas em edificações residenciais; porém, sua aplicação é restrita às edificações que tenham os seus parâmetros construtivos compreendidos entre os intervalos utilizados na proposição do método, descritos na Tabela 6.1. Os casos não compreendidos pelos limites de aplicação do método simplificado devem ser avaliados pelo método de simulação, descrito no Anexo C.

Os limites de aplicação do método para determinação da carga térmica anual de refrigeração ( $CgTR_{real}$ ) e de aquecimento ( $CgTA_{real}$ ) para o modelo real, assim como do PHFT, Tomáx e Tomín referem-se às propriedades térmicas e geométricas da envoltória, listados na Tabela 6.1.

As propriedades térmicas da envoltória devem ser calculadas conforme a parte 2 da NBR 15220 em sua versão vigente (ou eventuais normas ou atualizações que venham a substituí-la) ou, ainda, utilizando o catálogo de propriedades térmicas da página do PBE Edifica, disponibilizado em <[www.pbeedifica.com.br/catalogodepropriedades](http://www.pbeedifica.com.br/catalogodepropriedades)>

**Tabela 6.1** – Limites de aplicação do método simplificado

| Parâmetro   | Limites do método          |                            |
|---|----------------------------|----------------------------|
|   | Mínimo                     | Máximo                     |
| Absortância solar da cobertura ( $\alpha_{cob}$ )                                     | 0,20                       | 0,90                       |
| Absortância solar das paredes externas ( $\alpha_{par}$ )                             | 0,20                       | 0,90                       |
| Ângulo horizontal de sombreamento da fachada direito e esquerdo ( $AHF_D$ e $AHF_E$ ) | 0°                         | 80°                        |
| Ângulo vertical de sombreamento da fachada ( $AVS_{FAC}$ )                            | 0°                         | 55°                        |
| Ângulo vertical de obstrução do entorno ( $AVE$ )                                     | 0°                         | 60°                        |
| Área de piso do ambiente de permanência prolongada                                    | 5 m <sup>2</sup>           | 100 m <sup>2</sup>         |
| Área de piso do ambiente de permanência transitória                                   | 2 m <sup>2</sup>           | 100 m <sup>2</sup>         |
| Área de superfície dos elementos transparentes  | 0 m <sup>2</sup>           | 60 m <sup>2</sup>          |
| Capacidade térmica da cobertura ( $CT_{cob}$ )  | 25 kJ/(m <sup>2</sup> .K)  | 550 kJ/(m <sup>2</sup> .K) |
| Capacidade térmica das paredes externas ( $CT_{par}$ )                                | 26 kJ/(m <sup>2</sup> .K)  | 440 kJ/(m <sup>2</sup> .K) |
| Capacidade térmica do piso ( $CT_{piso}$ )  | 25 kJ/(m <sup>2</sup> .K)  | 440 kJ/(m <sup>2</sup> .K) |
| Ângulo de desvio da parede norte em relação ao norte verdadeiro                       | -45°                       | 45°                        |
| Dimensão horizontal da parede externa (por orientação)                                | 0 m                        | 15 m                       |
| Dimensão horizontal da parede interna em contato com sala                             | 0 m                        | 65 m                       |
| Dimensão horizontal da parede interna em contato com dormitório                       | 0 m                        | 60 m                       |
| Dimensão horizontal da parede interna em contato com APT                              | 0 m                        | 50 m                       |
| Área efetiva de abertura para ventilação  | 0 m <sup>2</sup>           | 60 m <sup>2</sup>          |
| Fator solar do elemento transparente (FS)   | 0,20                       | 0,87                       |
| Pé-direito (PD)   | 2,40 m                     | 7,50 m                     |
| Transmitância térmica da cobertura ( $U_{cob}$ )                                      | 0,45 W/(m <sup>2</sup> .K) | 3,80 W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Transmitância térmica das paredes externas ( $U_{par}$ )                              | 0,24 W/(m <sup>2</sup> .K) | 4,40 W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Transmitância térmica do piso ( $U_{piso}$ )  | 0,70 W/(m <sup>2</sup> .K) | 4,10 W/(m <sup>2</sup> .K) |
| Transmitância térmica do elemento transparente  | 2,50 W/(m <sup>2</sup> .K) | 5,87 W/(m <sup>2</sup> .K) |

Nota 1: A absortância solar a ser considerada é a média das absortâncias de cada parcela das paredes, ou cobertura, ponderadas pela área que ocupam, excluindo a absortância das esquadrias e das áreas envidraçadas das aberturas.

Nota 2: A transmitância térmica a ser considerada é a média das transmitâncias de cada parcela das paredes externas (excluindo aberturas), ou cobertura, ponderadas pela área que ocupam.

Nota 3: A capacidade térmica a ser considerada é a média das capacidades de cada parcela das paredes externas (excluindo aberturas), ou cobertura, ponderadas pela área que ocupam.

Nota 4: No modelo real, deve ser avaliada a ocorrência de pontes térmicas nas superfícies externas que compõem os APPs. Quando, na composição das superfícies externas, estiver presente qualquer elemento com coeficiente de transferência térmica ( $H_{el,i}$ , Equação 6.1) que represente mais do que 20 % do coeficiente de transferência térmica total ( $H_{total}$ , Equação 6.2) da superfície, a transmitância térmica e a capacidade térmica deste elemento devem ser consideradas no método simplificado. Essa consideração deve ser realizada por meio da ponderação do valor dessas propriedades pela área que ocupam. O coeficiente de transferência térmica ( $H_{el,i}$ ) deve ser calculado pela equação:

$$H_{el,i} = A_{el,i} \cdot U_{el,i} \quad \text{Equação (6.1)}$$

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:

$$H_{total} = \sum_{i=1}^n H_{el,i} \quad \text{Equação (6.2)}$$

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.

Nota 5: Para ambientes em que parte da cobertura é exposta e parte é laje entre pavimentos, deve-se considerar cobertura exposta quando 30% ou mais da área de cobertura está exposta.

Nota 6: Para ambientes em que parte do piso está em contato com o solo e laje entre pavimentos, deve-se considerar em contato com o solo quando 30% ou mais da área de piso está em contato com o solo.

Nota 7: Caso um ambiente possua diferentes valores de pé-direito, deve-se adotar um valor médio, de forma que o volume seja mantido.

## 7. CONDIÇÕES DE ELEGIBILIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO A

Para a edificação ser elegível à classificação A de eficiência energética, todas as condições dos sistemas individuais, quando aplicáveis, devem ser atendidas. Os critérios apresentados no item 7.1 devem ser considerados quando a avaliação da envoltória for realizada pelos métodos simplificado ou simulação. Os critérios apresentados no item 7.2 devem ser considerados independentemente do método de avaliação aplicado para a envoltória (prescritivo, simplificado ou simulação).

### 7.1 Envoltória

Para que a envoltória de edificações condicionadas artificialmente possa ser elegível à classificação A, é necessário atender ao requisito de espessura do isolamento da tubulação de condicionamento de ar.

#### 7.1.1 Sistemas split

Caso a edificação seja entregue com espera para instalação do sistema de condicionamento de ar ou possua sistema instalado, este deve atender ao requisito de isolamento térmico de tubulações para a condução de fluídos. Este requisito deve ser avaliado por equipamento.

A Tabela 7.1 apresenta as espessuras mínimas para o isolamento térmico de tubulações dos sistemas de refrigeração. Para isolamentos térmicos cuja condutividade térmica esteja fora das faixas estipuladas, a espessura mínima deve ser determinada pela Equação 7.1.

$$E = r \cdot \left[ \left( 1 + \frac{e}{r} \right)^{\frac{\lambda}{\lambda'}} - 1 \right]$$

**Equação (7.1)**

Onde:

E é a espessura mínima do isolamento térmico (mm);

r é o raio externo da tubulação (mm);

e é a espessura de isolamento térmico, listada na Tabela 7.1 para a temperatura de fluido e tamanho da tubulação em questão (mm);

$\lambda$  é a condutividade térmica do material alternativo à temperatura média indicada para a temperatura do fluido (W/(m.K));

$\lambda'$  é o valor superior do intervalo de condutividade listado na tabela para a temperatura do fluido (W/(m.K)).

**Tabela 7.1** – Espessura mínima (mm) de isolamento térmico de tubulações dos sistemas de refrigeração do tipo expansão direta (**splits** convencionais e **inverter**)

| Faixa de temperatura do fluido (°C) | Condutividade do isolamento térmico |                            | Espessura do isolamento térmico (mm) de acordo com o diâmetro nominal da tubulação (mm) |             |        |
|-------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|---|-------------|--------|
|                                     | Condutividade térmica (W/(m.K))     | Temperatura de ensaio (°C) | d ≤ 10  | 10 < d ≤ 30 | d > 30 |
| 0 < T < 16                          | 0,032 a 0,040                       | 20                         | 9   | 13          | 19     |

### 7.1.2 Sistemas centrais

Devem ser observados os critérios definidos no item 7.1.2.2 da INI-C.

## 7.2 Sistema de aquecimento de água

Para que o sistema de aquecimento de água da edificação em avaliação possa ser elegível à classificação A, é necessário atender aos critérios de automação para o sistema de recirculação, de controle de acionamento de múltiplos aquecedores e de isolamento térmico de tubulações e reservatórios, quando existentes.

O não cumprimento de algum destes requisitos, quando aplicáveis, possibilita atingir no máximo classificação B de eficiência energética para o sistema de aquecimento de água.

### 7.2.1 Automação do sistema de recirculação

Quando existente, o circuito de recirculação de água deve possuir um dispositivo de controle automático para o acionamento da recirculação de forma pré-programada. Este dispositivo de controle automático deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções:

- Acionamento associado à temperatura da rede de distribuição;
- Automação por período pré-programado (ex.: **timer**);
- Comando de acionamento manual ou automático em função da demanda de água quente.

### 7.2.2 Isolamento térmico das tubulações de distribuição e circuito de recirculação

Quando existentes, as tubulações destinadas à distribuição e recirculação de água quente devem ser apropriadas para a função a que se destinam, possuindo isolamento térmico com espessura mínima e condutividade térmica determinadas de acordo com a Tabela 7.2. Estes requisitos são aplicáveis para:

- Sistemas de aquecimento de água de edificações localizadas nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3;
- Tubulação de distribuição de água quente com comprimento superior à 300 metros;

c) Tubulação de recirculação de água quente de qualquer comprimento.

**Tabela 7.2** – Espessura mínima e condutividade térmica de isolamento de tubulações de distribuição e recirculação de água quente

| Elemento  | Condutividade térmica (W/(m.K)) | Espessura mínima do isolamento (mm) |
|---|---------------------------------|-------------------------------------|
| Tubulações internas de distribuição e recirculação de água de água quente | ≤ 0,040                         | 13                                  |

Fonte: adaptado de AS/NZS 3500.4 (2003).

### 7.2.3 Reservatório de água quente

Quando existentes, os reservatórios de água quente devem obedecer aos limites de perda específica de energia máxima descritos na Tabela 7.3.

**Tabela 7.3** – Perda específica térmica de reservatório de água quente em **standby**

| Volume de Reservatório (litros) | Perdas (kWh/dia) |
|---------------------------------|------------------|
| 100                             | 0,865            |
| 150                             | 1,349            |
| 200                             | 1,799            |
| 250                             | 2,249            |
| 300                             | 2,699            |
| 400                             | 2,932            |
| 500                             | 3,498            |
| 600                             | 3,998            |
| 800                             | 4,798            |

Nota: Para dimensões não especificadas nesta Tabela, deve-se utilizar a Equação 7.2, obtida a partir da regressão linear dos valores tabelados.

$$E_{A,res} = 0,0054 \cdot V_{res} + 0,6936 \quad \text{Equação (7.2)}$$

Onde:

$E_{A,res}$  é a perda térmica específica do reservatório (kWh/dia);

$V_{res}$  é o volume do reservatório (litros).

## 8. PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS UNIFAMILIARES E UNIDADES HABITACIONAIS DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES PELOS MÉTODOS SIMPLIFICADO E DE SIMULAÇÃO

A classificação de eficiência energética das unidades habitacionais (UHs) deve ser realizada por meio do seu percentual de redução do consumo estimado de energia primária (RedC<sub>EP</sub>), comparando-se a edificação na condição real com a condição de referência.

Independentemente do método utilizado, são avaliados dois sistemas individuais: a envoltória e o aquecimento de água. A avaliação da envoltória pelos métodos simplificado e de simulação considera a carga térmica de aquecimento (CgTA), quando houver, e a de refrigeração (CgTR) dos ambientes de permanência prolongada (APPs), bem como considera o percentual de horas de ocupação dentro de uma

faixa de temperatura operativa (PHFT) e as temperaturas operativas anuais máxima (Tomáx) e mínima (Tomín). A UH e os sistemas individuais são classificados da classe A (mais eficiente) à classe E (menos eficiente).

Nota: O sistema de condicionamento de ar, descrito no item B.II, auxilia na determinação do consumo para refrigeração e aquecimento da envoltória, dividindo a carga térmica de refrigeração e aquecimento pelo coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar (CEE) do aparelho. Este sistema, entretanto, não é classificado nas UHs.

O consumo de energia primária da edificação resulta da soma das energias elétrica e térmica, que devem ser devidamente transformadas a partir de seus fatores de conversão, descontando-se a parcela de energia primária referente à geração local de energia renovável, quando existente.

A classificação é obtida para todos os sistemas em conjunto.

### 8.1 Classificação da eficiência energética da unidade habitacional

A classificação da eficiência energética de unidades habitacionais (UHs) deve ser feita com base no percentual de redução do consumo de energia primária ( $RedC_{EP}$ ) da UH na condição real em comparação à mesma UH em sua condição de referência. O percentual de redução deve ser calculado por meio da Equação 8.1.

$$RedC_{EP} = ((C_{EP,ref} - C_{EP,real}) / C_{EP,ref}) \cdot 100 \quad \text{Equação (8.1)}$$

Onde:

$RedC_{EP}$  é o percentual de redução do consumo de energia primária da UH real em relação à UH na condição de referência (%);

$C_{EP,ref}$  é o consumo anual de energia primária da UH na condição de referência (kWh/ano);

$C_{EP,real}$  é o consumo anual de energia primária da UH na condição real (kWh/ano).

O consumo de energia primária da UH na condição real ( $C_{EP,real}$ ) e na condição de referência ( $C_{EP,ref}$ ) deve ser calculado conforme as equações 8.2 e 8.3, respectivamente. O consumo de energia primária da UH na condição real ( $C_{EP,real}$ ) é definido pela soma de seu consumo estimado de energia elétrica ( $C_{EE,real}$ , Equação 8.5) e térmica ( $C_{ET,real}$ , Equação 8.8), multiplicados pelos respectivos fatores de conversão ( $f_{cE}$  e  $f_{cT}$ ), descontando-se a parcela de energia primária referente à geração local de energia renovável, quando existente.

O consumo de energia primária da UH em sua condição de referência ( $C_{EP,ref}$ ) é definido pelo consumo estimado de energia elétrica ( $C_{EE,ref}$ , Equação 8.6) multiplicado pelo seu respectivo fator de conversão ( $f_{cE}$ ). Na condição de referência não deve ser considerada a parcela de energia primária referente à geração local de energia renovável.

Os fatores de conversão da energia elétrica ( $f_{cE}$ ) e térmica ( $f_{cT}$ ) em energia primária podem ser consultados no site do PBE edifica<sup>1</sup>, bem como na Tabela 8.1.

**Tabela 8.1** – Fatores de conversão de energia elétrica e térmica em energia primária

| Fonte de energia                                   | Fator de conversão |     |
|--|--------------------|-----|
| Energia elétrica                                   | $f_{cE}$           | 1,6 |
| Energia térmica - Gás Natural (GN)                 | $f_{cT}$           | 1,1 |
| Energia térmica – Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) | $f_{cT}$           | 1,1 |

<sup>1</sup> <https://www.pbeedifica.com.br/fatoresconversaoINIs>

$$C_{EP,real} = (C_{EE,real} \cdot f_{c_E}) + (C_{ET,real} \cdot f_{c_T}) - (G_{EE} \cdot f_{c_E}) \quad \text{Equação (8.2)}$$

Onde:

$C_{EP,real}$  é o consumo anual de energia primária da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{EE,real}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{ET,real}$  é o consumo total de energia térmica da UH na condição real (kWh/ano);

$G_{EE}$  é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano);

$f_{c_E}$  é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;

$f_{c_T}$  é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

$$C_{EP,ref} = (C_{EE,ref} \cdot f_{c_E}) \quad \text{Equação (8.3)}$$

Onde:

$C_{EP,ref}$  é o consumo anual de energia primária da UH na condição de referência (kWh/ano);

$C_{EE,ref}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição de referência (kWh/ano);

$f_{c_E}$  é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária.

Para a classificação da UH sem a geração de energia, o consumo de energia primária total da UH na condição real ( $C_{EPT,real}$ ) deve ser determinado sem a parcela relativa à energia gerada por fontes locais de energia renovável, conforme a Equação 8.4. Na sequência, este consumo deve ser comparado ao consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência ( $C_{EP,ref}$ ), determinado conforme a Equação 8.3.

$$C_{EPT,real} = (C_{EE,real} \cdot f_{c_E}) + (C_{ET,real} \cdot f_{c_T}) \quad \text{Equação (8.4)}$$

Onde:

$C_{EPT,real}$  é o consumo de energia primária total da UH na condição real, sem a parcela relativa à geração de energia renovável (kWh/ano);

$C_{EE,real}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{ET,real}$  é o consumo total de energia térmica da UH na condição real (kWh/ano);

$f_{c_E}$  é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;

$f_{c_T}$  é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

O consumo total de energia elétrica da UH na condição real ( $C_{EE,real}$ , Equação 8.5) e na condição de referência ( $C_{EE,ref}$ , Equação 8.6) é composto pela soma dos consumos para refrigeração (CR), para aquecimento (CA), para aquecimento de água proveniente de fontes de energia elétrica ( $C_{AAE}$ ) e consumo médio estimado dos equipamentos ( $C_{EQ}$ ).

$$C_{EE,real} = CR_{UH,real} + CA_{UH,real} + C_{AAE,real} + C_{EQ} \quad \text{Equação (8.5)}$$

Onde:

$C_{EE,real}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição real (kWh/ano);

$CR_{UH,real}$  é o consumo de energia elétrica para refrigeração da UH na condição real (kWh/ano);

$CA_{UH,real}$  é o consumo de energia elétrica para aquecimento da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{AAE,real}$  é o consumo do sistema de aquecimento de água proveniente de fontes de energia elétrica da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{EQ}$  é o consumo médio estimado de energia elétrica dos equipamentos (kWh/ano), calculado por meio da Equação 8.7.

$$C_{EE,ref} = CR_{UH,ref} + CA_{UH,ref} + C_{AAE,ref} + C_{EQ} \quad \text{Equação (8.6)}$$

Onde:

$C_{EE,ref}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição de referência (kWh/ano);

$CR_{UH,ref}$  é o consumo de energia elétrica para refrigeração da UH na condição de referência (kWh/ano);

$CA_{UH,ref}$  é o consumo de energia elétrica para aquecimento da UH na condição de referência (kWh/ano);

$C_{AAE,ref}$  é o consumo do sistema de aquecimento de água proveniente de fontes de energia elétrica da UH na condição de referência (kWh/ano);

$C_{EQ}$  é o consumo médio estimado de energia elétrica dos equipamentos (kWh/ano), calculado por meio da Equação 8.7.

O consumo médio de equipamentos ( $C_{EQ}$ ) deve ser estimado pela Equação 8.7 e é o mesmo para a UH na condição real e na condição de referência. Estão excluídos deste cálculo o consumo de água quente e de condicionamento do ar, já computados pelas equações 8.5 e 8.6.

$$C_{EQ} = (44,6 + (26,6 \cdot N)) \cdot 12 \quad \text{Equação (8.7)}$$

Onde:

$C_{EQ}$  é o consumo médio estimado de equipamentos (kWh/ano);

$N$  é o número de habitantes da UH; deve-se considerar duas pessoas por dormitório.

O consumo total de energia térmica da UH é exclusivo da condição real ( $C_{ET,real}$ , Equação 8.8) sendo equivalente ao consumo do sistema de aquecimento de água em energia térmica, somado ao consumo para aquecimento do ambiente por fontes de energia térmica, quando existentes.

$$C_{ET,real} = C_{AAT,real} + C_{AT,real} \quad \text{Equação (8.8)}$$

Onde:

$C_{ET,real}$  é o consumo total de energia térmica da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{AAT,real}$  é o consumo do sistema de aquecimento de água proveniente de fontes de energia térmica da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{AT,real}$  é o consumo de energia térmica para aquecimento da UH na condição real (kWh/ano).

Nota: UHs que utilizam fontes de energia térmica para o atendimento da demanda de água quente e/ou aquecimento ambiental terão sempre como condição de referência o consumo de energia de fonte elétrica.

A UH pode ser classificada de A até E. As escalas foram definidas em função do tipo de sistema de aquecimento de água (com ou sem acumulação), por serem sistemas de eficiências, funcionamento e consumo distintos.

Edificações energeticamente eficientes, e que tenham sistemas de geração de energia renovável instalados localmente, podem ser avaliadas como “Edificações de Energia Quase Zero” ou “Edificações de Energia Positiva”, segundo os critérios apresentados no Anexo D.

A escala de classificação da UH é apresentada na Tabela 8.2, com intervalos estabelecidos a partir do valor do percentual de redução do consumo em energia primária da UH ( $RedC_{EP}$ ), do sistema de aquecimento de água (SAA) e da zona bioclimática (ZB).

**Tabela 8.2** - Intervalos das classificações de eficiência energética da UH

| SAA               | ZB        | RedC <sub>EP</sub> (%)  |                                |                               |                                |                            |
|-------------------|-----------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                   |           | Classe A                | Classe B                       | Classe C                      | Classe D                       | Classe E                   |
| com<br>acumulação | ZB1 a ZB3 | RedC <sub>EP</sub> ≥ 23 | 23 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 11,5 | 11,5 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 0 | 0 > RedC <sub>EP</sub> ≥ -11,5 | RedC <sub>EP</sub> < -11,5 |
|                   | ZB4 a ZB6 | RedC <sub>EP</sub> ≥ 26 | 26 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 13   | 13 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 0   | 0 > RedC <sub>EP</sub> ≥ -13   | RedC <sub>EP</sub> < -13   |
|                   | ZB7 e ZB8 | RedC <sub>EP</sub> ≥ 32 | 32 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 16   | 16 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 0   | 0 > RedC <sub>EP</sub> ≥ -16   | RedC <sub>EP</sub> < -16   |
| sem<br>acumulação | ZB1 a ZB3 | RedC <sub>EP</sub> ≥ 18 | 18 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 9    | 9 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 0    | 0 > RedC <sub>EP</sub> ≥ -9    | RedC <sub>EP</sub> < -9    |
|                   | ZB4 a ZB6 | RedC <sub>EP</sub> ≥ 23 | 23 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 11,5 | 11,5 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 0 | 0 > RedC <sub>EP</sub> ≥ -11,5 | RedC <sub>EP</sub> < -11,5 |
|                   | ZB7 e ZB8 | RedC <sub>EP</sub> ≥ 30 | 30 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 15   | 15 > RedC <sub>EP</sub> ≥ 0   | 0 > RedC <sub>EP</sub> ≥ -15   | RedC <sub>EP</sub> < -15   |

## 8.2 Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais

### 8.2.1 Determinação da classificação de eficiência energética da envoltória

A classificação da envoltória segue o procedimento de simulação computacional de avaliação do desempenho térmico, descrito na subseção 11.4 da ABNT NBR 15575-1, apresentando as seguintes equivalências:

- Classe A = Desempenho superior da ABNT NBR 15575-1: avalia o modelo real no atendimento dos critérios do nível mínimo, assim como quanto ao incremento do PHFT<sub>UH</sub> e à redução da carga térmica total (RedCgTT<sub>UH</sub>) 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<sub>UH</sub>);

- Classe B = Desempenho intermediário da ABNT NBR 15575-1: avalia o modelo real no atendimento dos critérios do nível mínimo, assim como quanto ao incremento do PHFT<sub>UH</sub> e à redução da carga térmica total (CgTT<sub>UH</sub>) do modelo real em relação ao modelo de referência;

- Classe C = Desempenho mínimo da ABNT NBR 15575-1 com adição de critério de carga térmica: avalia o PHFT<sub>UH</sub> e a temperatura operativa anual máxima (Tomáx<sub>UH</sub>) 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<sub>UH</sub>). Adicionalmente aos critérios da NBR 15575-1 para o nível mínimo de desempenho térmico, o atendimento à classe C requer que a carga térmica total (CgTT<sub>UH</sub>) do modelo real seja menor ou igual à CgTT<sub>UH</sub> do modelo de referência;

- Classe D = Desempenho mínimo da ABNT NBR 15575-1, considerando também um critério de carga térmica que permite que o modelo real obtenha carga térmica total (CgTT<sub>UH</sub>) superior ao modelo de referência, dentro de uma proporção preestabelecida;

- Classe E = Desempenho inferior ao mínimo da ABNT NBR 15575-1 e em desacordo com o critério de carga térmica total da classe D de eficiência energética.

Os critérios para atendimento aos níveis de desempenho térmico da ABNT NBR 15575-1 são apresentados nos itens 8.2.1.1 a 8.2.1.4, considerando ajustes para a equivalência às classes de eficiência energética desta INI-R.

### 8.2.1.1 Percentual de horas de ocupação da UH dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT<sub>UH</sub>)

Para o atendimento ao critério de PHFT<sub>UH</sub> nas classes C e D, o modelo real deve apresentar, ao longo de um ano e durante os períodos de ocupação dos APPs, PHFT<sub>UH,real</sub> que seja superior a 90% do obtido para o modelo de referência (PHFT<sub>UH,ref</sub>), conforme Tabela 8.3.

O atendimento ao critério de PHFT<sub>UH</sub> na classe B e na classe A é realizado por meio de um incremento do PHFT<sub>UH,real</sub> em relação ao PHFT<sub>UH,ref</sub> ( $\Delta$ PHFT), conforme apresentado na Tabela 8.3, seguindo o procedimento de cálculo da Equação 8.9. O valor referente ao  $\Delta$ PHFT<sub>mín</sub>, que representa o incremento mínimo do PHFT<sub>UH,real</sub> para o atendimento às classes de eficiência energética, é fornecido na Tabela 8.6 (classe B) e na Tabela 8.7 (classe A).

$$\Delta PHFT = PHFT_{UH,real} - PHFT_{UH,ref} \quad \text{Equação (8.9)}$$

Onde:

$\Delta$ PHFT é o incremento do PHFT<sub>UH,real</sub> em relação ao PHFT<sub>UH,ref</sub>;

PHFT<sub>UH,real</sub> é o percentual de horas de ocupação da UH no modelo real dentro de uma faixa de temperatura operativa (%);

PHFT<sub>UH,ref</sub> é o percentual de horas de ocupação da UH no modelo de referência dentro de uma faixa de temperatura operativa (%).

**Tabela 8.3** - Critério de classificação de eficiência energética da envoltória quanto ao PHFT<sub>UH</sub>

| Classe A                             | Classe B                             | Classe C                             | Classe D                             |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| $\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín}$ | $\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín}$ | $PHFT_{UH,real} > 0,9.PHFT_{UH,ref}$ | $PHFT_{UH,real} > 0,9.PHFT_{UH,ref}$ |

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

Para as classes de eficiência energética D, C, B e A, 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 8.10:

$$Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} + \Delta Tomáx \quad \text{Equação (8.10)}$$

Onde:

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

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

$\Delta$ Tomáx é o valor de tolerância da temperatura operativa anual máxima (°C).

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

A temperatura operativa anual mínima deve ser analisada nas zonas bioclimáticas 1, 2, 3 ou 4, onde a Tomín<sub>UH</sub> do modelo real deverá ser igual ou superior à Tomín<sub>UH</sub> do modelo de referência, após reduzido um valor de tolerância ( $\Delta$ Tomín). Deve-se adotar  $\Delta$ Tomín igual a 1 °C para todas as UHs avaliadas. O critério de temperatura operativa anual mínima é descrito pela Equação 8.11:

$$Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín \quad \text{Equação (8.11)}$$

Onde:

$Tomín_{UH,real}$  é a temperatura operativa anual mínima da UH no modelo real (°C);

$Tomín_{UH,ref}$  é a temperatura operativa anual mínima da UH no modelo de referência (°C);

$\Delta Tomín$  é o valor de tolerância da temperatura operativa anual mínima (°C).

### 8.2.1.3 Carga térmica total da UH ( $CgTT_{UH}$ )

O critério de  $CgTT_{UH}$  é considerado conforme Tabela 8.4, onde a  $RedCgTT_{mín}$  representa o percentual mínimo de redução da  $CgTT_{UH,real}$  em relação à  $CgTT_{UH,ref}$ .

Para o atendimento deste critério na classe D, o modelo real deve possuir  $CgTT_{UH,real}$  superior à obtida para o modelo de referência ( $CgTT_{UH,ref}$ ) em proporção limitada aos valores da Tabela 8.5.

O atendimento à classe C está condicionado à obtenção de  $CgTT_{UH,real}$  inferior ou igual à  $CgTT_{UH,ref}$ , ou seja, a  $RedCgTT$  deve ser maior ou igual a zero.

O atendimento às classes B e A requer a obtenção de redução percentual mínima da  $CgTT_{UH,real}$  em relação à  $CgTT_{UH,ref}$ , conforme Tabela 8.6 e Tabela 8.7, respectivamente. O cálculo da  $RedCgTT$  deve ser realizado conforme apresentado na Equação 8.12.

$$RedCgTT = ((CgTT_{UH,ref} - CgTT_{UH,real}) / CgTT_{UH,ref}) \cdot 100 \quad \text{Equação (8.12)}$$

Onde:

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

$CgTT_{UH,real}$  é a carga térmica total da UH no modelo real (kWh/ano);

$CgTT_{UH,ref}$  é a carga térmica total da UH no modelo de referência (kWh/ano).

**Tabela 8.4** - Critério de classificação de eficiência energética da envoltória quanto à  $CgTT_{UH}$

| Classe A                      | Classe B                      | Classe C           | Classe D                      |
|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| $RedCgTT \geq RedCgTT_{mínA}$ | $RedCgTT \geq RedCgTT_{mínB}$ | $RedCgTT \geq 0\%$ | $RedCgTT \geq RedCgTT_{mínD}$ |

### 8.2.1.4 Incremento mínimo do $PHFT_{UH,real}$ ( $\Delta PHFT_{mín}$ ) e redução mínima da $CgTT_{UH,real}$ ( $RedCgTT_{mín}$ )

Os valores de  $RedCgTT_{mín}$  são apresentados na Tabela 8.5 (classe D), na Tabela 8.6 (classe B) e na Tabela 8.7 (classe A). Para as classes B e A, também é necessário o atendimento à um  $\Delta PHFT_{mín}$ , apresentado na Tabela 8.6 (classe B) e na Tabela 8.7 (classe A). A  $RedCgTT_{mín}$  e o  $\Delta PHFT_{mín}$  devem ser analisados a partir dos valores de  $PHFT_{UH,ref}$  e de  $CgTT_{UH,ref}$  do modelo de referência.

**Tabela 8.5** -  $RedCgTT_{mínD}$  para o atendimento à classe D de eficiência energética

| Critério   | Tipologia                   |                  |                |                     |
|--|-----------------------------|------------------|----------------|---------------------|
|  | Unifamiliar                 | Multifamiliar    |                |                     |
|  |                             | Pavimento térreo | Pavimento tipo | Pavimento cobertura |
| $CgTT_{UH,ref} / A_{p,UH}$ (kWh/(ano.m <sup>2</sup> )) | RedCgTT <sub>mínD</sub> (%) |                  |                |                     |
| $CgTT_{UH,ref} / A_{p,UH} < 100$                       | -17                         | -15              | -22            | -15                 |
| $CgTT_{UH,ref} / A_{p,UH} \geq 100$                    | -27                         | -20              | -25            | -20                 |

**Tabela 8.6** -  $\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}$  e  $\text{RedCgTT}_{\text{mínB}}$  para o atendimento à classe B de eficiência energética

| Critério                         |   | Tipologia  |                  |                |                     |
|----------------------------------|---|--|------------------|----------------|---------------------|
|                                  |   | Unifamiliar  | Multifamiliar    |                |                     |
|                                  |   |  | Pavimento térreo | Pavimento tipo | Pavimento cobertura |
| <b>PHFT<sub>UH,ref</sub> (%)</b> | <b><math>\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}}</math> (kWh/(ano.m<sup>2</sup>))</b> | <b><math>\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}</math> (%)</b> |                  |                |                     |
| PHFT <sub>UH,ref</sub> < 70%     | Todos os valores  | Obtido a partir do ábaco ou equações da Figura 8.1     |                  |                |                     |
| PHFT <sub>UH,ref</sub> ≥ 70%     | Todos os valores  | 0  | 0                | 0              | 0                   |
| <b>PHFT<sub>UH,ref</sub> (%)</b> | <b><math>\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}}</math> (kWh/(ano.m<sup>2</sup>))</b> | <b>RedCgTT<sub>mínB</sub> (%)</b>                      |                  |                |                     |
| PHFT <sub>UH,ref</sub> < 70%     | Todos os valores  | 0  | 0                | 0              | 0                   |
| PHFT <sub>UH,ref</sub> ≥ 70%     | $\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}} < 100$                                       | 17   | 15               | 22             | 15                  |
|                                  | $\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}} \geq 100$                                    | 27   | 20               | 25             | 20                  |

**Tabela 8.7** -  $\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}$  e  $\text{RedCgTT}_{\text{mínA}}$  para o atendimento à classe A de eficiência energética

| Critério                         |   | Tipologia  |                  |                |                     |
|----------------------------------|---|--|------------------|----------------|---------------------|
|                                  |   | Unifamiliar  | Multifamiliar    |                |                     |
|                                  |   |  | Pavimento térreo | Pavimento tipo | Pavimento cobertura |
| <b>PHFT<sub>UH,ref</sub> (%)</b> | <b><math>\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}}</math> (kWh/(ano.m<sup>2</sup>))</b> | <b><math>\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}</math> (%)</b> |                  |                |                     |
| PHFT <sub>UH,ref</sub> < 70%     | Todos os valores  | Obtido a partir do ábaco ou equações da Figura 8.1     |                  |                |                     |
| PHFT <sub>UH,ref</sub> ≥ 70%     | Todos os valores  | 0  | 0                | 0              | 0                   |
| <b>PHFT<sub>UH,ref</sub> (%)</b> | <b><math>\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}}</math> (kWh/(ano.m<sup>2</sup>))</b> | <b>RedCgTT<sub>mínA</sub> (%)</b>                      |                  |                |                     |
| Todos os valores                 | $\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}} < 100$                                       | 35   | 30               | 45             | 30                  |
|                                  | $\text{CgTT}_{\text{UH,ref}} / A_{\text{p,UH}} \geq 100$                                    | 55   | 40               | 50             | 40                  |

Nota 1: Nas Tabelas 8.5, 8.6 e 8.7, a  $\text{CgTT}_{\text{UH,ref}}$  deve ser analisada em relação à  $A_{\text{p,UH}}$ , que representa a soma das áreas de piso de todos os APPs da UH ( $A_{\text{p,APP}}$ ), em metros quadrados.

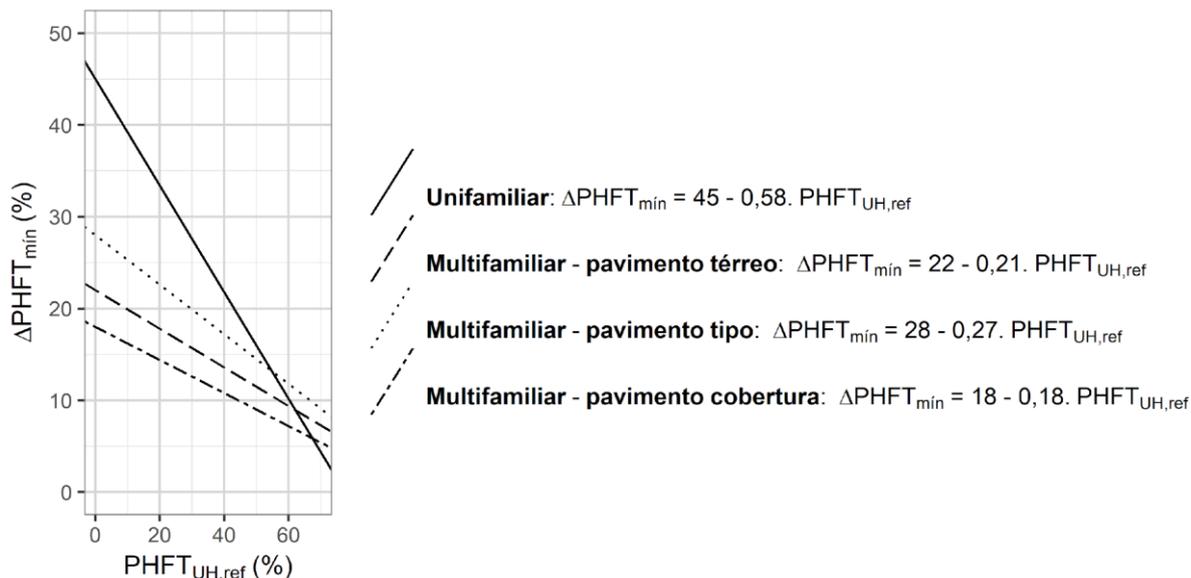
Nota 2: Caso ateste-se que a UH em análise não necessita do uso de sistemas de climatização de ar, ao longo de todo o ano, a classe A pode ser obtida se o  $\text{PHFT}_{\text{UH}}$  do modelo real for igual ou superior à 95%. O modelo real também deve atender ao critério de temperaturas operativas anuais máxima e mínima ( $\text{Tomá}_{\text{UH}}$  e  $\text{Tomín}_{\text{UH}}$ ). Mesmo quando atendidas estas condições, também devem ser calculadas as cargas térmicas de refrigeração e de aquecimento, quando houver, por meio da simulação considerando a utilização dos APPs sem o uso da ventilação natural, conforme descrito na ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4.7.4.

Nota 3: A aplicação das Tabelas 8.5, 8.6 e 8.7 e da Figura 8.1 em edificações multifamiliares deve considerar:

- Os valores de  $\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}$  e  $\text{RedCgTT}_{\text{mín}}$  do pavimento térreo somente para as UHs posicionadas em contato com o solo;
- UHs localizadas em pavimento térreo sobre pilotis, ou que possuam pavimentos no subsolo abaixo delas, devem considerar os valores de  $\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}$  e  $\text{RedCgTT}_{\text{mín}}$  do pavimento tipo;

- Os valores de  $\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}$  e  $\text{RedCgTT}_{\text{mín}}$  do pavimento de cobertura para as UHs localizadas no último andar da edificação, assim como em pavimentos tipo com cobertura parcialmente exposta.

**Figura 8.1** - Ábaco e equações para a obtenção do  $\Delta\text{PHFT}_{\text{mín}}$  quando o  $\text{PHFT}_{\text{UH,ref}}$  for inferior a 70%



### 8.2.2 Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água

A classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água baseia-se no percentual de redução de consumo de energia primária necessário para atender a demanda de água quente da edificação, calculado de acordo com o Anexo B.III, subitem B.III.1. O limite inferior do percentual de redução ( $\text{RedC}_{\text{AA}}$ ) para cada intervalo de classificação varia de acordo o tipo de sistema empregado – com ou sem acumulação - conforme Tabela 8.8. Caso o valor de  $\text{RedC}_{\text{AA}}$  for negativo, o sistema de aquecimento de água recebe a classificação E.

**Tabela 8.8** – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética de acordo com o tipo de sistema para o aquecimento de água

| Sistema        | RedC <sub>AA</sub> (%)  |                              |                              |                             |                        |
|----------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------|
|                | Classe A                | Classe B                     | Classe C                     | Classe D                    | Classe E               |
| Com acumulação | RedC <sub>AA</sub> > 30 | 30 ≥ RedC <sub>AA</sub> > 20 | 20 ≥ RedC <sub>AA</sub> > 10 | 10 ≥ RedC <sub>AA</sub> ≥ 0 | RedC <sub>AA</sub> < 0 |
| Sem acumulação | RedC <sub>AA</sub> > 21 | 21 ≥ RedC <sub>AA</sub> > 14 | 14 ≥ RedC <sub>AA</sub> > 7  | 7 ≥ RedC <sub>AA</sub> ≥ 0  | RedC <sub>AA</sub> < 0 |

## 9. PROCEDIMENTO PARA DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS ÁREAS DE USO COMUM

Este item tem por objetivo estabelecer os critérios para avaliação de áreas de uso comum (AUC) de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais (não se aplica às edificações unifamiliares).

A classificação deve ser realizada por meio do percentual de redução do consumo estimado de energia primária das áreas de uso comum ( $RedC_{EP,AUC}$ ), comparando-se a condição real com sua condição de referência.

Para a classificação das AUC são avaliados cinco sistemas individuais: a iluminação artificial, as bombas e motobombas, os elevadores, o sistema de condicionamento de ar e o sistema de aquecimento de água. Além destes cinco sistemas, é adicionado o consumo médio estimado de outros equipamentos.

No sistema de iluminação artificial é avaliado o percentual de redução do consumo de iluminação ( $RedC_{IL}$ ) da área de uso comum na condição real ( $C_{IL,real}$ ) em relação à condição de referência ( $C_{IL,refD}$ ).

O consumo das motobombas ( $C_B$ ) leva em consideração o volume de água que deve ser elevado e a sua capacidade horária de bombeamento.

Para os elevadores, o cálculo do consumo anual ( $C_{ELEV}$ ) e a avaliação da classe de eficiência energética seguem a metodologia das normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.

No sistema de condicionamento de ar avalia-se o coeficiente de eficiência energética de cada aparelho, conforme classificação no PBE. O consumo estimado para o sistema de condicionamento de ar da AUC ( $C_{AC}$ ) na condição real e na condição de referência pode ser realizado com base na classificação por COP ou IDRS.

A avaliação do sistema de aquecimento de água é realizada por meio da redução do consumo do sistema na condição real em relação à condição de referência ( $RedC_{AA,AUC}$ ), seguindo o mesmo procedimento descrito para avaliação do sistema de aquecimento de água das unidades habitacionais.

Os sistemas individuais são classificados da classe A (mais eficiente) à classe E (menos eficiente).

O consumo de energia primária da AUC resulta da soma das energias elétrica e térmica, que devem ser devidamente transformadas a partir de seus fatores de conversão, descontando-se a parcela de energia primária referente à geração local de energia renovável, quando existente.

A classificação das áreas de uso comum é obtida para todos os sistemas em conjunto, considerando os requisitos aplicáveis ao empreendimento, que são aqueles referentes aos espaços e equipamentos existentes nas áreas comuns. Por exemplo: se a edificação não possuir elevadores, o item correspondente não é aplicável e pode ser desconsiderado da classificação.

Nota: Se estiver previsto sistema de condicionamento de ar e/ou sistema de aquecimento de água e o empreendimento for entregue sem estes equipamentos, o empreendedor deve entregar a especificação mínima ao futuro proprietário juntamente com uma carta de crédito ou outra forma que possibilite a aquisição dos equipamentos para sua instalação posterior, sendo esta especificação utilizada para a avaliação.

### 9.1 Classificação da eficiência energética das áreas de uso comum

A determinação da classificação da eficiência energética das áreas de uso comum deve ser feita com base no percentual de redução do consumo estimado de energia primária ( $RedC_{EP,AUC}$ ) das áreas de uso comum na condição real em comparação com características de referência. O percentual de redução deve ser calculado por meio da Equação 9.1 e a classificação obtida na Tabela 9.1 (para AUC sem elevador) e na Tabela 9.2 (para AUC com elevador).

$$RedC_{EP,AUC} = ((C_{EP,AUC,ref} - C_{EP,AUC,real}) / C_{EP,AUC,ref}) \cdot 100 \quad \text{Equação (9.1)}$$

Onde:

$Red_{CEP,AUC}$  é o percentual de redução do consumo de energia primária das áreas de uso comum na condição real em relação à AUC na condição de referência (%);

$C_{EP,AUC,ref}$  é o consumo anual de energia primária das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);

$C_{EP,AUC,real}$  é o consumo anual de energia primária das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano).

**Tabela 9.1** – Limites inferiores de  $Red_{CEP,AUC}$  para as áreas de uso comum sem elevador

| Sistema          | Red <sub>CEP,AUC</sub> (%) – sem elevador |                                  |                                 |                                  |                              |
|------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
|                  | Classe A                                  | Classe B                         | Classe C                        | Classe D                         | Classe E                     |
| AUC sem elevador | Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 30               | 30 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 15 | 15 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 0 | 0 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ -15 | Red <sub>CEP,AUC</sub> < -15 |

**Tabela 9.2** – Limites inferiores de  $Red_{CEP,AUC}$  para as áreas de uso comum com elevador

| Tipo de edificação            | Quantidade de elevadores | Red <sub>CEP,AUC</sub> (%) – com elevador |                                  |                                 |                                  |                              |
|-------------------------------|--------------------------|---|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
|                               |                          | Classe A                                  | Classe B                         | Classe C                        | Classe D                         | Classe E                     |
| Edificação com até 6 UHs      | Um elevador              | Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 40               | 40 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 20 | 20 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 0 | 0 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ -20 | Red <sub>CEP,AUC</sub> < -20 |
|                               | Mais de um elevador      | Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 50               | 50 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 25 | 25 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 0 | 0 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ -25 | Red <sub>CEP,AUC</sub> < -25 |
| Edificação de 7 até 20 UHs    | Um elevador              | Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 28               | 28 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 14 | 14 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 0 | 0 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ -14 | Red <sub>CEP,AUC</sub> < -14 |
|                               | Mais de um elevador      | Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 32               | 32 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 16 | 16 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 0 | 0 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ -16 | Red <sub>CEP,AUC</sub> < -16 |
| Edificação com mais de 20 UHs | Um elevador              | Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 26               | 26 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 13 | 13 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 0 | 0 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ -13 | Red <sub>CEP,AUC</sub> < -13 |
|                               | Mais de um elevador      | Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 30               | 30 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 15 | 15 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ 0 | 0 > Red <sub>CEP,AUC</sub> ≥ -15 | Red <sub>CEP,AUC</sub> < -15 |

O consumo de energia primária das áreas de uso comum na condição real ( $C_{EP,AUC,real}$ ) e na condição de referência ( $C_{EP,AUC,ref}$ ) deve ser calculado conforme as equações 9.2 e 9.3, respectivamente.

O consumo de energia primária das áreas de uso comum na condição real é definido pela soma de seu consumo estimado de energia elétrica ( $C_{EE,AUC,real}$ , Equação 9.4) e térmica ( $C_{ET,AUC,real}$ , Equação 9.7), multiplicado pelos respectivos fatores de conversão ( $f_{CE}$  e  $f_{CT}$ ), descontando-se a parcela de energia primária referente à geração local de energia renovável, quando existente.

O consumo de energia primária das áreas de uso comum na condição de referência ( $C_{EP,AUC,ref}$ ) é definido pelo consumo estimado de energia elétrica ( $C_{EE,AUC,ref}$ , Equação 9.5), multiplicado pelo seu respectivo fator de conversão ( $f_{CE}$ ). Na condição de referência não pode ser considerada a parcela de energia primária referente à geração local de energia renovável, caso existente.

Os fatores de conversão para energia primária variam de acordo com a fonte de energia empregada: energia elétrica ( $f_{CE}$ ) e térmica ( $f_{CT}$ ). Devem ser considerados os valores expressos na Tabela 8.1, conforme a fonte de energia utilizada na edificação.

$$C_{EP,AUC,real} = (C_{EE,AUC,real} \cdot f_{CE}) + (C_{ET,AUC,real} \cdot f_{CT}) - (G_{EE,AUC} \cdot f_{CE}) \quad \text{Equação (9.2)}$$

Onde:

$C_{EP,AUC,real}$  é o consumo anual de energia primária das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);

$C_{EE,AUC,real}$  é o consumo total de energia elétrica das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);

$C_{ET,AUC,real}$  é o consumo total de energia térmica das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);

$G_{EE,AUC}$  é a energia gerada por fontes locais de energia renovável para as áreas de uso comum (kWh/ano);

$f_{CE}$  é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;

$f_{CT}$  é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

$$C_{EP,AUC,ref} = (C_{EE,AUC,ref} \cdot f_{CE}) \quad \text{Equação (9.3)}$$

Onde:

$C_{EP,AUC,ref}$  é o consumo anual de energia primária das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);  
 $C_{EE,AUC,ref}$  é o consumo total de energia elétrica das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);  
 $f_{CE}$  é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária.

O consumo total de energia elétrica das áreas de uso comum na condição real ( $C_{EE,AUC,real}$ , Equação 9.4) e na condição de referência ( $C_{EE,AUC,ref}$ , Equação 9.5) é composto pela soma dos consumos para iluminação ( $C_{IL,real}$  ou  $C_{IL,ref}$ ), consumo para bombas ( $C_{B,real}$  ou  $C_{B,ref}$ ), consumo para elevadores ( $C_{ELEV,real}$  ou  $C_{ELEV,ref}$ ), condicionamento de ar ( $C_{AC,real}$  ou  $C_{AC,ref}$ ), para aquecimento de água proveniente de fontes de energia elétrica ( $C_{AAE,AUC,real}$  ou  $C_{AAE,AUC,ref}$ ) e consumo médio estimado dos equipamentos ( $C_{EQ,AUC}$ ).

$$C_{EE,AUC,real} = C_{IL,real} + C_{B,real} + C_{ELEV,real} + C_{AC,real} + C_{AAE,AUC,real} + C_{EQ,AUC} \quad \text{Equação (9.4)}$$

Onde:

$C_{EE,AUC,real}$  é o consumo total de energia elétrica das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);  
 $C_{IL,real}$  é o consumo de iluminação das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);  
 $C_{B,real}$  é o consumo das bombas elétricas das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);  
 $C_{ELEV,real}$  é o consumo de energia elétrica dos elevadores na condição real (kWh/ano);  
 $C_{AC,real}$  é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);  
 $C_{AAE,AUC,real}$  é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);  
 $C_{EQ,AUC}$  é o consumo médio estimado de energia elétrica dos equipamentos das áreas de uso comum (kWh/ano), calculado por meio da Equação 9.6.

$$C_{EE,AUC,ref} = C_{IL,ref} + C_{B,ref} + C_{ELEV,ref} + C_{AC,ref} + C_{AAE,AUC,ref} + C_{EQ,AUC} \quad \text{Equação (9.5)}$$

Onde:

$C_{EE,AUC,ref}$  é o consumo total de energia elétrica das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);  
 $C_{IL,ref}$  é o consumo de iluminação das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);  
 $C_{B,ref}$  é o consumo das bombas elétricas das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);  
 $C_{ELEV,ref}$  é o consumo de energia elétrica dos elevadores na condição de referência (kWh/ano);  
 $C_{AC,ref}$  é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);  
 $C_{AAE,AUC,ref}$  é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica das áreas de uso comum na condição de referência (kWh/ano);  
 $C_{EQ,AUC}$  é o consumo médio estimado de energia elétrica dos equipamentos das áreas de uso comum (kWh/ano), calculado por meio da Equação 9.6.

**Nota:** Edificações que utilizam fontes de energia térmica voltadas para o atendimento da demanda de água quente terão sempre como condição de referência o consumo de energia de fonte elétrica.

$$C_{EQ,AUC} = (P_i \cdot h \cdot N_{ano})/1000 \quad \text{Equação (9.6)}$$

Onde:

$C_{EQ,AUC}$  é o consumo médio estimado de energia elétrica dos equipamentos das áreas de uso comum (kWh/ano);  
 $P_i$  é a potência instalada dos equipamentos (W);  
 $h$  são as horas de uso diárias da área de uso comum, obtidas na Tabela G.1 do Anexo G;  
 $N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano, obtidos Tabela G.1 do Anexo G.

Nota: A potência dos equipamentos ( $P_i$ ) para as áreas de uso comum na condição real e sua condição de referência deve ser a mesma, e pode utilizada a densidade de potência de equipamentos em uso (DPE) obtida na Tabela G.2 do Anexo G ou por levantamento fornecido pelo projetista incluindo memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

O consumo total de energia térmica das áreas de uso comum é exclusivo da condição real ( $C_{ET,AUC,real}$ ), sendo equivalente ao consumo do sistema de aquecimento de água em energia térmica, quando existente, conforme Equação 9.7.

$$C_{ET,AUC,real} = C_{AAT,AUC,real} \quad \text{Equação (9.7)}$$

Onde:

$C_{ET,AUC,real}$  é o consumo total de energia térmica das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano);

$C_{AAT,AUC,real}$  é o consumo do sistema de aquecimento de água proveniente de fontes de energia térmica das áreas de uso comum na condição real (kWh/ano).

## 9.2 Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais das AUC

### 9.2.1 Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de iluminação

A escala relativa à classificação de eficiência energética do sistema de iluminação deve ser elaborada com base no percentual de redução do consumo do sistema de iluminação da classificação D ( $C_{IL,refD}$ ) para a classificação A ( $C_{IL,refA}$ ). A definição das classes intermediárias da escala resulta da divisão do intervalo entre as classes D e A em três partes, “i”, conforme Equação 9.8.

$$i = \frac{((C_{IL,refD} - C_{IL,refA}) / C_{IL,refD}) \cdot 100}{3} \quad \text{Equação (9.8)}$$

Onde:

i é o coeficiente que representa os intervalos entre as classificações;

$C_{IL,refD}$  é o consumo do sistema de iluminação para a classificação D (kWh/ano);

$C_{IL,refA}$  é o consumo do sistema de iluminação para a classificação A (kWh/ano).

Os consumos do sistema de iluminação para as condições de referência equivalentes à classificação D e A ( $C_{IL,refD}$  e  $C_{IL,refA}$ ) devem ser calculados com base no Anexo G.I, subitem G.I.1.

Com o valor de “i” deve-se preencher a Tabela 9.3. A classificação de eficiência energética do sistema de iluminação é feita a partir do percentual de redução do consumo do sistema de iluminação da área de uso comum na condição real ( $RedC_{IL}$ ) e a escala resultante, calculado conforme item G.I.1 do Anexo G. Caso o valor de  $RedC_{IL}$  seja negativo, o sistema de iluminação recebe a classificação E.

**Tabela 9.3** – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética para o sistema de iluminação

| Red $C_{IL}$ (%)  |                          |                         |                     |
|-------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|
| Classe A          | Classe B                 | Classe C                | Classe D            |
| Red $C_{IL} > 3i$ | $3i \geq RedC_{IL} > 2i$ | $2i \geq RedC_{IL} > i$ | Red $C_{IL} \leq i$ |

## 9.2.2 Determinação da classificação de eficiência energética das bombas e/ou motobombas

A classificação de eficiência energética das bombas e/ou motobombas baseia-se no percentual de redução de consumo em energia primária para o bombeamento de água ( $RedC_B$ ), calculado de acordo com o item G.II do Anexo G. Os limites de redução de consumo das bombas e/ou motobombas, para cada intervalo de classificação, variam de acordo com a Tabela 9.4.

**Tabela 9.4** – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética para as bombas e/ou motobombas

| RedC <sub>B</sub> (%)   |                               |                             |                              |                          |
|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Classe A                | Classe B                      | Classe C                    | Classe D                     | Classe E                 |
| RedC <sub>B</sub> ≥ 7,4 | 7,4 > RedC <sub>B</sub> > 3,8 | 3,8 ≥ RedC <sub>B</sub> > 0 | 0 ≥ RedC <sub>B</sub> > -4,1 | RedC <sub>B</sub> ≤ -4,1 |

## 9.2.3 Determinação da classificação de eficiência energética dos elevadores

A classificação de eficiência energética dos elevadores na condição real é dada em função de seus consumos energéticos diários, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.

Caso haja mais de um elevador na edificação, com diferentes consumos e/ou classificações energéticas, deve-se calcular o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ( $Coef_{ELEV}$ ). Para tanto, deve-se multiplicar o consumo dos elevadores por seus respectivos coeficientes relativos à eficiência ( $Cef_{ELEV}$ ), descritos na Tabela 9.5, e dividir esse valor pela somatória dos consumos, conforme Equação 9.9, de forma a obter o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores da edificação ( $Coef_{ELEV}$ ). Uma vez obtido o  $Coef_{ELEV}$ , os valores relativos à eficiência do sistema devem ser comparados com os valores da Tabela 9.6. Para edificações onde todos os elevadores possuam a mesma classificação, esse cálculo é dispensado, sendo adotada tal classificação como a do sistema.

**Tabela 9.5** - Coeficiente relativo à eficiência de cada elevador

| Classe | Coeficiente relativo à eficiência de cada elevador ( $Cef_{ELEV}$ ) – até 20 UHs | Coeficiente relativo à eficiência de cada elevador ( $Cef_{ELEV}$ ) – acima de 20 UHs |
|--------|--|---|
| A      | 1,00   | 1,00  |
| B      | 1,50   | 1,67  |
| C      | 3,00   | 2,50  |
| D      | 6,00   | 4,17  |
| E      | 12,00  | 6,25  |

**Tabela 9.6** - Coeficiente relativo à eficiência do conjunto de elevadores

| Classe | Coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ( $Coef_{ELEV}$ ) – até 20 UHs | Coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ( $Coef_{ELEV}$ ) – acima de 20 UHs |
|--------|---|--|
| A      | $Coef_{ELEV} = 1,00$  | $Coef_{ELEV} = 1,00$   |
| B      | $1,00 < Coef_{ELEV} \leq 1,50$  | $1,00 < Coef_{ELEV} \leq 1,67$   |
| C      | $1,50 < Coef_{ELEV} \leq 3,00$  | $1,67 < Coef_{ELEV} \leq 2,50$   |
| D      | $3,00 < Coef_{ELEV} \leq 6,00$  | $2,50 < Coef_{ELEV} \leq 4,17$   |
| E      | $Coef_{ELEV} > 6,00$  | $Coef_{ELEV} > 4,17$   |

$$Coef_{ELEV} = \frac{\sum (C_{ELEV} \cdot Cef_{ELEV})}{\sum C_{ELEV}} \quad \text{Equação (9.9)}$$

Onde:

Coef<sub>ELEV</sub> é o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores;

C<sub>ELEV</sub> é o consumo anual de cada elevador (kWh/ano);

Cef<sub>ELEV</sub> é o coeficiente relativo à eficiência energética de cada elevador.

### 9.2.4 Determinação da classificação de eficiência do sistema de condicionamento de ar

A classificação de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar das AUC deve ser obtida por meio da classificação de eficiência energética de cada equipamento, representada pelo coeficiente de eficiência energética (CEE<sub>R</sub>), descrito no item B.II.1, multiplicado pela potência do respectivo equipamento. Caso haja mais de um tipo de equipamento ou equipamentos com classificações diferentes, deve-se realizar uma ponderação, conforme Equação 9.10. A Tabela 9.7 apresenta os intervalos para a classificação do sistema de condicionamento de ar.

**Tabela 9.7** – Limites para classificação do sistema de condicionamento de ar

| Classe | Coeficiente de eficiência energética ponderado do sistema de condicionamento de ar da AUC (CEE <sub>R,AUC</sub> ) |
|--------|---|
| A      | ≥ 5,5   |
| B      | 5,5 < CEE <sub>R,AUC</sub> ≤ 5,0  |
| C      | 5,0 < CEE <sub>R,AUC</sub> ≤ 4,5  |
| D      | 4,5 < CEE <sub>R,AUC</sub> ≤ 4,0  |
| E      | CEE <sub>R,AUC</sub> < 4,0  |

$$CEE_{R,AUC} = \frac{\sum (P_{equip} \times CEE_R)}{\sum P_{equip}} \quad \text{Equação (9.10)}$$

Onde:

CEE<sub>R,AUC</sub> é o coeficiente de eficiência energética ponderado do sistema de condicionamento de ar da AUC;

P<sub>equip</sub> é a potência do equipamento de condicionamento de ar (em BTU/h);

CEE<sub>R</sub> é o coeficiente de eficiência energética do equipamento de condicionamento de ar da AUC, conforme descrito no item B.II.1.

### 9.2.5 Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água

A classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água baseia-se no percentual de redução do consumo de energia primária necessário para atender a demanda de água quente das áreas de uso comum, calculado de acordo com o item G.V do Anexo G. O limite inferior do percentual de redução (Red<sub>CAA</sub>) para cada intervalo de classificação varia de acordo o tipo de sistema empregado – com ou sem acumulação – conforme a Tabela 8.8.

## ANEXO A – MÉTODO PRESCRITIVO

Este Anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para a determinação da eficiência energética da envoltória da UH pelo método prescritivo.

### A.1 ENVOLTÓRIA

O método prescritivo 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, descritos na ABNT NBR 15575-4, Seção 11.

As coberturas são avaliadas quanto à sua transmitância térmica ( $U_{cob}$ ), adotando-se o mesmo procedimento de comparação com um valor de referência, conforme descritos na ABNT NBR 15575-5, Seção 11.

A obtenção do desempenho térmico mínimo, por meio do atendimento aos critérios para os sistemas de vedações verticais externas (SVVEs) e de coberturas, conduz à classificação C de eficiência da envoltória. Caso algum requisito não seja atendido no método prescritivo, ou para obtenção de classificação mais elevada na envoltória (classes B ou A), esta deve ser avaliada pelo método simplificado ou de simulação.

### A.2 CONSUMO ESTIMADO DE ENERGIA ELÉTRICA

A Tabela A.1 apresenta os consumos anuais estimados de energia elétrica, por metro quadrado, para refrigeração e aquecimento dos APPs (sala e dormitório) pelo método prescritivo.

**Tabela A.1** – Consumo estimado para refrigeração e aquecimento dos APPs

| Zona bioclimática | Sala (kWh/m <sup>2</sup> .ano) |              | Dormitório (kWh/m <sup>2</sup> .ano) |              |
|-------------------|--------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------|
|                   | Aquecimento                    | Refrigeração | Aquecimento                          | Refrigeração |
| ZB1               | 1,5                            | 5,8          | 9,3                                  | 0,1          |
| ZB2               | 3,0                            | 22,7         | 11,2                                 | 11,9         |
| ZB3               | 0,3                            | 21,1         | 2,5                                  | 7,6          |
| ZB4               | 0,0                            | 50,0         | 0,0                                  | 21,3         |
| ZB5               | 0,0                            | 45,7         | 0,0                                  | 27,1         |
| ZB6               | 0,0                            | 48,6         | 0,0                                  | 13,2         |
| ZB7               | 0,0                            | 76,0         | 0,0                                  | 39,8         |
| ZB8               | 0,0                            | 84,8         | 0,0                                  | 70,6         |

## ANEXO B – MÉTODO SIMPLIFICADO

Este Anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para a determinação do consumo energético dos sistemas individuais inerentes às edificações residenciais a partir da utilização do método simplificado.

O método descrito por este Anexo aplica-se somente às edificações que atendem aos limites definidos na Tabela 6.1. Edificações que não atendem a um ou mais critérios expostos nos limites descritos devem ser avaliadas pelo método de simulação, conforme o Anexo C.

Pelo método simplificado deste Anexo, a edificação é avaliada sob duas condições: o modelo real, com as características de projeto da edificação; e o modelo de referência, com características da envoltória listadas na ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4.7.2.

Fazem parte deste Anexo os sistemas individuais: envoltória (B.I), sistema de condicionamento de ar (B.II) e aquecimento de água (B.III).

### ANEXO B.I – ENVOLTÓRIA

Neste Anexo são descritos os parâmetros para a avaliação da eficiência energética da envoltória dos ambientes de permanência prolongada (APPs) das unidades habitacionais (UHs) quanto ao percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT), às temperaturas operativas anuais máxima (Tomáx) e mínima (Tomín) e à carga térmica de refrigeração (CgTR), de aquecimento (CgTA), e total (CgTT) pelo método simplificado.

#### B.I.1. Determinação do PHFT, Tomáx, Tomín, CgTR, CgTA e CgTT

O percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT), as temperaturas operativas anuais máximas (Tomáx) e mínima (Tomín) e a carga térmica de refrigeração (CgTR), de aquecimento (CgTA), e total (CgTT) para o modelo real e modelo de referência são obtidos por meio do metamodelo disponível em <<http://pbeedifica.com.br/redes/residencial/>>. O metamodelo estima o valor destas variáveis com base em um treinamento realizado a partir de um banco de dados de simulações computacionais desenvolvidas conforme estabelecido na ABNT NBR 15575-1. O PHFT, a Tomáx, a Tomín, a CgTR e a CgTA das simulações que compõem esta base foram calculados conforme descrito nas subseções 11.4.7.5 a 11.4.7.8 da referida norma.

O metamodelo incorpora os seguintes procedimentos da avaliação de desempenho térmico da ABNT NBR 15575-1:

- A modelagem da unidade habitacional conforme a subseção 11.4.7.1;
- A modelagem da ocupação e das cargas internas conforme a subseção 11.4.7.3;
- A modelagem com e sem o uso da ventilação natural conforme a subseção 11.4.7.4.

O modelo de referência utilizado no metamodelo considera as características descritas pela subseção 11.4.7.2 da ABNT NBR 15575-1.

### ANEXO B.II – SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Neste Anexo estão descritos os procedimentos para a determinação do consumo para refrigeração ( $CR_{UH,real}$ ) e aquecimento ( $CA_{UH,real}$ ) dos sistemas de condicionamento de ar, bem como dos coeficientes de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.

### B.II.1. Determinação do consumo para refrigeração

O consumo energético anual para refrigeração da UH no modelo real é obtido por meio da divisão da carga térmica de refrigeração do modelo real pelo coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração ( $CEE_R$ ), conforme Equação B.II.1.

$$CR_{UH,real} = \frac{CgTR_{UH,real}}{CEE_R} \quad \text{Equação (B.II.1)}$$

Onde:

$CR_{UH,real}$  é o consumo de energia elétrica para refrigeração da UH no modelo real (kWh/ano);

$CgTR_{UH,real}$  é a carga térmica de refrigeração da UH no modelo real (kWh/ano), conforme descrito pelo procedimento de simulação computacional da ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4;

$CEE_R$  é coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (W/W).

De forma análoga, a carga térmica para refrigeração da UH no modelo de referência ( $CgTR_{UH,ref}$ ) deve ser utilizada para o cálculo do consumo de refrigeração da UH na condição de referência ( $CR_{UH,ref}$ ), como descrito na Equação B.II.2.

$$CR_{UH,ref} = \frac{CgTR_{UH,ref}}{3,5} \quad \text{Equação (B.II.2)}$$

Onde:

$CR_{UH,ref}$  é o consumo de energia elétrica para refrigeração da UH no modelo de referência (kWh/ano);

$CgTR_{UH,ref}$  é a carga térmica de refrigeração da UH no modelo de referência (kWh/ano), conforme descrito pelo procedimento de simulação computacional da ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4.

No modelo real, o cálculo do coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração ( $CEE_R$ ) de máquinas com capacidade igual ou inferior a 17,6 kW (60.000 BTU/h) deve ser realizado com base no COP (item B.II.1.1), no IDRS (item B.II.1.2) ou no CSPF (item B.II.1.3).

Nota: Caso não haja previsão do sistema de condicionamento de ar na UH, deve ser adotado o  $CEE_R$  da edificação em sua condição de referência.

Para máquinas com capacidade superior a 17,6 kW (60.000 BTU/h) deve-se obter o  $CEE_R$  dos sistemas por meio dos procedimentos descritos no item B.II.4.2 da INI-C.

#### B.II.1.1 Com base no COP

Para aparelhos de condicionamento de ar do tipo janela ou **split** de velocidade fixa é obrigatório utilizar este método para calcular o  $CEE_R$ , conforme a Equação B.II.3.

$$CEE_R = 1,062 \cdot COP_R \quad \text{Equação (B.II.3)}$$

Onde:

$CEE_R$  é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (W/W);

$COP_R$  é o coeficiente de performance para refrigeração do aparelho de condicionamento de ar (W/W).

#### B.II.1.2 Com base no IDRS

Para aparelhos de condicionamento de ar do tipo **split** com **inverter**, o  $CEE_R$  pode ser calculado a partir do Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS) (Equação B.II.4), obtido nas tabelas de

eficiência energética do PBE para Condicionadores de ar (índices novos – IDRS). Alternativamente, o IDRS pode ser obtido por meio da interface **web**, disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/cspf/>>.

Nota: Caso o IDRS seja determinado por meio da interface **web**, deve-se utilizar o valor de CSPF obtido em conjunto para calcular o consumo de energia elétrica do sistema de condicionamento de ar. O CSPF resulta em um consumo mais próximo da realidade do sistema por basear-se no arquivo climático horário da cidade analisada (sazonalidades) e nas horas de ocupação da edificação.

O IDRS possui vantagens sobre o COP, pois considera o desempenho da máquina em carga parcial de interpolações em 50% e 100% de carga, considerando o sistema de condicionamento de ar para um clima brasileiro médio.

$$CEE_R = IDRS \quad \text{Equação (B.II.4)}$$

Onde:

CEE<sub>R</sub> é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (W/W);  
IDRS é o Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal.

### B.II.1.3 Com base no CSPF

Alternativamente, para aparelhos de condicionamento de ar do tipo **split** com **inverter**, o cálculo do CEE<sub>R</sub> pode ser adaptado para climas específicos em função da temperatura externa destes climas e das horas de operação do sistema (Equação B.II.5). O CSPF (**Cooling Seasonal Performance Factor**) pode ser obtido pelo procedimento descrito na ISO 16358-1:2013 ou por meio da interface **web**, disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/cspf/>>, utilizando o arquivo climático (EPW) do clima desejado e para as horas de operação reais.

$$CEE_R = CSPF \quad \text{Equação (B.II.5)}$$

Onde:

CEE<sub>R</sub> é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (W/W);  
CSPF é o **Cooling Seasonal Performance Factor**.

### B.II.2 Determinação do consumo para aquecimento

O consumo energético anual para aquecimento do modelo real é obtido por meio da divisão da carga térmica de aquecimento da UH pelo coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para aquecimento (CEE<sub>A</sub>), conforme Equação B.II.6.

$$CA_{UH,real} = \frac{CgTA_{UH,real}}{CEE_A} \quad \text{Equação (B.II.6)}$$

Onde:

CA<sub>UH,real</sub> é o consumo de energia elétrica para aquecimento da UH no modelo real (kWh/ano);  
CgTA<sub>UH,real</sub> é a carga térmica de aquecimento da UH no modelo real (kWh/ano), conforme descrito pelo procedimento de simulação computacional da ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4;  
CEE<sub>A</sub> é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para aquecimento (W/W). Para sistemas de condicionamento de ar **split** e de janela deve-se considerar o valor de 1,72 + (0,5 · CEE<sub>R</sub>) para todas as zonas bioclimáticas para o modelo real, ou dado do fabricante.

Nota: Caso não haja previsão do sistema de condicionamento de ar na UH, deve ser adotado o CEE<sub>A</sub> da edificação em sua condição de referência.

De forma análoga, a carga térmica para aquecimento da UH no modelo de referência ( $CgTA_{UH,ref}$ ) deve ser utilizada para o cálculo do consumo de aquecimento da UH na condição de referência ( $CA_{UH,ref}$ ), como descrito na Equação B.II.7.

$$CA_{UH,ref} = \frac{CgTA_{UH,ref}}{3,47} \quad \text{Equação (B.II.7)}$$

Onde:

$CA_{UH,ref}$  é o consumo de energia elétrica para aquecimento da UH na condição de referência (kWh/ano);

$CgTA_{UH,ref}$  é a carga térmica total anual (kWh/ano) da edificação em sua condição de referência.

Nota 1: O consumo de energia elétrica para aquecimento somente deve ser considerado para UHs em climas cuja média anual da temperatura externa de bulbo seco ( $TBS_m$ ) é inferior a 25 °C, conforme preconiza a Tabela 2 da ABNT NBR 15575-1, subseção 11.4.3. A média anual da temperatura do ar externo para as diferentes cidades brasileiras está disponível no [link](#) abaixo descrito. Na ausência de informações da cidade onde está localizada a edificação, deve-se adotar a cidade mais próxima.

<[http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura\\_ar\\_mensal\\_anual.xlsx](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx)>.

Nota 2: Na existência de aquecimento elétrico de piso, adotar COP = 1,0 W/W.

Nota 3: Na existência de aquecimento ambiental elétrico e térmico, deve-se apresentá-los separadamente. Neste caso, o consumo de aquecimento por fonte térmica deve ser determinado pelo projetista.

### **B.II.3 Filtragem e renovação de ar**

Recomenda-se a renovação de ar em função da área dos ambientes internos, tais como, salas e quartos, quando do uso de ar-condicionado, seguindo as orientações do Anexo A da norma ABNT NBR 16655-1.

Nota: No caso de sistemas de condicionamento de ar com capacidade igual ou inferior a 17,6 kW (60.000 BTU/h), em que exista sistema de renovação do ar, deve-se considerar a parcela referente ao seu consumo, conforme equações do item B.II.4.1 da INI-C.

## **ANEXO B.III – SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA**

Neste Anexo são descritos os critérios para a avaliação do sistema de aquecimento de água de edificações residenciais quanto à determinação de sua eficiência e consumo energético.

São descritos, ainda, os procedimentos para a determinação do percentual de redução do consumo de energia primária necessário para atender a demanda de água quente da edificação ( $RedC_{AA}$ ), o que é feito comparando-se o consumo da edificação na condição real com o consumo da edificação na condição de referência, equivalente à classe D.

### **B.III.1 Determinação do percentual de redução do consumo de energia primária**

A determinação do percentual de redução do consumo de energia primária necessário para atender à demanda de água quente ( $RedC_{AA}$ ) deve ser realizada a partir dos valores de consumo de energia primária para a demanda de água quente da edificação na condição real ( $C_{AA,real}$ ), e condição de referência ( $C_{AA,ref}$ ), por meio da Equação B.III.1.

$$RedC_{AA} = ((C_{AA,ref} - C_{AA,real}) / C_{AA,ref}) \cdot 100 \quad \text{Equação (B.III.1)}$$

Onde:

$RedC_{AA}$  é o percentual de redução do consumo de energia primária para a demanda de água quente da edificação na condição real em relação à edificação na condição de referência (%);

$C_{AA,ref}$  é o consumo de energia primária para a demanda de água quente da edificação na condição de referência (kWh/ano);

$C_{AA,real}$  é o consumo de energia primária para a demanda de água quente da edificação na condição real (kWh/ano).

### B.III.2 Determinação do consumo de energia para a demanda de água quente

O consumo total de energia primária do sistema de aquecimento de água varia de acordo com os equipamentos adotados e as fontes de energia utilizadas, devendo ser determinado por meio da Equação B.III.2. Tal procedimento deve ser realizado para a edificação na condição real e sua condição de referência.

$$C_{AA,real\ ou\ ref} = (C_{AAE,real\ ou\ ref} \cdot f_{cE}) + (C_{AAT,real} \cdot f_{cT}) \quad \text{Equação (B.III.2)}$$

Onde:

$C_{AA}$  é o consumo total de energia primária para aquecimento de água da edificação na condição real ( $C_{AA,real}$ ) ou na condição de referência ( $C_{AA,ref}$ ) (kWh/ano);

$C_{AAE}$  é o consumo total para aquecimento de água proveniente de fontes de energia elétrica na condição real ( $C_{AAE,real}$ ) ou na condição de referência ( $C_{AAE,ref}$ ) (kWh/ano);

$f_{cE}$  é o fator de conversão de energia elétrica para energia primária;

$C_{AAT}$  é o consumo total para aquecimento de água proveniente de fontes de energia térmica da edificação na condição real ( $C_{AAT,real}$ ) (kWh/ano). Não há energia térmica na condição de referência;

$f_{cT}$  é o fator de conversão de energia térmica para energia primária.

O consumo referente à energia elétrica ( $C_{AAE}$ ) para a edificação na condição real e na condição de referência deve ser calculado por meio das equações B.III.3.1 e B.III.3.2, respectivamente. O consumo referente à energia térmica ( $C_{AAT}$ ), quando existente, deve ser calculado apenas para a edificação na condição real, conforme a Equação B.III.4. Edificações que utilizam fontes de energia térmica para o atendimento da demanda de água quente terão sempre como condição de referência o consumo de energia de fonte elétrica.

$$C_{AAE,real} = N_{ano} \cdot \frac{E_{AAE} - E_{AA,rec,sol} + E_{per,E}}{r_{aq,E}} \quad \text{Equação B.III.3.1}$$

$$C_{AAE,ref} = N_{ano} \cdot \frac{E_{AAE} + E_{per,E}}{r_{aq,E}} \quad \text{Equação B.III.3.2}$$

Onde:

$C_{AAE,real}$  é o consumo de energia elétrica para aquecimento de água da edificação na condição real (kWh/ano)

$C_{AAE,ref}$  é o consumo de energia elétrica para aquecimento de água da edificação na condição de referência (kWh/ano);

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano; considerar 365 dias;

$E_{AAE}$  é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia);

$E_{AA,rec,sol}$  é a energia para aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou energia solar térmica, quando existentes (kWh/dia). Para o sistema de referência essa parcela não deve ser considerada;

$E_{per,E}$  é a energia consumida para suprir as perdas térmicas atribuídas à fonte elétrica (kWh/dia);  
 $r_{aq,E}$  é o coeficiente de rendimento do equipamento para o aquecedor de água de fonte elétrica.

$$C_{AAT,real} = N_{ano} \cdot \frac{E_{AAT} - E_{AA,rec,sol} + E_{per,T}}{r_{aq,T}} \quad \text{Equação (B.III.4)}$$

Onde:

$C_{AAT,real}$  é o consumo de energia térmica para aquecimento de água da edificação na condição real (kWh/ano);

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano; considerar 365 dias;

$E_{AAT}$  é a energia térmica requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia);

$E_{AA,recsol}$  é a energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou energia solar térmica, quando existentes (kWh/dia);

$E_{per,T}$  é a energia consumida para suprir as perdas térmicas atribuídas à fonte térmica (kWh/dia);

$r_{aq,T}$  é o coeficiente de rendimento do equipamento aquecedor de água de fonte térmica.

Para sistemas coletivos de aquecimento de água em edificações multifamiliares deve-se dividir o consumo de energia para aquecimento de água pelo número de habitantes total da edificação e multiplicar o resultado pelo número de habitantes da UH. Devem ser consideradas duas pessoas por dormitório da UH. A avaliação do sistema deve ser feita para cada UH individualmente.

Quando houver o uso de energia proveniente de fontes térmica e elétrica, simultaneamente, no sistema dimensionado, a parcela relativa à energia para aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou energia solar térmica ( $E_{AA,rec,sol}$  – Equação B.III.12) deve ser contabilizada em apenas uma das equações; ou seja, considera-se a energia dos sistemas de recuperação de calor na Equação B.III.3.1, ou na Equação B.III.4.

Nota: O consumo de energia térmica para o aquecimento de água deverá ainda ser expresso  $m^3$ /ano ou kg/ano. Para a conversão, deve-se considerar: 1) GLP (gás liquefeito de petróleo) em seu estado gasoso: 12,91 kWh equivalem a 1 kg de GLP; 2) GN (gás natural) em seu estado gasoso: 10,23 kWh equivalem a 1  $m^3$  de GN.

Quando houver mais de uma fonte de energia atendendo à demanda de água quente, as perdas térmicas relativas à distribuição, recirculação e ao armazenamento devem ser atribuídas proporcionalmente, conforme o percentual de energia atendido por cada fonte. O equacionamento das perdas para cada sistema é descrito nas equações B.III.5 e B.III.6.

$$E_{per,E} = E_{A,per,tot} \cdot PE_{AAE} \quad \text{Equação (B.III.5)}$$

Onde:

$E_{per,E}$  é a energia consumida para suprir as perdas térmicas atribuídas à fonte elétrica (kWh/dia);

$E_{A,per,tot}$  é a perda térmica total do sistema de aquecimento de água (kWh/dia);

$PE_{AAE}$  é o percentual de energia atendido por fontes elétricas.

$$E_{per,T} = E_{A,per,tot} - E_{per,E} \quad \text{Equação (B.III.6)}$$

Onde:

$E_{per,T}$  é a energia consumida para suprir perdas térmicas atribuídas à fonte térmica (kWh/dia);

$E_{A,per,tot}$  é a perda térmica total do sistema de aquecimento de água (kWh/dia);

$E_{per,E}$  é a energia consumida para suprir as perdas térmicas atribuídas à fonte elétrica (kWh/dia).

Os percentuais de contribuição de cada fonte são descritos na Equação B.III.7. Observa-se que a energia compensada pelo sistema térmico solar e de recuperação de calor não é contabilizada no cálculo deste percentual.

$$PE_{AAE} = \frac{E_{AAE}}{E_{AAE} + E_{AAT}} \quad \text{Equação (B.III.7)}$$

Onde:

$PE_{AAE}$  é o percentual de energia atendido por fontes elétricas;

$E_{AAE}$  é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia);

$E_{AAT}$  é a energia térmica requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia).

### B.III.3 Considerações gerais

O consumo de energia necessário para o aquecimento de água em edificações residenciais deve ser obtido a partir de três parcelas principais do sistema de aquecimento de água, descritas nas alíneas “a”, “b”, “c”, além do rendimento do equipamento aquecedor de água, descrito na alínea “d”, conforme abaixo:

- a) Energia necessária para aquecimento do volume de água quente consumida nas diversas aplicações e pontos de utilização da edificação;
- b) Energia gerada para aquecimento de água por sistemas que recuperam calor ou por energia solar térmica, quando existentes na edificação;
- c) Energia necessária para compensação das perdas térmicas do sistema de distribuição e de armazenamento;
  - c.1) Energia necessária para a compensação das perdas térmicas dos sistemas de distribuição responsáveis pelo transporte de água quente entre o sistema e/ou equipamento de aquecimento e o ponto de utilização, quando existentes na edificação;
  - c.2) Energia necessária para a compensação das perdas térmicas dos sistemas de recirculação de água quente, quando existentes na edificação;
  - c.3) Energia necessária para a compensação das perdas térmicas devido ao armazenamento da água quente, quando existirem reservatórios na edificação;
- d) Rendimento do equipamento aquecedor de água.

### B.III.4 Energia requerida para o atendimento da demanda de água quente

A energia requerida para o atendimento da demanda de água quente ( $E_{AA}$ ) depende do volume de armazenamento e da temperatura da água. O cálculo deve ser feito separadamente para a energia elétrica (Equação B.III.8), e para a energia térmica (Equação B.III.9), visto que estas são atribuídas, posteriormente, às equações de consumo.

$$E_{AAE} = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V_{dia,E} \cdot (\theta_{A,uso} \text{ ou } \theta_{A,arm} - \theta_{A,0})}{3600} \quad \text{Equação (B.III.8)}$$

Onde:

$E_{AAE}$  é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);

$\rho$  é a massa específica da água, equivalente a 1 kg/L;

$C_p$  é o calor específico da água, equivalente a 4.180 kJ/g.°C;

$V_{dia,E}$  é o volume diário de consumo de água quente em sistemas elétricos (m<sup>3</sup>/dia);

$\theta_{A,uso}$  ou  $\theta_{A,arm}$  é a temperatura de uso da água para sistemas sem acumulação ou de armazenamento para sistemas com acumulação (°C);

$\theta_{A,0}$  é a temperatura da água fria (°C).

$$E_{AAT} = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V_{dia,T} \cdot (\theta_{A,uso} \text{ ou } \theta_{A,arm} - \theta_{A,0})}{3600} \quad \text{Equação (B.III.9)}$$

Onde:

$E_{AAT}$  é a energia térmica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);

$\rho$  é a massa específica da água, equivalente a 1 kg/L;

$C_p$  é o calor específico da água, equivalente a 4.180 kJ/g.°C;

$V_{dia,T}$  é o volume diário de consumo de água quente em sistemas térmicos (m<sup>3</sup>/dia);

$\theta_{A,uso}$  ou  $\theta_{A,arm}$  é a temperatura de uso da água para sistemas sem acumulação ou de armazenamento para sistemas com acumulação (°C);

$\theta_{A,0}$  é a temperatura da água fria (°C).

O cálculo da demanda total de energia requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia), também utilizada no subitem B.III.5.2, deve ser realizado por meio da Equação B.III.10.

$$E_{AA} = E_{AAE} + E_{AAT} \quad \text{Equação (B.III.10)}$$

Onde:

$E_{AA}$  é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);

$E_{AAE}$  é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);

$E_{AAT}$  é a energia térmica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia).

Para sistemas sem armazenamento de água quente, deve-se adotar no mínimo 40 °C como o valor da temperatura de uso ( $\theta_{A,uso}$ ) para as regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. Para as regiões norte e nordeste, adota-se o valor de 38 °C. Para as duchas higiênicas a temperatura máxima nos pontos de utilização é de 38 °C.

Para sistemas com armazenamento de água quente deve-se adotar, no mínimo, 50 °C como temperatura de armazenamento ( $\theta_{A,armaz}$ ), independentemente da região do Brasil. No caso de sistemas de aquecimento indireto, como a água armazenada não é a mesma nos pontos de consumo, as temperaturas de armazenamento podem ser menores, uma vez que não ocorre risco de contaminação por Legionella, conforme especificado na ABNT NBR 16824.

Para a temperatura de água fria deve-se adotar a média anual ( $\theta_{A,0}$ ) e média mensal ( $\theta_{amb,i}$ ) da temperatura ambiente da cidade onde está localizada a edificação. Tais valores médios devem ser obtidos por meio da tabela de temperaturas do ar externo para as diferentes cidades brasileiras, disponível no **link** abaixo descrito, que se baseia nos arquivos climáticos INMET. Na ausência de informações da cidade onde está localizada a edificação, deve-se adotar a cidade mais próxima. <[http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura\\_ar\\_mensal\\_anual.xlsx](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx)>.

O volume diário de água quente deve ser calculado por meio da Equação B.III.11.

$$V_{dia,E \text{ ou } T} = \frac{\sum V_{dia,f} \cdot f}{1000} \quad \text{Equação (B.III.11)}$$

Onde:

$V_{dia,E \text{ ou } T}$  é o volume diário de consumo de água quente (m<sup>3</sup>/dia) da unidade habitacional para sistemas elétricos ou térmicos;

$V_{dia,f}$  é o volume diário de consumo de água quente por pessoa em sistemas elétricos ou térmicos (L);

$f$  é o número de pessoas da unidade habitacional.

Deve-se considerar, no mínimo, 50 litros/pessoa/dia para o volume diário de consumo. Deve-se, ainda, considerar duas pessoas por dormitório da UH.

Para sistemas coletivos de aquecimento de água em edificações multifamiliares deve-se dividir o consumo de energia para aquecimento de água pelo número de habitantes total da edificação e multiplicar o resultado pelo número de habitantes da UH. Devem ser consideradas duas pessoas por dormitório da UH.

### **B.III.5. Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de energia solar térmica ou que recuperam calor**

Do consumo de energia para o aquecimento da demanda de água quente devem ser descontadas, quando existentes, a energia para o aquecimento de água de sistemas recuperadores de calor e/ou energia solar térmica ( $E_{AA,rec,sol}$ ). A  $E_{AA,rec,sol}$  é obtida pela Equação B.III.12.

$$E_{AA,rec,sol} = E_{AA,rec} + E_{AA,sol} \quad \text{Equação (B.III.12)}$$

Onde:

$E_{AA,rec,sol}$  é a energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou energia solar térmica, quando existentes na edificação real (kWh/dia);

$E_{AA,rec}$  é a parcela de energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor, quando existentes na edificação real, calculada conforme item B.III.5.1 (kWh/dia);

$E_{AA,sol}$  é a parcela de energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico, quando existentes na edificação real, calculada conforme item B.III.5.2 (kWh/dia).

Nota: No caso de, em uma mesma unidade habitacional, coexistirem sistemas elétricos e térmicos de aquecimento de água, a parcela de energia atendida pelo sistema de recuperação de calor e/ou de energia solar térmica ( $E_{AA,rec,sol}$ ) deve ser descontada apenas do sistema (elétrico ou térmico) ao qual colabora.

#### **B.III.5.1. Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas recuperadores de calor**

Para sistemas que recuperam calor utilizado em outros processos, deve-se adotar o calor absorvido dos processos para reduzir a energia necessária para o sistema de aquecimento de água ( $E_{AA,rec}$ ), disposto em kWh/dia.

Os cálculos dos valores da parcela de energia para aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor, quando existentes na edificação real, devem ser demonstrados pelo projetista com base nos equipamentos adotados.

#### **B.III.5.2 Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico**

As equações para o cálculo da contribuição de sistemas solares para o aquecimento de água são descritas na sequência dos subitens relacionados. Os cálculos não são aplicáveis para sistemas de aquecimento em piscinas.

##### **B.III.5.2.1 Energia mensal incidente sobre a superfície dos coletores**

O cálculo da irradiância solar mensal incidente sobre a superfície inclinada dos coletores ( $EI_{mês,i}$ ) é descrito na Equação B.III.13.

$$EI_{mês,i} = H_{dia} \cdot N_i \quad \text{Equação (B.III.13)}$$

Onde:

$E_{mês,i}$  é a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês “i” (kWh/(m<sup>2</sup>.mês));  
 $H_{dia}$  é a irradiação solar incidente no plano inclinado conforme a orientação do sistema (kWh/(m<sup>2</sup>.dia)). Estes valores são disponibilizados no sítio eletrônico do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN), por meio do Atlas Brasileiro de Energia Solar – 2ª Edição (2017), disponível em: <[http://labren.ccst.inpe.br/atlas\\_2017.html](http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html)>; tais informações fornecidas pelo INPE são referentes à irradiação global horizontal e à irradiação na superfície inclinada à Norte (azimute zero), para a latitude local. De forma complementar, podem ser consultados o sítio eletrônico do CRESESB, ou para azimutes diferentes do indicado, pelo *software* Radiasol;”.

### B.III.5.2.2 Energia solar mensal absorvida pelos coletores

O cálculo da energia solar mensal absorvida pelos coletores ( $E_{SAMês,i}$ ) é descrito na Equação B.III.14.

$$E_{SAMês,i} = S_c \cdot F'_R(\tau\alpha) \cdot EI_{mês,i} \quad \text{Equação (B.III.14)}$$

Onde:

$E_{SAMês,i}$  é a energia solar mensal absorvida pelos coletores do mês “i” (kWh/mês), tal que  $i = 1, 2, 3, \dots, 12$ ;  
 $S_c$  é a superfície de absorção total dos coletores solares (m<sup>2</sup>);  
 $EI_{mês,i}$  é a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês “i” (kWh/(m<sup>2</sup>.mês));  
 $F'_R(\tau\alpha)$  é o fator adimensional, calculado por meio da Equação B.III.15.

$$F'_R(\tau\alpha) = F_R(\tau\alpha)_n \cdot \left[ \frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] \cdot \frac{F'_R}{F_R} \quad \text{Equação (B.III.15)}$$

Onde:

$F_R(\tau\alpha)_n$  é o fator de eficiência óptica do coletor, obtido por meio de informações fornecidas pelos fabricantes de coletores solares (adimensional);

$\left[ \frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right]$  é o modificador do ângulo de incidência; na ausência desta informação adotar 0,96 para coletores com cobertura de vidro;

$\frac{F'_R}{F_R}$  é o fator de correção do conjunto coletor/trocador; na ausência desta informação adotar 0,95.

### B.III.5.2.3 Energia solar não aproveitada pelos coletores

O cálculo da energia solar mensal não aproveitada pelos coletores ( $EP_{mês,i}$ ) é descrito na Equação B.III.16.

$$EP_{mês,i} = S_c \cdot F'_R U_L \cdot (100 - \theta_{amb,i}) \cdot \Delta t_i \cdot K_1 \cdot K_{2,i} \quad \text{Equação (B.III.16)}$$

Onde:

$EP_{mês,i}$  é a energia solar mensal não aproveitada pelos coletores do mês “i” (kWh/mês);

$S_c$  é a superfície de absorção total dos coletores solares (m<sup>2</sup>);

$F'_R U_L$  é um fator de correção, calculado pela Equação B.III.17 (kW/(m<sup>2</sup>.K));

$\theta_{amb,i}$  é a temperatura média mensal ambiente do local de instalação do coletor do mês “i” (°C);

$\Delta t_i$  é o período de tempo considerado em horas para o mês “i”. Exemplo: 744 horas em janeiro, 672 horas em fevereiro, e assim por diante;

$K_1$  é o fator de correção para armazenamento, calculado pela Equação B.III.18;

$K_{2,i}$  é o fator de correção para o sistema de aquecimento solar que relaciona as diferentes temperaturas no mês “i”, calculado pela Equação B.III.19.

$$F'_R U_L = F_R U_L \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot 10^{-3} \quad \text{Equação (B.III.17)}$$

Onde:

$F_{RU,L}$  é o coeficiente global de perdas do coletor, obtido por meio de informações fornecidas pelos fabricantes de coletores solares (kW/(m<sup>2</sup>.K));

$\frac{F'_{R}}{F_{R}}$  é o fator de correção do conjunto coletor/trocador; na ausência desta informação adotar 0,95.

$$K_1 = \left[ \frac{V}{75 \cdot S_c} \right]^{-0,25} \quad \text{Equação (B.III.18)}$$

Onde:

$K_1$  é o fator de correção para armazenamento;

$V$  é o volume de acumulação solar (litros) para garantir a eficiência do sistema; recomenda-se como boas práticas que o valor de  $V$  seja tal que obedeça a condição  $50 < \frac{V}{S_c} < 100$ ;

$S_c$  é a superfície de absorção total dos coletores solares (m<sup>2</sup>).

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18 \theta_{A,uso} + 3,86 \theta_{A,0} - 2,32 \theta_{amb,i})}{(100 - \theta_{amb,i})} \quad \text{Equação (B.III.19)}$$

Onde:

$K_2$  é o fator de correção para o sistema de aquecimento solar;

$\theta_{A,uso}$  é a temperatura de uso da água (°C);

$\theta_{A,0}$  é a temperatura da água fria (°C);

$\theta_{amb,i}$  é a temperatura média mensal do local de instalação do coletor no mês "i" (°C).

#### B.III.5.2.4. Fração solar mensal

O cálculo da fração solar mensal, a partir dos valores de  $D_1$  e  $D_2$  é descrito na Equação B.III.20.

$$f_i = 1,029D_{1,i} - 0,065D_{2,i} - 0,245(D_{1,i})^2 + 0,0018(D_{2,i})^2 + 0,0215(D_{1,i})^3 \quad \text{Equação (B.III.20)}$$

Onde:

$f_i$  é a fração solar mensal (adimensional);

$D_{1,i}$  é o parâmetro do mês "i" calculado conforme Equação B.III.21;

$D_{2,i}$  é o parâmetro do mês "i" calculado conforme Equação B.III.22.

$$D_{1,i} = \frac{E_{SAmês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação (B.III.21)}$$

Onde:

$E_{SAmês,i}$  é a energia solar mensal absorvida pelos coletores (kWh/mês), obtida pela Equação B.III.14;

$E_{AA}$  é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela Equação B.III.10;

$N_i$  é o número de dias do mês "i".

$$D_{2,i} = \frac{EP_{mês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação (B.III.22)}$$

Onde:

$EP_{mês,i}$  é a energia solar mensal não aproveitada pelos coletores (kWh/mês), obtida pela Equação B.III.16;

$E_{AA}$  é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela Equação B.III.10;

$N_i$  é o número de dias do mês “i”.

### B.III.5.2.5. Energia para aquecimento solar de água

A energia para aquecimento solar de água corresponde à energia útil coletada pela instalação de coletores solares para aquecimento de água ( $E_{AA,sol}$ ), e deve ser calculada por meio da Equação B.III.23.

$$E_{AA,sol} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (f_i \cdot E_{AA} \cdot N_i)}{365} \quad \text{Equação (B.III.23)}$$

Onde:

$E_{AA,sol}$  é a parcela de energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico, quando existentes na edificação real (kWh/dia);

$f_i$  é a fração solar mensal;

$E_{AA}$  é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela Equação B.III.10;

$N_i$  é o número de dias do mês “i”.

### B.III.6 Consumo de energia associado às perdas térmicas

As perdas térmicas podem ser oriundas do sistema de distribuição de água, sistema de recirculação e armazenamento da água quente. A perda total é calculada pela Equação B.III.24.

$$E_{A,per,tot} = E_{A,per,tub} + E_{A,per,recirc} + E_{A,res} \quad \text{Equação (B.III.24)}$$

Onde:

$E_{A,per,tot}$  é a perda térmica total do sistema de aquecimento de água (kWh/dia);

$E_{A,per,tub}$  é a perda térmica na tubulação do sistema de distribuição de água quente, sem recirculação (kWh/dia);

$E_{A,per,recirc}$  é a perda térmica relativa ao sistema de recirculação de água quente (kWh/dia);

$E_{A,res}$  é a perda térmica do reservatório de água quente (kWh/dia).

As perdas específicas dos sistemas de água quente estão descritas nos itens B.III.6.1 até o B.III.6.3.

#### B.III.6.1. Perdas térmicas na tubulação provenientes do sistema de distribuição

Sistemas de aquecimento individuais, instalados no ponto de utilização, servindo a um único ponto, não possuem perdas em sistema de distribuição.

Aquecedores que servem vários pontos e sistemas combinados possuem perdas nos sistemas de distribuição. A parcela de perdas relativas à tubulação de distribuição é calculada em função do fator de perdas, que depende do comprimento da tubulação.

A Equação B.III.25 deve ser utilizada para cálculo das perdas térmicas relativas da tubulação do sistema de distribuição de água quente.

$$E_{A,per,tub} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{H_{per,dist,i} \cdot F_{per,tub,i} \cdot L_{tub,i} \cdot (\theta_{A,uso} - \theta_{A,0})}{1000} \right) \quad \text{Equação (B.III.25)}$$

Onde:

$E_{A,per,tub}$  é a perda térmica na tubulação do sistema de distribuição de água quente, sem recirculação (kWh/dia). Deve ser feito o somatório do resultado de todos os trechos avaliados, para obtenção do resultado final;

$H_{per,dist,i}$  é o fator de horas de perdas na tubulação de distribuição de água quente ( $H_{per,dist} = 2,083 \cdot V_{dia}$ ) (h/dia), para o trecho “i” considerado;

$F_{per,tub,i}$  é o fator de perdas térmicas por metro de tubulação (W/(m.K)), conforme a Equação B.III.26;  
 $L_{tub,i}$  é o comprimento da tubulação do trecho "i" considerado (m);  
 $\theta_{A,uso}$  é a temperatura de uso da água (°C);  
 $\theta_{A,0}$  é a temperatura da água fria (°C).

O cálculo das perdas deve ser feito para cada trecho da tubulação onde houver mudanças de condições, e logo somado para compor as perdas totais.

O cálculo do fator de perda em tubulações com isolamento deve ser efetuado por meio da Equação B.III.26, adaptada da EN 15316-3-2: 2007.

$$F_{per,tub} = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_A}{d_R} + \frac{1}{\alpha_A \cdot d_A}} \quad \text{Equação (B.III.26)}$$

Onde:

$F_{per,tub}$  é valor do fator de perda em tubulações (W/(m.K));  
 $\lambda$  é a condutividade térmica do isolamento (W/(m.K));  
 $d_A$  é o diâmetro externo da tubulação isolada, incluindo o isolamento (m);  
 $d_R$  é o diâmetro da tubulação (m);  
 $\alpha_A$  é o coeficiente de transferência de calor (W/(m<sup>2</sup>.K)); usar 8 W/m<sup>2</sup>.K para tubulações com isolamento, e 14 W/(m<sup>2</sup>.K) para tubulações sem isolamento.

Nota: Tratando-se do diâmetro externo da tubulação isolada ( $d_A$ ), deve-se considerar 2 vezes a espessura do isolamento.

### B.III.6.2 Perdas térmicas no sistema de recirculação

O cálculo das perdas relativas ao sistema de recirculação deve ser realizado por meio da Equação B.III.27.

$$E_{A,per,recirc} = \sum_i^n \left( \frac{H_{per,recirc} \cdot F_{per,recirc,i} \cdot L_{recirc,i} \cdot (\theta_{A,uso} - \theta_{A,0})}{1000} \right) \quad \text{Equação (B.III.27)}$$

Onde:

$E_{A,per,recirc}$  é a perda térmica relativa ao sistema de recirculação de água quente (kWh/dia). Deve ser feito o somatório do resultado de todos os trechos avaliados para a obtenção do resultado final;  
 $H_{per,recirc}$  é o fator de horas de perdas na tubulação de recirculação de água quente. Deve ser utilizado o número de horas indicado em projeto de recirculação, conforme automação ou acionamento da rede de distribuição do sistema. Caso contrário, utilizar 24 horas ( $\lambda_{per,recirc} = 24$ ) (h/dia);  
 $F_{per,recirc,i}$  é o fator de perdas térmicas por metro de tubulação para a recirculação (W/(m.K)), conforme a Equação B.III.26;  
 $L_{recirc,i}$  é o comprimento da tubulação do sistema de recirculação (m), para o trecho "i" considerado;  
 $\theta_{A,uso}$  é a temperatura de uso da água (°C);  
 $\theta_{A,0}$  é a temperatura da água fria (°C).

### B.III.6.3 Perdas térmicas do reservatório de água quente

As perdas no armazenamento de água estão associadas às características do reservatório e do isolamento térmico. Perdas em armazenamento de água não são consideradas em sistemas de aquecimento de água instantâneo.

Para reservatórios térmicos de sistemas solares de aquecimento de água etiquetados pelo Inmetro deve-se considerar a perda específica térmica descrita nas tabelas do PBE, em kWh/mês/L, onde devem ser

realizadas as transformações de unidade necessárias. Caso o reservatório não esteja disposto na tabela do PBE, utilizar a Equação B.III.28.

As perdas térmicas associadas ao reservatório de água quente, indiretamente aquecido, podem ser calculadas a partir da perda de calor do reservatório em espera (**standby**), com o ajuste de diferença de temperaturas por meio da Equação B.III.28.

$$E_{A,res} = \frac{(\theta_{A,arm} - \theta_{A,0})}{\Delta\theta_{A,res,sby}} \cdot E_{A,res,sby} \quad \text{Equação (B.III.28)}$$

Onde:

$E_{A,res}$  é a perda térmica do reservatório de água quente (kWh/dia);

$\theta_{A,arm}$  é a temperatura de armazenamento do reservatório (°C);

$\theta_{A,0}$  é a temperatura da água fria (°C);

$\Delta\theta_{A,res,sby}$  é a média da diferença de temperatura em testes com o reservatório em **standby** (°C); deve-se adotar 29 °C;

$E_{A,res,sby}$  é a perda térmica específica do reservatório em **standby** (kWh/dia), fornecida pelo fabricante.

Nota: A perda térmica específica dos reservatórios em função do volume de armazenamento ( $E_{A,res,sby}$ ) poderá ser calculada por meio da Equação 7.2 nos casos em que este valor não seja fornecido pelo fabricante. O valor resultante da Equação 7.2 deve ser multiplicado por 2 antes de ser incorporado na Equação B.III.28.

Os sistemas sem armazenamento de água mais comuns são o chuveiro elétrico, usado também como sistema de referência, e os aquecedores de passagem. As recomendações são as mesmas para o sistema com acumulação.

#### B.III.6.4 Condição de referência para o cálculo associado às perdas térmicas

As perdas térmicas oriundas do sistema de distribuição de água, sistema de recirculação e armazenamento de água quente para a condição de referência devem seguir os valores estipulados na Tabela B.III.1.

**Tabela B.III.1** – Valores de referência para o cálculo do consumo associado às perdas do sistema

| Tipo de perda   | Real          | Referência   |
|---|---------------|--|
| Perdas na tubulação – sistema de aquecimento de água sem acumulação     | Condição real | 0  |
| Perdas de recirculação – sistema de aquecimento de água sem acumulação  | Condição real | 0  |
| Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água sem acumulação | Condição real | 0  |
| Perdas na tubulação – sistema de aquecimento de água com acumulação     | Condição real | Isolamento de 5 mm,<br>$\lambda=0,03 \text{ W}/(\text{m.K})$ |
| Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação  | Condição real | Isolamento de 5 mm,<br>$\lambda=0,03 \text{ W}/(\text{m.K})$ |
| Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação | Condição real |  |

Nota: Nas UHs de edificações residenciais unifamiliares, a recirculação para a condição de referência só deve existir se houver também na condição real. Nas UHs de edificações multifamiliares, a recirculação na condição de referência é obrigatória quando houver sistemas centralizados.

### B.III.7 Eficiência dos equipamentos aquecedores de água

Quando o sistema de aquecimento conta com apenas um aquecedor, a eficiência do sistema de equipamentos de aquecimento deve ser igual à eficiência do aquecedor.

Quando o sistema de aquecimento que atende à demanda total é composto por mais de um aquecedor, a contribuição de cada aquecedor deve ser calculada pela média ponderada da eficiência dos aquecedores pelas potências nominais de cada aquecedor.

Quando o sistema de aquecimento atende parte da demanda total, as contribuições devem ser calculadas de forma independente para cada um dos sistemas de aquecimento.

Quando o sistema de aquecimento é composto por diferentes tipos de aquecedores em série, a contribuição de cada aquecedor deve ser determinada. Os cálculos devem ser realizados na sequência dos aquecedores.

Quando mais de um dos aquecedores está associado em paralelo, a contribuição proporcional de cada aquecedor é calculada a partir da razão entre a potência nominal da unidade em relação à potência total da instalação.

Quando existirem equipamentos de reserva, recomenda-se o uso da mesma eficiência dos equipamentos regulares, a fim de manter a classificação da edificação. Entretanto, os equipamentos de reserva não são considerados no cálculo.

O rendimento ( $r_{aq}$ ) do aparelho de aquecimento de água deve ser obtido por meio de informações oficiais do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do Inmetro, para os equipamentos que fazem parte do programa. Para equipamentos que não fazem parte do PBE, adota-se as informações fornecidas em laudos de ensaios ou catálogo de fabricante, desde que especificado. Na ausência de valores de eficiência de ambos os casos, deve-se adotar os valores disponibilizados na Tabela B.III.2.

**Tabela B.III.2** – Tipos de sistemas de aquecimento de eficiências

| Sistema de água quente   | Eficiência (%) |
|--|----------------|
| Sistema de aquecimento por resistência elétrica em imersão (boiler)              | 85             |
| Aquecedor de passagem de um único ponto de consumo                               | 70             |
| Aquecedor de passagem de múltiplos pontos de consumo                             | 65             |
| Sistema de aquecimento elétrico de um único ponto de consumo (chuveiro elétrico) | 95             |
| Aquecedor de acumulação a gás  | 76             |
| Aquecedor de acumulação a combustível sólido (lenha)                             | 55             |
| Bomba de calor elétrica para aquecimento exclusivo de água                       | 200            |

## ANEXO C – MÉTODO DE SIMULAÇÃO

Neste Anexo são estabelecidos os critérios para avaliação da eficiência energética da envoltória dos ambientes de permanência prolongada (APPs) das unidades habitacionais (UHs) quanto ao percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT), às temperaturas operativas anuais máxima (Tomáx) e mínima (Tomín) e à carga térmica de refrigeração (CgTR), de aquecimento (CgTA), e total (CgTT) pelo método de simulação.

O método de simulação aplica-se somente à envoltória das edificações.

### C.1 Procedimento de avaliação

O método de simulação adotado nesta INI-R incorpora o procedimento de simulação computacional para avaliações de desempenho térmico segundo a ABNT NBR 15575-1, considerando as seguintes subseções:

- Os métodos de medição de propriedades térmicas de materiais e elementos construtivos conforme subseção 11.2;
- O procedimento de simulação computacional conforme subseção 11.4;
- As características do programa de simulação computacional conforme subseção 11.4.1;
- As características do arquivo climático conforme subseção 11.4.2;
- O requisito e os critérios das subseções 11.4.3 a 11.4.6, considerando as equivalências entre o desempenho térmico da NBR 15575 e a classe de eficiência energética, descritos no item 8.2.1 desta INI-R;
- A modelagem da unidade habitacional conforme a subseção 11.4.7.1;
- As características do modelo de referência conforme a subseção 11.4.7.2;
- A modelagem da ocupação e das cargas internas conforme a subseção 11.4.7.3;
- A modelagem com e sem o uso da ventilação natural conforme a subseção 11.4.7.4;
- O processamento dos dados de saída dos modelos simulados com e sem o uso da ventilação natural conforme a subseção 11.4.7.5;
- O cálculo dos indicadores para a UH conforme as subseções 11.4.7.6 a 11.4.7.8.

## ANEXO D – GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL

A avaliação do uso de sistemas de geração de energia local por meio de fontes de energia renováveis em edificações residenciais, bem como a avaliação de Edificações de Energia Quase Zero (NZEBs) e Edificações de Energia Positiva (EEPs) devem ser realizadas conforme estabelecido neste Anexo.

O sistema de geração local de energia renovável deve estar instalado na edificação avaliada ou no mesmo lote em que ela se encontra. Os sistemas devem estar conectados ao relógio medidor de energia da edificação ou parcela da edificação a qual atendem.

A energia gerada por meio do uso de fontes renováveis ao longo do ano ( $G_{EE}$ ) deve ser estimada por laudo técnico do projetista.

O potencial de geração de energia (PG) pelo uso de fontes locais de energia renovável é obtido por meio da Equação D.1. Este representa o percentual da energia primária consumida pela edificação que é atendido pela energia gerada por meio de fontes locais renováveis.

$$PG = \frac{G_{EE} \cdot f_{cE} \cdot 100}{(C_{EE,real} \cdot f_{cE}) + (C_{ET,real} \cdot f_{cT})} \quad \text{Equação (D.1)}$$

Onde:

PG é o potencial de geração de energia (%);

$G_{EE}$  é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano);

$C_{EE,real}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{ET,real}$  é o consumo total de energia térmica da UH na condição real (kWh/ano);

$f_{cE}$  é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;  $f_{cE}$  é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;

$f_{cT}$  é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

Quando o potencial de geração de energia for maior ou igual a 50%, a UH é considerada edificação de energia quase zero (NZEB).

Quando o potencial de geração de energia for maior que 100%, a UH é considerada edificação de energia positiva (EEP).

## ANEXO E – EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO

Neste Anexo são estabelecidos os critérios para a determinação do percentual de redução ou acréscimo das emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provenientes dos sistemas de edificações residenciais. Esta avaliação tem caráter informativo nesta INI-R, e não altera a classificação de eficiência energética da edificação. Sua determinação baseia-se na comparação entre as emissões de dióxido de carbono da UH na condição real e sua condição de referência, e o resultado final encontrado deve ser declarado.

### E.1 Determinação do percentual de redução ou acréscimo da emissão de dióxido de carbono devido ao consumo energético

O percentual de redução ou acréscimo das emissões de dióxido de carbono (P<sub>CO<sub>2</sub></sub>) devido ao consumo energético deve ser obtido por meio da Equação E.1. Caso o resultado da equação seja negativo, há uma redução nas emissões de CO<sub>2</sub>. Caso o resultado seja positivo, há um aumento nas emissões de dióxido de carbono em relação à UH na condição de referência.

$$P_{CO_2} = \left[ \frac{E_{CO_2,real}}{E_{CO_2,ref}} - 1 \right] \cdot 100 \quad \text{Equação (E.1)}$$

Onde:

P<sub>CO<sub>2</sub></sub> é o percentual de redução ou acréscimo das emissões de dióxido de carbono (%);

E<sub>CO<sub>2</sub>,real</sub> é a emissão total de dióxido de carbono da UH na condição real (tCO<sub>2</sub>/ano);

E<sub>CO<sub>2</sub>,ref</sub> é a emissão total de dióxido de carbono da UH na condição de referência (tCO<sub>2</sub>/ano).

### E.2 Determinação da emissão total de dióxido de carbono da edificação

O valor relativo às emissões deve ser calculado para a unidade habitacional real (Equação E.2), e condição de referência (Equação E.3). Para a determinação das emissões, o consumo total de energia elétrica e térmica deve ser multiplicado pelo fator de emissão de dióxido de carbono correspondente.

Na condição real, deve-se descontar a geração local de energia renovável, que deve ser multiplicada pelo fator de emissão de dióxido de carbono referente à geração de eletricidade. Os consumos e a geração local de energia renovável devem ser considerados conforme a Tabela E.1.

Os fatores de emissão de dióxido de carbono por geração de eletricidade são diferenciados para as localidades cujo fornecimento de energia elétrica está ligado ao Sistema Interligado Nacional (SIN), e para aquelas que fazem parte de Sistemas Isolados (SIs). Os fatores de emissão de dióxido de carbono estão descritos no site do PBE Edifica, em <<https://www.pbeedifica.com.br/fatoresconversaoINIs>>, bem como nas Tabelas E.2 e E.3.

**Tabela E.1-** Valores de referência dos sistemas individuais para o cálculo das emissões de dióxido de carbono

| Sistema individual                 | Condição real | Condição de referência                      |
|------------------------------------|---------------|---|
| Condicionamento de ar              | Condição real | Consumo elétrico da condição de referência  |
| Aquecimento de água                | Condição real | Consumo elétrico da condição de referência* |
| Equipamentos                       | Condição real | Consumo elétrico da condição de referência  |
| Geração local de energia renovável | Condição real | Sem geração                                 |

\* A condição de referência a ser adotada em sistemas com acumulação de água deve ser o **boiler** elétrico; para sistemas sem acumulação de água, a condição de referência deve ser o chuveiro elétrico.

**Tabela E.2** – Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> para a queima direta de combustíveis convertida em energia térmica (kWh)

| Combustível                      | Fatores de Emissão de CO <sub>2</sub><br>(kg.CO <sub>2</sub> /kWh) |
|----------------------------------|--|
| Gás natural                      | 0,202  |
| Óleo diesel                      | 0,267  |
| Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) | 0,227  |
| Madeira                          | 0,531  |
| Gasolina                         | 0,249  |
| Etanol                           | 0,248  |

Fonte: MCT (2010).

**Tabela E.3** – Fatores de emissão de CO<sub>2</sub> por geração de eletricidade

| Geração de eletricidade            | Fatores de Emissão de CO <sub>2</sub><br>(kg.CO <sub>2</sub> /kWh) |
|------------------------------------|--|
| SIN – Sistema Interligado Nacional | 0,090  |
| SIS – Sistemas Isolados            | 0,753  |

Fonte: MCTI (2019).

$$E_{CO_2,real} = \frac{(C_{EE,real} \cdot fe_E) + (C_{ET,real} \cdot fe_T) - (G_{EE} \cdot fe_E)}{1000} \quad \text{Equação (E.2)}$$

Onde:

$E_{CO_2,real}$  é a emissão total de dióxido de carbono da UH na condição real (tCO<sub>2</sub>/ano);

$C_{EE,real}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição real (kWh/ano);

$C_{ET,real}$  é o consumo total de energia térmica da UH na condição real (kWh/ano);

$fe_E$  é o fator de emissão de dióxido de carbono na geração de energia elétrica (kg.CO<sub>2</sub>/kWh);

$fe_T$  é o fator de emissão de dióxido de carbono na queima de combustível (kg.CO<sub>2</sub>/kWh);

$G_{EE}$  é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano).

$$E_{CO_2,ref} = \frac{(C_{EE,ref} \cdot fe_E)}{1000} \quad \text{Equação (E.3)}$$

Onde:

$E_{CO_2,ref}$  é a emissão total de dióxido de carbono da UH na condição de referência (tCO<sub>2</sub>/ano);

$C_{EE,ref}$  é o consumo total de energia elétrica da UH na condição de referência (kWh/ano);

$fe_E$  é o fator de emissão de dióxido de carbono na geração de energia elétrica (kg.CO<sub>2</sub>/kWh).

## ANEXO F – USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Neste Anexo são estabelecidos os critérios para a determinação do percentual anual de redução do consumo de água potável por meio do seu uso racional em edificações residenciais. Esta avaliação tem caráter informativo nesta INI-R, e não altera a classe de eficiência energética da edificação. Sua determinação baseia-se na comparação entre o consumo de água potável da edificação na condição real e sua condição de referência, e o resultado final encontrado deve ser declarado, mesmo que equivalente a zero.

### F.1 Determinação do percentual anual de redução no consumo de água potável

A avaliação do consumo de água objetiva incentivar o uso de sistemas que promovam a redução do consumo de água potável. Podem ser avaliados equipamentos economizadores, sistemas de uso racional de água e fontes alternativas de água não potável.

O percentual anual de redução no consumo de água potável ( $Red_{\text{água}}$ ) é obtido por meio da Equação F.1, e compara o consumo de água da edificação na condição real, descontando-se a oferta de água não potável, com a edificação em sua condição de referência.

$$Red_{\text{água}} = \left[ \frac{C_{\text{água,ref}} - (C_{\text{água,real}} - O_{\text{água,não potável}})}{C_{\text{água,ref}}} \right] \cdot 100 \quad \text{Equação (F.1)}$$

Onde:

$Red_{\text{água}}$  é o percentual anual de redução no consumo de água potável (%);

$C_{\text{água,ref}}$  é o consumo anual de água da edificação na condição de referência (L/ano);

$C_{\text{água,real}}$  é o consumo anual de água da edificação na condição real (L/ano);

$O_{\text{água,não,potável}}$  é a oferta de água não potável (L/ano) calculada pelo projetista, conforme laudo técnico.

### F.2 Consumo de água da edificação na condição de referência

O consumo anual de água da edificação em sua condição de referência deve ser calculado por meio Equação F.2, que utiliza um padrão de uso de água e de ocupação em dias/ano. O padrão de uso adotado é fixo, e têm seus valores adaptados do LEED-BD v.4:2015.

$$C_{\text{água,ref}} = 365 \cdot N \cdot (Q_{\text{ref,BS}} \cdot UD_{\text{BS}} + Q_{\text{ref,TL}} \cdot t_{\text{TL}} \cdot UD_{\text{TL}} + Q_{\text{ref,TQ}} \cdot t_{\text{TQ}} \cdot UD_{\text{TQ}} + Q_{\text{ref,CH}} \cdot t_{\text{CH}} \cdot UD_{\text{CH}} + Q_{\text{ref,TC}} \cdot t_{\text{TC}} \cdot UD_{\text{TC}}) \quad \text{Equação (F.2)}$$

Onde:

$C_{\text{água,ref}}$  é o consumo anual de água da edificação em sua condição de referência (L/ano);

$N$  é o número de habitantes da edificação; deve-se considerar duas pessoas por dormitório da UH;

$Q_{\text{ref,BS}}$  é a vazão da bacia sanitária na condição de referência para determinado tipo de dispositivo (L/minuto ou L/fluxo) e conforme a Tabela F.1. Caso a bacia sanitária possua válvula de descarga, deve-se ainda multiplicar a vazão pelo tempo de uso ( $t_{\text{BS}}$ ), conforme valores da Tabela F.2;

$UD_{\text{BS}}$  é o número de usos diários da bacia sanitária (usos/pessoa.dia), conforme a Tabela F.3;

$Q_{\text{ref,TL}}$  é a vazão da torneira de lavatório na condição de referência (L/minuto), conforme a Tabela F.1;

$t_{\text{TL}}$  é a duração do uso da torneira de lavatório (minutos), conforme Tabela F.2;

$UD_{\text{TL}}$  é o número de usos diários da torneira de lavatório por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme Tabela F.3;

$Q_{\text{ref,TQ}}$  é a vazão da torneira de tanque na condição de referência (L/minuto), conforme a Tabela F.1;

$t_{\text{TQ}}$  é a duração do uso da torneira de tanque (minutos), conforme Tabela F.2;

$UD_{\text{TQ}}$  é o número de usos diários da torneira de tanque por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme Tabela F.3;

$Q_{ref,CH}$  é a vazão do chuveiro na condição de referência (L/minuto), conforme a Tabela F.1;  
 $t_{CH}$  é a duração do uso do chuveiro (minutos), conforme a Tabela F.2;  
 $UD_{CH}$  é o número de usos diários do chuveiro por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme a Tabela F.3;  
 $Q_{ref,TC}$  é a vazão da torneira da pia da cozinha na condição de referência (L/minuto), conforme a Tabela F.1;  
 $t_{TC}$  é a duração do uso da torneira da pia da cozinha (minutos), conforme Tabela F.2;  
 $UD_{TC}$  é o número de usos diários da torneira da pia da cozinha por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme a Tabela F.3.

**Tabela F.1 – Vazão de dispositivos na condição de referência**

| Tipo de dispositivo                   | Vazão (L/minuto) |
|---------------------------------------|------------------|
| Bacia sanitária (caixa de descarga)   | 6,8 L/fluxo      |
| Bacia sanitária (válvula de descarga) | 102,0 L/minuto   |
| Torneira de lavatório                 | 9,0 L/minuto     |
| Torneira de tanque                    | 15,0 L/minuto    |
| Torneira da pia da cozinha            | 12,0 L/minuto    |
| Banho/chuveiro                        | 15,0 L/minuto    |

Fontes: ABNT NBR 8160:1999; LEED v.4 (2015).

Nota: Caso existam dispositivos com vazões diferentes, deve-se adotar a vazão equivalente resultante da ponderação entre o número de dispositivos e suas respectivas vazões.

**Tabela F.2 – Duração do uso de dispositivos para a condição de referência e condição real**

| Tipo de dispositivo                   | Duração (minutos) |
|---------------------------------------|-------------------|
| Bacia sanitária (válvula de descarga) | 0,08 <sup>1</sup> |
| Torneira de lavatório                 | 1,0               |
| Torneira da pia da cozinha            | 1,0               |
| Torneira de Tanque                    | 1,0               |
| Banho / chuveiro                      | 8,0               |

<sup>1</sup>Considerada duração média das descargas de 5 segundos Fonte: ABNT NBR 8160:1999  
 Fonte: Adaptado de LEED-BD v.4:2015.

**Tabela F.3 – Número de usos de dispositivos para a condição de referência e condição real**

| Tipo de dispositivo        | Usos por pessoa por dia |
|----------------------------|-------------------------|
| Bacia sanitária            | 5                       |
| Torneira de lavatório      | 5                       |
| Torneira da pia da cozinha | 4                       |
| Torneira de tanque         | 1                       |
| Banho / chuveiro           | 1                       |

Fonte: Adaptado de LEED-BD v.4:2015.

### F.3 Consumo de água da edificação na condição real

O consumo anual de água da edificação na condição real é determinado conforme Equação F.3.

$$C_{\text{água,real}} = 365 \cdot N \cdot (Q_{\text{real,BS}} \cdot UD_{\text{BS}} + Q_{\text{real,TL}} \cdot t_{\text{TL}} \cdot UD_{\text{TL}} + Q_{\text{real,TQ}} \cdot t_{\text{TQ}} \cdot UD_{\text{TQ}} + Q_{\text{real,CH}} \cdot t_{\text{CH}} \cdot UD_{\text{CH}} + Q_{\text{real,TC}} \cdot t_{\text{TC}} \cdot UD_{\text{TC}}) \quad \text{Equação (F.3)}$$

Onde:

$C_{\text{água,real}}$  é o consumo anual de água da edificação na condição real (L/ano);

$N$  é o número de habitantes da edificação; deve-se considerar duas pessoas por dormitório da UH;

$Q_{\text{real,BS}}$  é a vazão da bacia sanitária na condição real para determinado tipo de dispositivo (L/minuto ou L/fluxo) e conforme a Tabela F.1. Caso a bacia sanitária possua válvula de descarga, deve-se ainda multiplicar a vazão pelo tempo de uso ( $t_{\text{BS}}$ ), conforme valores da Tabela F.2;

$UD_{\text{BS}}$  é o número de usos diários da bacia sanitária (usos/pessoa.dia), conforme a Tabela F.3;

$Q_{\text{real,TL}}$  é a vazão da torneira de lavatório na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;

$t_{\text{TL}}$  é a duração do uso da torneira de lavatório (minutos), conforme Tabela F.2;

$UD_{\text{TL}}$  é o número de usos diários da torneira de lavatório por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme Tabela F.3;

$Q_{\text{real,TQ}}$  é a vazão da torneira de tanque na condição real (L/minuto), conforme a Tabela F.1;

$t_{\text{TQ}}$  é a duração do uso da torneira de tanque (minutos), conforme Tabela F.2;

$UD_{\text{TQ}}$  é o número de usos diários da torneira de tanque por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme Tabela F.3;

$Q_{\text{real,CH}}$  é a vazão do chuveiro na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;

$t_{\text{CH}}$  é a duração do uso do chuveiro (minutos), conforme a Tabela F.2;

$UD_{\text{CH}}$  é o número de usos diários do chuveiro por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme a Tabela F.3;

$Q_{\text{real,TC}}$  é a vazão da torneira da pia da cozinha na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;

$t_{\text{TC}}$  é a duração do uso da torneira da pia da cozinha (minutos), conforme Tabela F.2;

$UD_{\text{TC}}$  é o número de usos diários da torneira da pia da cozinha por pessoa (usos/pessoa.dia), conforme a Tabela F.3.

#### F.4 Oferta de água não potável

A oferta de água não potável considerada nesta INI-R corresponde à água de chuva, água pluvial e ao reaproveitamento de água de condensação; nas demais fontes alternativas de água não potável, deve-se observar o disposto na norma ABNT NBR 16783, em sua versão vigente. Este item deve ser calculado pelo projetista e considerado conforme laudo técnico. Na existência de sistema de aproveitamento de água da chuva na edificação, deve-se observar o disposto na norma ABNT NBR 15527, em sua versão vigente.

## ANEXO G – ÁREAS DE USO COMUM DE EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES OU DE CONDOMÍNIOS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Para a classificação de eficiência energética das áreas de uso comum devem ser atendidos os requisitos dos itens G.I a G.V, aplicáveis ao empreendimento.

Para estimar o consumo energético das áreas de uso comum deve-se determinar a frequência de uso dos ambientes conforme o número de eventos em cada espaço, ponderados anualmente. As frequências anuais e as horas de uso diário de cada área de uso comum estão descritas na Tabela G.1 e o padrão de uso e operação na Tabela G.2.

**Tabela G.1** – Frequência de uso anual e horária para áreas de uso comum

| Ambientes/Atividades  | Horas de uso diário  | Dias de ocupação por ano  |
|---|--|---|
| Áreas externas (piscina, jardins, etc)  | 12   | 365   |
| Banheiros   | 2  | 365   |
| Circulação  | 6  | 365   |
| Espaços de armazenamento com acesso de moradores  | 2  | 200   |
| Escadas   | 3 (edificações com elevador)<br>6 (edificações sem elevador)   | 365   |
| Garagem   | 12   | 365   |
| Guarita   | 12   | 365   |
| Zeladoria   | 4  | 365   |
| Salão de festas, área Gourmet   | 5 (edificações com até 6 UHs)<br>6 (edificações de 7 a 20 UHs)<br>6 (edificações de 21 a 50 UHs)<br>8 (edificações com mais de 50 UHs) | 50 (edificações com até 6 UHs)<br>80 (edificações de 7 a 20 UHs)<br>100 (edificações de 21 a 50 UHs)<br>120 (edificações com mais de 50 UHs)  |
| Academia, quadra de esportes, espaços infantis, auditório, cinema, escritórios, salas de reunião ou conferência | 3 (edificações com até 6 UHs)<br>4 (edificações de 7 a 20 UHs)<br>6 (edificações de 21 a 50 UHs)<br>8 (edificações com mais de 50 UHs) | 60 (edificações com até 6 UHs)<br>150 (edificações de 7 a 20 UHs)<br>200 (edificações de 21 a 50 UHs)<br>250 (edificações com mais de 50 UHs) |

Nota: Nos banheiros de salão de festas devem ser consideradas as mesmas condições de uso desses espaços

Os padrões de uso e operação para as áreas de uso comum na condição real e de referência estão dispostos na Tabela G.2.

**Tabela G.2** – Padrão de uso e operação para as áreas de uso comum

| Uso típico   | Áreas de uso comum |                        |
|--|--------------------|------------------------|
|  | Condição real      | Condição de referência |
| <b>Ganhos</b>  |                    |                        |
| Ocupação (m <sup>2</sup> /pessoa)  |                    | 10,0                   |
| DPE - Densidade de potência de equipamentos em uso (W/m <sup>2</sup> )*  |                    | 20,0                   |
| <b>Aquecimento de Água</b>   |                    |                        |
| Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação <sup>a</sup> | Condição real      | 0,95                   |
| Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação <sup>b</sup> | Condição real      | 0,85                   |

| Uso típico                                       | Áreas de uso comum                                 |  |
|--|--|--|
|  | Condição real                                      | Condição de referência                                       |
| Temperatura de armazenamento                     | 50°C   |  |
| Temperatura de uso de água quente (°C)           | 38 °C (norte e nordeste)<br>40 °C (demais regiões) |  |
| Temperatura de uso de água fria (°C)             | Condição real                                      |  |
| Perdas na tubulação – sistema sem acumulação     | Condição real                                      | 0  |
| Perdas de armazenamento – sistema sem acumulação | Condição real                                      | 0  |
| Perdas da recirculação – sistema sem acumulação  | Condição real                                      | 0  |
| Perdas na tubulação – sistema com acumulação     | Condição real                                      | Isolamento de 5 mm,<br>$\lambda=0,03 \text{ W}/(\text{m.K})$ |
| Perdas de armazenamento – sistema com acumulação | Condição real                                      |  |
| Perdas da recirculação – sistema com acumulação  | Condição real                                      |  |

\* Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT)

<sup>a</sup> Sistema de referência: chuveiro elétrico

<sup>b</sup> Sistema de referência: **boiler** elétrico

## G.I ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

Neste item são descritos os critérios para a avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação artificial das áreas de uso comum quanto à determinação do percentual de redução do consumo do sistema de iluminação, bem como do consumo energético deste sistema, além da potência de iluminação total instalada.

Devem fazer parte da classificação as áreas internas das AUC iluminadas artificialmente e as áreas externas cobertas e descobertas das AUC iluminadas artificialmente.

Excetuam-se os sistemas que forem complementares à iluminação geral e com controle independente, presentes nas seguintes situações:

- a) Sinais indicando saída e luzes de emergência;
- b) Iluminação de tarefa conectada diretamente em tomadas, como luminária de mesa;
- c) Iluminação contida ou parte integrante de equipamentos ou instrumentos, desde que instalada pelo próprio fabricante, como lâmpadas de refrigeradores e geladeiras;
- d) Iluminação contida em refrigeradores e **freezers**, tanto abertos quanto fechados por vidro;
- e) Iluminação totalmente voltada ao aquecimento de alimentos e em equipamentos utilizados em sua preparação;
- f) Iluminação em ambientes especificamente projetados para uso de deficientes visuais.

Para a classificação do sistema de iluminação artificial é necessário determinar a potência de iluminação limite para a classificação A ( $PI_{LA}$ ), para a condição de referência para classificação D ( $PI_{LD}$ ) e a potência de iluminação total da área de uso comum na condição real ( $PI_T$ ) e multiplicá-las pelo tempo de uso para a obtenção dos respectivos consumos. Apenas na condição real, para o cálculo da  $PI_T$ , são consideradas possíveis automatizações dos sistemas de iluminação.

### G.1.1 Determinação do percentual de redução do consumo de iluminação

A determinação do percentual de redução do consumo de iluminação ( $RedC_{IL}$ ) deve ser realizada a partir dos valores do consumo de iluminação da área de uso comum na condição real ( $C_{IL,real}$ ), e na condição de referência ( $C_{IL,refD}$ ), conforme a Equação G.1.

$$RedC_{IL} = ((C_{IL,refD} - C_{IL,real}) / C_{IL,refD}) \cdot 100 \quad \text{Equação (G.1)}$$

Onde:

$RedC_{IL}$  é o percentual de redução do consumo de iluminação da condição real em relação à condição de referência (%);

$C_{IL,refD}$  é o consumo de iluminação da área de uso comum na condição de referência D (kWh/ano);

$C_{IL,real}$  é o consumo de iluminação da área de uso comum na condição real (kWh/ano).

### G.1.2 Determinação do consumo de iluminação na condição de referência

Os consumos de energia elétrica do sistema de iluminação da área de uso comum na condição de referência (equivalente à classificação D) ( $C_{IL,refD}$ ) e referência equivalente à classificação A ( $C_{IL,refA}$ ) devem ser determinados pela multiplicação entre a potência de iluminação limite para as classificações D e A ( $PI_{LD}$  e  $PI_{LA}$ ) e o seus tempos de uso, conforme as equações G.2 e G.3.

$$C_{IL,refA} = \sum_{i=1}^n PI_{LA} \cdot (h \cdot N_{ano}) / 1000 \quad \text{Equação (G.2)}$$

Onde:

$C_{IL,refA}$  é o consumo do sistema de iluminação da AUC na condição de referência A (kWh/ano);

$PI_{LA}$  é a potência de iluminação limite para a classificação A (W);

$h$  são as horas de uso da AUC por dia, conforme a Tabela G.1;

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano conforme a Tabela G.1;

$n$  é a quantidade de áreas de uso comum.

$$C_{IL,refD} = \sum_{i=1}^n PI_{LD} \cdot (h \cdot N_{ano}) / 1000 \quad \text{Equação (G.3)}$$

Onde:

$C_{IL,refD}$  é o consumo do sistema de iluminação da AUC na condição de referência D (kWh/ano);

$PI_{LD}$  é a potência de iluminação limite para a classificação D (W);

$h$  são as horas de uso da AUC por dia, conforme a Tabela G.1;

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano, conforme a Tabela G.1;

$n$  é a quantidade de áreas de uso comum.

### G.1.3 Determinação da potência de iluminação limite para a condição de referência

O método das atividades estabelece valores independentes de densidade de potência limite ( $DPI_L$ ) para as diferentes atividades das AUC. As atividades podem ser contabilizadas por um ambiente ou por grupos de ambientes com a mesma atividade.

Para a determinação da potência de iluminação limite por meio do método das atividades, deve-se identificar as atividades da AUC de acordo com a Tabela G.3, e as suas respectivas densidades de potência de iluminação limite para a condição de referência, classificação D, e a condição equivalente à classificação A. Para atividades não listadas na Tabela G.3, deve-se adotar uma atividade equivalente.

O cálculo da potência de iluminação limite para a condição de referência é o produto entre a área iluminada ( $A_i$ ) de cada uma das atividades, e sua respectiva densidade de potência de iluminação limite ( $DPI_L$ ), utilizando-se a Equação G.4. O mesmo procedimento deve ser realizado para a condição equivalente à classificação A.

$$PI_L = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot DPI_L) \quad \text{Equação (G.4)}$$

Onde:

$PI_L$  é a potência de iluminação limite para cada classificação (W);

$A_i$  é a área iluminada para cada uma das atividades, se houver mais de uma ( $m^2$ );

$DPI_L$  é a densidade de potência limite para cada uma das atividades, se houver mais de uma ( $W/m^2$ ).

$n$  é a quantidade de áreas de uso comum.

**Tabela G.3** – Densidade de potência de iluminação ( $DPI_L$ ) das classificações A e D

| Áreas de uso comum   | $DPI_L$<br>Classificação A<br>( $W/m^2$ ) | $DPI_L$<br>Classificação D<br>( $W/m^2$ ) |
|--|---|---|
| <b>Auditórios e Anfiteatros</b>  |   |   |
| Auditório  | 11,50                                     | 13,60                                     |
| Cinema   | 12,25                                     | 14,97                                     |
| <b>Banheiros</b>   | 9,15                                      | 13,73                                     |
| <b>Brinquedoteca</b>   | 7,55                                      | 9,60                                      |
| <b>Circulação interna e jardins</b>  | 3,10                                      | 4,30                                      |
| <b>Cozinhas</b>  | 11,40                                     | 17,12                                     |
| Espaços de armazenamento com acesso de moradores                                   | 2,40                                      | 3,40                                      |
| <b>Escadas</b>   | 4,60                                      | 6,40                                      |
| <b>Escritório</b>  | 10,00                                     | 19,04                                     |
| <b>Garagem e espaços de circulação externa</b>                                     | 1,50                                      | 1,95                                      |
| <b>Ginásio/ Academia</b>   |   |   |
| Área de ginástica  | 3,20                                      | 4,50                                      |
| Quadra de esportes – classe 4*   | 12,15                                     | 18,85                                     |
| <b>Guarita</b>   | 2,89                                      | 4,05                                      |
| <b>Sala de estudos</b>   | 9,90                                      | 16,32                                     |
| <b>Sala de espera, convivência, salão de festas, sala de jogos, espaço gourmet</b> | 7,55                                      | 9,60                                      |
| <b>Sala de reuniões, conferência, multiuso</b>                                     | 11,50                                     | 19,04                                     |
| <b>Vestiário</b>   | 5,15                                      | 12,96                                     |
| <b>Zeladoria</b>   | 2,89                                      | 4,05                                      |

\*Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas; não considera a presença de espectadores.

#### G.1.4 Determinação do consumo de iluminação na condição real

O consumo de energia elétrica do sistema de iluminação das áreas de uso comum na condição real ( $C_{IL,real}$ ) é determinado pela multiplicação entre a potência de iluminação total instalada nas AUC e o seu tempo de uso, conforme Equação G.5. Na condição real deve-se considerar a potência de iluminação total instalada da AUC na condição real ( $PI_T$ ), para cada ambiente da AUC, conforme o item G.1.5.

$$C_{IL,real} = \sum_{i=1}^n PI_{T,real} \cdot (h \cdot N_{ano}) / 1000 \quad \text{Equação (G.5)}$$

Onde:

$C_{IL,real}$  é o consumo do sistema de iluminação da AUC na condição real (kWh/ano);

$PI_{T,real}$  é a potência de iluminação total instalada nas AUC (W);

$h$  são as horas de uso da AUC por dia, conforme a Tabela G.1;

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano, conforme a Tabela G.1;

$n$  é a quantidade áreas de uso comum.

### G.I.5 Cálculo da potência de iluminação total da AUC na condição real

A potência instalada de iluminação total deve considerar a potência referente a todos os conjuntos de luminárias instalados, incluindo as lâmpadas, reatores, transformadores e sistemas de controles da edificação em sua condição real ( $PI_{T,real}$ ).

A potência de iluminação total da AUC deve resultar da soma das duas parcelas do sistema de iluminação: 1) a parcela sem controle automatizado; e 2) a parcela de luminárias controladas por sensores. Se não houver a inserção de sensores, a parcela controlada deve ser nula, e a potência de iluminação total será equivalente à potência instalada sem controle automatizado. A potência de iluminação em uso deve ser determinada conforme o item G.I.6.

A potência de iluminação total da AUC na condição real é representada pela Equação G.6.

$$PI_{Treal} = \sum (PI_U) + \sum (PI) + P_{ASP} \quad \text{Equação (G.6)}$$

Onde:

$PI_{T,real}$  é a potência de iluminação total da AUC na condição real (W);

$PI_U$  é a potência de iluminação em uso, calculada conforme Equação G.8 (W);

$PI$  é a potência de iluminação sem controle automatizado (W);

$P_{ASP}$  é a potência de iluminação de ambientes sem projeto luminotécnico ou sem sistema instalado no momento da inspeção em campo da AUC (W), quando aplicável.

Nos casos de ambientes sem projeto luminotécnico ou sem a instalação do sistema de iluminação durante a inspeção em campo, a potência de iluminação da condição real destes ambientes deverá ser calculada pela Equação G.7.

$$P_{ASP} = (1,5 \cdot PI_{LD}) \quad \text{Equação (G.7)}$$

Onde:

$P_{ASP}$  é a potência de iluminação de ambientes sem projeto luminotécnico ou sem sistema instalado no momento da inspeção em campo da AUC (W);

$PI_{LD}$  é a potência de iluminação limite para a classificação D (W).

### G.I.6 Cálculo da potência de iluminação em uso

Conjuntos de luminárias destinados à iluminação geral, cujo funcionamento seja otimizado por algum dispositivo de controle automatizado, podem ter a sua potência instalada reduzida com base no fator de

ajuste de potência (FAP). Os valores dos FAP, conforme o tipo de controle das luminárias, devem ser adotados segundo a Tabela G.4.

**Tabela G.4** – Fatores de ajuste da potência instalada em função do tipo de controle das luminárias

| Tipo de controle  | Fator de ajuste de potência (FAP) |
|---|-----------------------------------|
| Controle sensível à luz natural - por passos ou dimerizável             | 0,90                              |
| Controle com sensor de ocupação dimerizável com desligamento automático | 0,80                              |
| Controle dimerizável com programação e desligamento automático          | 0,95                              |

A potência instalada de iluminação em uso ( $PI_U$ ) deve ser calculada por meio da potência de iluminação controlada por sensores ( $PI_C$ ) e o fator de ajuste de potência (FAP), quando aplicável, conforme a Equação G.8.

$$PI_U = \sum [(PI_C \cdot FAP)] \quad \text{Equação (G.8)}$$

Onde:

$PI_U$  é a potência de iluminação em uso (W);

$PI_C$  é a potência de iluminação controlada por sensores (W);

FAP é o fator de ajuste de potência conforme o tipo de controle.

## G.II BOMBAS E/OU MOTOBOMBAS

Neste item são descritos os critérios para a determinação do percentual de redução do consumo de energia primária necessário para operação das bombas e/ou motobombas das edificações ( $RedC_B$ ), que é feito comparando-se o consumo da condição real com o consumo na condição de referência, conforme Equação G.9.

$$RedC_B = (C_{B,ref} - C_{B,real}) / C_{B,ref} \cdot 100 \quad \text{Equação (G.9)}$$

Onde:

$RedC_B$  é o percentual de redução de consumo das bombas e/ou motobombas da condição real em relação à condição de referência (%);

$C_{B,ref}$  é o consumo anual das bombas e/ou motobombas na condição de referência (kWh/ano)

$C_{B,real}$  é o consumo anual das bombas e/ou motobombas na condição real (kWh/ano)

### G.II.1 Determinação do consumo de energia para a demanda de bombas e/ou motobombas na condição real

Para a estimativa do consumo energético relativo às bombas e/ou motobombas devem ser estabelecidos os consumos diários de água, tanto das unidades habitacionais abastecidas por caixas d'água coletivas, quanto das áreas de uso comum. Para este cálculo não devem ser consideradas as bombas para fins decorativos, elevatórias de esgoto e bombas instaladas em piscinas.

Para edificações multifamiliares, essa estimativa pode ser feita conforme memoriais de cálculo do projetista, ou segundo as especificações descritas na Tabela G.5.

**Tabela G.5 – Determinação do consumo de água para edificações multifamiliares**

| <b>Categoria de Consumidor</b>                      | <b>Consumo médio estimado (m<sup>3</sup>/mês)</b>  |
|---|--|
| Condomínios residenciais (edifício de apartamentos) | -21,1 + 0,0177 x (área total construída) + 2,65 x (nº de banheiros) + 3,97 x (nº de dormitórios) – 50,2 x (nº de dormitórios > 3*) + 46 x (média do nº vagas de garagem por apartamento) |

\*Parâmetro que assume valor 1 ou 0. Se a média de dormitórios por apartamento é maior que 3 = 1; caso contrário = 0)  
 Fonte: Nota Técnica NTS 181 da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Para condomínios de edificações unifamiliares, o consumo de água deve seguir os memoriais de cálculo de projetista ou as especificações da Tabela G.6. Caso existam áreas de lazer ou espaços de uso comum com consumo de água no condomínio, tal consumo deve ser estabelecido por laudo técnico.

**Tabela G.6 – Consumos para condomínios de edificações unifamiliares**

| <b>Fonte de consumo</b>                           | <b>Consumo médio estimado (m<sup>3</sup>/mês)</b> |
|---|---|
| Residências abastecidas por caixa d'água coletiva | 6,3 por pessoa                                    |
| Jardins de áreas de uso comum*                    | 0,06 por m <sup>2</sup>                           |

\*Apenas para jardins cujo abastecimento provém de caixas d'água coletivas. Caso a alimentação para a irrigação de jardins seja independente de reservatórios, esse consumo deve ser desconsiderado para o cálculo relativo ao bombeamento.

A partir do consumo de água estimado, calcula-se o volume a ser elevado pelas bombas e/ou motobombas e o consumo energético das bombas na condição real, conforme Equação G.10.

As potências dos equipamentos na condição real devem ser obtidas nas tabelas de eficiência energética do PBE para Bombas e motobombas centrífugas ou no catálogo do fabricante.

A classificação dos equipamentos na condição real deve ser obtida nas tabelas de eficiência energética do PBE para Bombas e motobombas centrífugas. Equipamentos não etiquetadas recebem classificação E.

Caso a edificação possua mais de uma bomba, o volume proporcional bombeado por cada uma deve ser utilizado. O consumo anual total das bombas é o somatório dos consumos de todas as bombas e/ou motobombas.

$$C_{B,real} = \sum_1^n \frac{V}{30C_h} \cdot P_{B,real} \cdot N_{ano} \quad \text{Equação (G.10)}$$

Onde:

$C_{B,real}$  é o consumo anual das bombas e/ou motobombas utilizadas para sistemas de elevação de água na condição real ( $C_{B,real}$ ) (kWh/ano);

V é o volume mensal calculado de consumo de água (m<sup>3</sup>/mês);

$C_h$  é a capacidade horária de bombeamento dos equipamentos escolhidos (m<sup>3</sup>/h);

$P_{B,real}$  é a potência da bomba na condição real (kW);

$N_{ano}$  é a quantidade de dias do ano em que o sistema estará operante.

### **G.II.2 Determinação do consumo de energia para a demanda de bombas e/ou motobombas na condição de referência**

A potência da bomba na condição de referência deve ser calculada a partir de um incremento ou decréscimo em relação à bomba utilizada na condição real, dependente da classe de eficiência descrita nas tabelas de eficiência do Inmetro.

Para bombas ou motobombas com classificação C adota-se o mesmo valor para a condição de referência. Na Tabela G.7 são apresentados os incrementos ou decréscimos adotados na potência das bombas e/ou motobombas na condição real, para obtenção da potência na condição de referência.

**Tabela G.7** – Incremento ou decréscimo de potências nas escalas de classificação das bombas e/ou motobombas para obtenção da potência na condição de referência

| Classe da bomba na condição real | Potência da bomba na condição de referência ( $P_{B,ref}$ ) |
|----------------------------------|---|
| A                                | Potência na condição real A + 8%                            |
| B                                | Potência na condição real B + 4%                            |
| C                                | Potência na condição de referência = condição real          |
| D                                | Potência na condição real D - 4%                            |
| E                                | Potência na condição real E - 8%                            |

O consumo para bombeamento na condição de referência ( $C_{B,ref}$ ) é dado pela Equação G.11.

$$C_{B,ref} = \sum_1^n \frac{V}{30C_h} \cdot P_{B,ref} \cdot N_{ano} \quad \text{Equação (G.11)}$$

Onde:

$C_{B,ref}$  é o consumo anual das bombas e/ou motobombas utilizadas para sistemas de elevação de água na condição de referência (kWh/ano);

V é o volume mensal calculado de consumo de água ( $m^3$ /mês);

$C_h$  é a capacidade horária de bombeamento dos equipamentos escolhidos ( $m^3$ /h);

$P_{B,ref}$  é a potência da bomba na condição de referência (kW);

$N_{ano}$  é a quantidade de dias do ano em que o sistema estará operante.

### G.III ELEVADORES

Neste item são descritos os critérios para a avaliação da eficiência energética dos elevadores quanto à determinação do consumo energético deste sistema.

#### G.III.1 Determinação do consumo dos elevadores na condição real

O consumo anual dos elevadores na condição real ( $C_{ELEV,real}$ ) é obtido pela multiplicação dos consumos diários, obtidos conforme a metodologia descrita nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2, pelo número de dias de uso dos elevadores, fixados em 365 dias, conforme a Equação G.12.

$$C_{ELEV,real} = \sum_1^n Ed \cdot 365 / 1000 \quad \text{Equação (G.12)}$$

Onde:

$C_{ELEV,real}$  é o consumo do conjunto de elevadores da edificação real (kWh/ano);

$Ed$  é o consumo diário de cada elevador, conforme as ISO 25745-1 e ISO 25745-2 (Wh/dia);

n é o número de elevadores da edificação.

A classificação dos elevadores é determinada pelos fabricantes, conforme as ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Elevadores sem classificação de eficiência energética devem assumir classe de eficiência energética E e seus consumos energéticos diários ( $Ed$ , em Wh) devem ser estimados conforme a Tabela G.8.

**Tabela G.8** – Estimativa do consumo de energia elétrica para elevadores não etiquetados

| Edificações com até 6 UHs | Edificações de 7 a 20 UHs | Edificações de 21 a 50 UHs | Edificações com mais de 50 UHs |
|---------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| $19040 + 2,016 \cdot Q$   | $18800 + 5,04 \cdot Q$    | $18000 + 15,12 \cdot Q$    | $16800 + 30,24 \cdot Q$        |

Onde:

Q é a carga nominal do elevador (kg)

### G.III.2 Determinação do consumo dos elevadores na condição de referência

O consumo do elevador na condição de referência ( $C_{ELEV,ref}$ ) deve ser calculado a partir de um incremento ou decréscimo em relação ao consumo do elevador na condição real. Para elevadores com classificação de eficiência energética C adota-se o mesmo valor do consumo para a condição de referência. Na Tabela G.9 são apresentados os incrementos ou decréscimos adotados no consumo do elevador na condição real, para obtenção do consumo na condição de referência.

**Tabela G.9** – Incremento ou decréscimo de consumos nas escalas de classificação de elevadores para obtenção do consumo na condição de referência

| Classe do elevador na condição real | Consumo do elevador na condição de referência ( $C_{ELEV,ref}$ ) – até 20 UHs | Consumo do elevador na condição de referência ( $C_{ELEV,ref}$ ) – acima de 20 UHs |
|-------------------------------------|---|--|
| A                                   | 3 x Consumo na condição real A  | 2,5 x Consumo na condição real A   |
| B                                   | 2 x Consumo na condição real B  | 1,5 x Consumo na condição real B   |
| C                                   | Consumo na condição de referência = condição real                             | Consumo na condição de referência = condição real                                  |
| D                                   | 0,5 x Consumo na condição real D  | 0,6 x Consumo na condição real D   |
| E                                   | 0,25 x Consumo na condição real E   | 0,4 x Consumo na condição real E   |

## G.IV SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Neste item são descritos os critérios para a avaliação do sistema de condicionadores de ar das AUCs e os procedimentos para a determinação do consumo dos condicionadores de ar na condição real ( $C_{AC,real}$ ) e na condição de referência ( $C_{AC,ref}$ ).

### G.IV.1 Determinação do consumo do sistema de condicionamento de ar na condição real

Para determinação do consumo do sistema de condicionamento do ar deve-se adotar os dados de consumo descritos na etiqueta de classificação energética do equipamento, disponibilizados pelo Inmetro. Nessa etiqueta o consumo mensal é mensurado para um ciclo normalizado em 1 hora de uso por dia por mês, para equipamentos etiquetados por COP, e um ciclo de 2080 horas por ano para equipamentos etiquetados por IDRS. Para a estimativa do consumo por IDRS (Equação G.13) e por COP (Equação G.14), deve-se multiplicar o consumo nominal dos equipamentos pelas horas de uso do ambiente, na condição real e na condição de referência, definidas na Tabela G.1. Todas as áreas de uso comum que contém sistema de condicionamento de ar devem ter seu consumo contabilizado.

$$C_{AC,real} = \sum \frac{C_{AC,nom,IDRS}}{2080} \cdot N_{ano} \cdot h \quad \text{Equação (G.13)}$$

Onde:

$C_{AC,real}$  é o consumo do sistema de condicionamento de ar total da área de uso comum na condição real, para equipamentos classificados pelo IDRS (kWh/ano);

$C_{AC,nom,IDRS}$  é o consumo nominal do equipamento condicionador de ar, estabelecido nas tabelas de eficiência energética do PBE para Condicionadores de ar (kWh/ano);

$h$  são as horas de uso da área de uso comum por dia, conforme a Tabela G.1;

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano, conforme a Tabela G.1.

$$C_{AC,real} = \sum \frac{C_{AC,nom,COP}}{30} \cdot h \cdot N_{ano} \quad \text{Equação (G.14)}$$

Onde:

$C_{AC,real}$  é o consumo do sistema de condicionamento de ar total da área de uso comum na condição real, para equipamentos classificados pelo COP (kWh/ano);

$C_{AC,nom,COP}$  é o consumo nominal do equipamento condicionador de ar, estabelecido nas tabelas de eficiência energética do PBE para Condicionadores de ar (kWh/mês);

$h$  são as horas de uso da área de uso comum por dia, conforme a Tabela G.1;

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano, conforme a Tabela G.1.

No caso de múltiplos equipamentos, os consumos anuais devem ser somados.

#### G.IV.2 Determinação do consumo do sistema de condicionamento de ar na condição de referência

O consumo do sistema de condicionamento de ar na condição de referência ( $C_{AC,ref}$ ) é obtido pela Equação G.15 (por IDRS) e Equação G.16 (pelo COP), considerando o consumo nominal ( $C_{AC,nom,IDRS,ref}$  ou  $C_{AC,nom,COP,ref}$ ) referente a um equipamento classe C da categoria avaliada.

$$C_{AC,ref} = \sum \frac{C_{AC,nom,IDRS,ref}}{2080} \cdot N_{ano} \cdot h \quad \text{Equação (G.15)}$$

Onde:

$C_{AC,ref}$  é o consumo do sistema de condicionamento de ar total da área de uso comum na condição de referência, para equipamentos classificados pelo IDRS (kWh/ano);

$C_{AC,nom,IDRS,ref}$  é o consumo nominal do equipamento condicionador de ar, calculado conforme a Tabela G.10 (kWh/ano);

$h$  são as horas de uso da área de uso comum por dia, conforme a Tabela G.1;

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano, conforme a Tabela G.1.

$$C_{AC,ref} = \sum \frac{C_{AC,nom,COP,ref}}{30} \cdot h \cdot N_{ano} \quad \text{Equação (G.16)}$$

Onde:

$C_{AC,ref}$  é o consumo do sistema de condicionamento de ar total da área de uso comum na condição de referência, para equipamentos classificados pelo COP (kWh/ano);

$C_{AC,nom,COP,ref}$  é o consumo nominal do equipamento condicionador de ar, calculado conforme a Tabela G.11 (kWh/mês);

$h$  são as horas de uso da área de uso comum por dia, conforme a Tabela G.1;

$N_{ano}$  é o número de dias de ocupação ao ano, conforme a Tabela G.1.

O consumo do sistema de ar condicionado na condição de referência das AUCs, de classe C, deve ser obtido por meio de um incremento ou decréscimo ao valor obtido de consumo nominal do equipamento

para a condição real, dependendo da sua classe de eficiência. A Tabela G.10 determina esse incremento ou decréscimo para sistemas classificados pelo IDRS e a Tabela G.11 para sistemas classificados pelo COP.

**Tabela G.10** – Ajustes no consumo do sistema de condicionamento de ar na condição de referência para cada classe e tipo de condicionamento classificado pelo IDRS

| Tipo de condicionadores de ar |                        |                        |                        |                        |                        |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Classes                       | Tipo Janela            |                        |                        |                        | Tipo split             |
|                               | ≤ 9.000 Btu/h          | 9.001 a 13.999 Btu/h   | 14.000 a 19.999 Btu/h  | 20.000 a 60.000 Btu/h  |                        |
| <b>A</b>                      | Consumo A + 5,64%      | Consumo A + 5,76%      | Consumo A + 5,57%      | Consumo A + 6,06%      | Consumo A + 19,90%     |
| <b>B</b>                      | Consumo B + 2,66%      | Consumo B + 2,88%      | Consumo B + 2,79%      | Consumo B + 3,20%      | Consumo B + 10,00%     |
| <b>C</b>                      | Condição de referência | Condição de referência | Condição de referência | Condição de referência | Condição de referência |
| <b>D</b>                      | Consumo D - 3,07%      | Consumo D - 2,97%      | Consumo D - 2,87%      | Consumo D - 2,57%      | Consumo D - 11,11%     |
| <b>E</b>                      | -                      | -                      | -                      | -                      | Consumo E - 24,50%     |

Fonte: Adaptado de Portaria Inmetro n° 007 (04/01/2011)

**Tabela G.11** – Valores de adição de consumo do sistema de condicionamento de ar na condição de referência para cada classe e tipo de condicionamento, quando classificado pelo COP

| Tipo de condicionadores de ar |                        |                        |                        |                        |                        |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Classes                       | Tipo Janela            |                        |                        |                        | Tipo split             |
|                               | ≤ 9.000 Btu/h          | 9.001 a 13.999 Btu/h   | 14.000 a 19.999 Btu/h  | 20.000 a 60.000 Btu/h  |                        |
| <b>A</b>                      | Consumo A + 16,36%     | Consumo A + 16,49%     | Consumo A + 12,20%     | Consumo A + 14,45%     | Consumo A + 13,34%     |
| <b>B</b>                      | Consumo B + 7,84%      | Consumo B + 7,91%      | Consumo B + 5,93%      | Consumo B + 6,87%      | Consumo B + 6,67%      |
| <b>C</b>                      | Condição de referência | Condição de referência | Condição de referência | Condição de referência | Condição de referência |
| <b>D</b>                      | Consumo D - 8,10%      | Consumo D - 8,20%      | Consumo D - 5,91%      | Consumo D - 6,97%      | Consumo D - 7,14%      |
| <b>E</b>                      | Consumo E - 17,15%     | Consumo E - 16,95%     | Consumo E - 12,56%     | Consumo E - 14,51%     | Consumo E - 15,80%     |

Fonte: Adaptado de Portaria Inmetro n° 007 (04/01/2011)

Caso o sistema de condicionamento tenha capacidade superior a 17,6 kW (60.000 BTU/h) ou não seja feito por unidades individuais etiquetadas pelo Inmetro, deve-se utilizar o método que corresponda ao desejado descrito no Anexo B.II, da INI-C.

## G.V SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

Os critérios para avaliação do sistema de aquecimento de água das áreas de uso comum quanto à determinação de sua eficiência, consumo energético e determinação do percentual de redução do consumo de energia primária ( $Red_{CA,AUC}$ ) são os mesmos especificados no Anexo B.III.

Entretanto, o volume diário de água ( $V_{dia,E}$  ou  $T$  – Equação B.III.11) a ser considerado para as áreas de uso comum é definido em função da área de uso comum sob avaliação, de acordo com a Tabela G.12.

**Tabela G.12** – Volume diário de consumo de água quente por área de uso comum

| Área de uso comum                              | Volume de água (m <sup>3</sup> ) |
|--|----------------------------------|
| Spa (m <sup>3</sup> /dia/leito)                | 0,12                             |
| Academias (m <sup>3</sup> /dia/ponto de banho) | 0,10                             |
| Salão de festas (m <sup>3</sup> /dia/lugares)  | 0,01                             |

Nota: Para as áreas comuns não existentes na Tabela G.12 devem ser utilizados dados de previsão de demanda de um projeto de água quente realizado por profissional da área.

Nota: Caso exista nas AUC apenas um chuveiro elétrico de uso eventual, este pode ser desconsiderado da avaliação.

#### **G.VI GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL**

A avaliação do potencial de geração de energia elétrica a partir do uso de fontes locais de energia renovável deve ser realizada conforme Anexo D, considerando apenas as parcelas referentes às áreas de uso comum.

#### **G.VII EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO**

A avaliação das emissões de dióxido de carbono deve ser realizada conforme Anexo E, considerando apenas as parcelas referentes às áreas de uso comum.

#### **G.VIII USO RACIONAL DE ÁGUA**

A avaliação do uso racional de água nas áreas de uso comum deve ser realizada conforme Anexo F, considerando as particularidades das áreas de uso comum.