PORTARIA Nº 309, DE 6 DE SETEMBRO DE 2022

Aprova as Instruções Normativas e os Requisitos de Avaliação da Conformidade para a Eficiência Energética das Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas e Residenciais – Consolidado.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA - INMETRO, no exercício da competência que lhe foi outorgada pelos artigos 4º, § 2º, da Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973, e 3º, incisos I e IV, da Lei nº 9.933, de 20 de dezembro de 1999, combinado com o disposto nos artigos 18, inciso V, do Anexo I ao Decreto nº 6.275, de 28 de novembro de 2007, e 105, inciso V, do Anexo à Portaria nº 2, de 4 de janeiro de 2017, do então Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, considerando o que determina o Decreto nº 10.139, de 28 de novembro de 2019, as consultas públicas divulgadas pelas Portarias Inmetro nº 248, de 10 de julho de 2018, publicada no Diário Oficial da União de 12 de julho de 2018, seção 1, página 335; nº 18, de 12 de julho de 2021, publicada no Diário Oficial da União de 12 de julho de 2021, seção 1, página 90 a 108; e nº 3, de 9 de março de 2021, publicada no Diário Oficial da União de 12 de março de 2021, seção 1, página 116 a 128, e o que consta no Processo 52600.000288/2021-90, resolve:

Objeto e âmbito de aplicação

Art. 1º Ficam aprovados a Instrução Normativa Inmetro para as Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, a Instrução Normativa Inmetro para as Edificações Residenciais, os Requisitos de Avaliação da Conformidade e as Especificações para o Selo de Identificação da Conformidade, na forma da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), para Eficiência Energética das Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, e Edificações Residenciais, fixados, respectivamente, nos Anexos I, II, III e IV desta Portaria.

§ 1º A avaliação da conformidade para a classificação de eficiência energética das edificações residenciais e comerciais, de serviços e públicas, de caráter voluntário, por meio do mecanismo da inspeção, deve ser realizada por Organismo de Inspeção Acreditado pelo Inmetro (OIA-EEE) ou Profissional Certificado (PC), estabelecido no Brasil, consoante os Requisitos ora aprovados.

§ 2º Aplicam-se os presentes Requisitos às edificações comerciais, de serviços, públicas e residenciais – novas ou existentes.

Art. 2º Não é da esfera de competência legal do Inmetro o exercício do poder de polícia administrativa quanto ao objeto, cabendo ao Instituto, exclusivamente, a supervisão quanto ao uso da marca, tendo por foco o cumprimento das regras de Avaliação da Conformidade.

Prazos e disposições transitórias

Art. 3º A partir de 1º de maio de 2024, a emissão da ENCE para as edificações comerciais, de serviços e públicas, e residenciais somente poderá ser realizada com base nos requisitos ora aprovados.

§ 1º Excepcionalmente, mesmo após a data especificada no **caput**, a emissão da ENCE de Edificação Construída, para edificações que tenham se submetido à inspeção de projeto à luz do RTQ-C ou RTQ-R, estabelecidos, respectivamente, pelas Portarias Inmetro nº 372, de 17 de setembro de 2010, e nº 18, de

16 de janeiro de 2012, poderá utilizar o próprio RTQ-C ou RTQ-R, respeitados os 5 (cinco) anos de validade da ENCE de Projeto.

§ 2º No caso previsto no parágrafo anterior, o OIA-EEE pode adotar os procedimentos de inspeção remota previstos no RAC ora aprovado, bem como as atualizações pertinentes estabelecidas nas Notas Técnicas do PBE Edifica.

Cláusula de revogação

Art. 4º Ficam revogadas:

I – Portaria Inmetro nº 372, de 17 de setembro de 2010, publicada no Diário Oficial da União de 22 de setembro de 2010, seção 1, página 68, em 30 de abril de 2029;

II – Portaria Inmetro nº 17, de 16 de janeiro de 2012, publicada no Diário Oficial da União de 17 de janeiro de 2012, seção 1, página 53 a 54, em 30 de abril de 2029;

III – Portaria Inmetro nº 18, de 16 de janeiro de 2012, publicada no Diário Oficial da União de 17 de janeiro de 2012, seção 1, página 54, em 30 de abril de 2029;

IV – Portaria Inmetro nº 50, de 1º de fevereiro de 2013, publicada no Diário Oficial da União de 6 de fevereiro de 2013, seção 1, página 87, em 30 de abril de 2029;

V- Portaria Inmetro nº 299, de 19 de junho de 2013, publicada no Diário Oficial da União de 20 de junho de 2013, seção 1, página 79 a 80, em 30 de abril de 2029;

VI – Portaria Inmetro nº 126, de 19 de março de 2014, publicada no Diário Oficial da União de 21 de março de 2014, seção 1, página 56 a 57, em 30 de abril de 2029; e

VII – Portaria Inmetro nº 42, de 24 de fevereiro de 2021, publicada no Diário Oficial da União de 9 de março de 2021, seção 1, páginas 44 a 82, na data de vigência desta Portaria.

Vigência

Art. 5º Esta Portaria entra em vigor em 03 de outubro de 2022, conforme determina art. 4º do Decreto nº 10.139, DE 2019].

MARCOS HELENO GUERSON DE OLIVEIRA JÚNIOR

Presidente

SUMÁRIO

ANEXO I – INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS

1. OBJETIVO 5

2. SIGLAS 5

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES 7

4. DEFINIÇÕES 9

5. VISÃO GERAL 21

6. CONDIÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO NA ENVOLTÓRIA 23
6.1. Método simplificado para as edificações condicionadas artificialmente 23

7. CONDIÇÕES DE ELEGIBILIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO A 24
7.1. Sistema de condicionamento de ar 24
7.1.1. Condições específicas por equipamento 24
7.1.2. Critérios específicos por sistema 28
7.2. Sistema de iluminação 36
7.2.1. Contribuição da luz natural 37
7.2.2. Controle local 37
7.2.3. Desligamento automático do sistema de iluminação 38
7.3. Sistema de aquecimento de água 38
7.3.1. Automação do sistema de recirculação 38
7.3.2. Isolamento térmico das tubulações de distribuição e circuito de recirculação 38
7.3.3. Reservatório de água quente 39

8. PROCEDIMENTOS PARA A DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS 39
8.1. Classificação da eficiência energética geral da edificação 40
8.2. Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais 44
8.2.1. Determinação da classificação de eficiência energética da envoltória 44
8.2.2. Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar 45
8.2.3. Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de iluminação 48
8.2.4. Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água 49

ANEXO A – TABELAS PARA A CONDIÇÃO DE REFERÊNCIA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS 50
A.1. Condições de referência 50
A.2. Elementos construtivos das paredes externas e cobertura 50

ANEXO B – MÉTODO SIMPLIFICADO 68

ANEXO B.I – ENVOLTÓRIA 68
B.I.1. Determinação do percentual de redução da carga térmica total anual 68
B.I.2. Determinação da carga térmica total anual da edificação 68

ANEXO B.II – SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR 78
B.II.1. Determinação do percentual de redução do consumo de refrigeração 79
B.II.2. Determinação do consumo de refrigeração 79
B.II.3. Condições gerais 80
B.II.4. Cálculo da eficiência dos sistemas 81

ANEXO B.III – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO 84

B.III.1. Determinação do percentual de redução do consumo de iluminação....85
B.III.2. Determinação do consumo de iluminação....85
B.III.3. Cálculo da potência de iluminação total da edificação real....86
B.III.4. Determinação da potência de iluminação limite....90

ANEXO B.IV – SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA....97
B.IV.1. Determinação do percentual de redução do consumo de energia primária....97
B.IV.2. Determinação do consumo de energia para a demanda de água quente....97
B.IV.3. Condições gerais....99
B.IV.4. Energia requerida para o atendimento da demanda de água quente....100
B.IV.5. Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de energia solar térmica ou que recuperam calor....102
B.IV.6. Consumo de energia associado às perdas térmicas....106
B.IV.7. Eficiência dos equipamentos aquecedores de água....108

ANEXO C – MÉTODO DE SIMULAÇÃO....109

ANEXO C.I – SIMULAÇÃO TERMOENERGÉTICA....110
C.I.1. Características do programa computacional para a simulação termoenergética....110
C.I.2. Arquivo climático....111
C.I.3. Procedimento para a simulação....111
C.I.4. Edificação na condição de referência....114
C.I.5. Padrão de uso da edificação: ocupação e cargas internas....116
C.I.6. Modelagem do sistema de condicionamento de ar da edificação....117
C.I.7. Saídas da simulação, classificação geral da edificação e dos sistemas individuais da envoltória e iluminação....119

ANEXO C.II – SIMULAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL....123
C.II.1. Características do programa computacional para a simulação de iluminação natural....123
C.II.2. Arquivo climático para a simulação de iluminação natural....124
C.II.3. Procedimentos de modelagem para a simulação de iluminação natural....124
C.II.5. Procedimento para a simulação de iluminação natural para a avaliação da redução do consumo de energia primária da edificação....126
C.II.6. Cálculo do consumo do sistema de iluminação total considerando a redução proveniente do uso da iluminação natural....128

ANEXO D – GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL....129

ANEXO E – EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO....130
E.1 Determinação do percentual de redução ou acréscimo da emissão de dióxido de carbono devido ao consumo energético....130
E.2 Determinação da emissão total de dióxido de carbono da edificação....130

ANEXO F – USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES....132
F.1. Determinação do percentual anual de redução no consumo de água potável....132
F.2. Consumo de água da edificação na condição de referência....132
F.3. Consumo de água da edificação na condição real....135
F.4. Oferta de água não potável....136

INMETRO	**ANEXO I – INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DAS EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS**

1. OBJETIVO

Estabelecer os critérios e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas e porções não-residenciais de edificações de uso misto, em projeto ou construídos, quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações.

2. SIGLAS

Para fins deste anexo, são adotadas as siglas a seguir, além das citadas nos documentos complementares elencados no item 3.

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Área Condicionada Artificialmente
AHRI	**Air-Conditioning, Heating and Refrigeration Institute**
AHS	Ângulo Horizontal de Sombreamento
AI	Área Iluminada
ALN	Autonomia da Luz Natural
ALNE	Autonomia da Luz Natural Espacial
ANC	Área Não Condicionada Artificialmente
ANSI	**American National Standards Institute**
AOV	Ângulo de Obstrução da Vizinhança
APP	Área de Permanência Prolongada
APT	Área de Permanência Transitória
ASHRAE	**American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers**
ASTM	**American Society for Testing and Materials**
AT	Área Técnica
ATC	**Acceptance Test Code**
AVS	Ângulo Vertical de Sombreamento
Cgcre	Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro
CgT	Carga Térmica
CIE	**Commission Internationale de l'éclairage**
COP	Coeficiente de Performance
CT	Capacidade Térmica
CTI	**Cooling Technology Institute**

DCI	Densidade de Carga Interna
DPE	Densidade de Potência de Equipamentos
DPI_T	Densidade de Potência de Iluminação Total
DPI_L	Densidade de Potência de Iluminação Limite
DPI_U	Densidade de Potência de Iluminação em Uso
EAS	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde
EEP	Edificação de Energia Positiva
ENV	Envoltória
GN	Gás Natural
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
HV	Altura da Verga
ICOP	Coeficiente Integrado de Performance
IDRS	Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal
IES	**Iluminating Engineering Society**
INI	Instrução Normativa Inmetro
INI-C	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional
IPLV	**Integrated Part-load Value**
NBR	Norma Brasileira
NFRC	**National Fenestration Rating Council**
NZEB	Edificação de Energia Quase Zero
PAF	Percentual de Área de Abertura na Fachada
PAZ	Percentual de Abertura Zenital
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PD	Pé-direito
PHOCT	Percentual de Horas Ocupadas em Conforto Térmico
PI	Potência Instalada de Iluminação
PI_T	Potência Instalada Total
SCOP	**Coeficiente Sazonal de Performance**
Sis	Sistemas Isolados
SIN	Sistema Interligado Nacional
SPLV	**System Part-load Value**
VRF	Sistema de Fluxo de Refrigerante Variável

ZB	Zona Bioclimática

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para fins deste Anexo, são adotados os documentos complementares seguintes.

10 CFR 431.102	**Definitions concerning commercial water heaters, hot water supply boilers, unfired hot water storage tanks, and commercial heat pump water heaters. Code of Federal Regulations (CFR) Title 10, Energy, Part 431.102, 2016.**
ABNT NBR 8160: 1999	Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.
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 16824:2020	Sistemas de distribuição de água em edificações — Prevenção de legionelose — Princípios gerais e orientações.
ABNT NBR 15527:2019	Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos.
ABNT NBR 15569:2021	Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto — Requisitos de projeto e instalação
ABNT NBR 16783:2019	Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.
ABNT NBR 16401:2024	Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários.
ABNT NBR 17037:2024	Qualidade do ar interior em ambientes não residenciais climatizados artificialmente - Padrões referenciais
ABNT NBR 7256:2005	Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações.
ANSI/AHRI 550/590:2011 (IP)	**Performance Rating of Water Chilling Packages Using the Vapor Compression Cycle. Arlington.**
ANSI/AHRI 551/591:2011 (SI)	**Performance Rating of Water-Chilling and Heat Pump Water-Heating Packages Using the Vapor Compression Cycle.**
ANSI/AHRI 1230:2010	**Performance Rating of Variable Refrigerant Flow (VRF) Multi-Split Air-Conditioning and Heat Pump Equipment.**
ANSI/AHRI 210/240:2008	**Performance Rating of Unitary air-conditioning and air source heat pump equipment.**
ANSI/AHRI 340/360:2015	**Performance Rating of Commercial and industrial unitary air-conditioning and heat pump equipment.**
ANSI/AHRI 560:2000	**AHRJ - Air-conditioning, Heating, and Refrigeration Institute: Absorption Water Chilling and Water Heating Packages.**

ANSI/ASHRAE 74: 1988	**Method of Measuring Solar-Optical Properties of Materials.**
ANSI/ASHRAE 140:2011	**Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.**
ANSI/ASHRAE 55:2017	**Thermal Environment Conditions for Human Occupancy.**
ANSI/ASHRAE/IES 90.1:2019	**Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.**
ANSI/NFRC 200:2020	**Procedure for Determining Fenestration Product Solar Heat Gain Coefficient and Visible Transmittance at Normal Incidence.**
ASTM E903-96	**Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance, and Transmittance of Materials Using Integrating Spheres (Withdrawn 2005).**
ASTM E1918-06:2015	**Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field, West Conshohocken, PA.**
CIE ISO 15569:2004	**Spatial distribution of daylight — CIE standard general sky.**
EN 15316-3-2: 2007	**Heating systems in buildings – method for calculation of system energy requirements and system efficiencies – Part 3-2: Domestic hot water systems, distribution.**
Portaria INMETRO / ME nº 269 de 22 de junho de 2021	Aprova os Requisitos de Avaliação da Conformidade para Condicionadores de Ar – Consolidado.
ISO 16358-1:2013	**Air-Cooled Air Conditioners and Air-To-Air Heat Pumps - Testing And Calculating Methods For Seasonal Performance Factors - Part 1: Cooling Seasonal Performance Factor.**
ISO 9050:2003	**Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors.**
MCTI, 2019	BRASIL. Ministério da Ciência e da Tecnologia e Inovação. Fator médio de emissão do Sistema Interligado Nacional do Brasil. Disponível em: https://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/ciencia/SEPED/clima/textogeral/emissao_corporativos.html. 2019a.
MCT, 2010	BRASIL. MCTI. Emissões de Dióxido de Carbono por Queima de Combustíveis: Abordagem Top-Down. Relatórios de Referência: Setor Energia. 2º Inventário Brasileiro de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa. Brasília, DF: MCTI, 2010.
PEREZ, R. et al., 1993	**All-weather model for sky luminance distribution—Preliminary configuration and validation. Solar Energy, vol. 50, n. 3, march 1993, p.235-245.**
PEREZ, R. et al., 1993	**ERRATUM to all-weather model for sky luminance distribution—preliminary configuration and validation. Solar Energy, vol. 51, n. 5, 1993, p. 423.**

VERSAGE, R., 2015 — Metamodelo para estimar a carga térmica de edificações condicionadas artificialmente. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 191p. 2015.

4. DEFINIÇÕES

4.1 Aberturas com fechamento transparente ou translúcido

Áreas da envoltória da edificação com fechamento translúcido ou transparente (permitindo a entrada de luz), incluindo janelas, painéis plásticos, claraboias, portas de vidro e paredes de blocos de vidro. Para o cálculo da área das aberturas, deve-se considerar o vão definido pelas faces acabadas da parede, desconsiderando o tipo e as dimensões dos caixilhos que abrigam as folhas de vidro. Excluem-se os vãos sem fechamentos, os elementos vazados como os cobogós e os caixilhos.

4.2 Absortância à radiação solar – α (adimensional)

Quociente da taxa de radiação solar absorvida por uma superfície pela taxa de radiação solar incidente sobre esta mesma superfície. A absortância é utilizada apenas para elementos opacos, com ou sem revestimento externo de vidro (exclui-se a absortância das parcelas envidraçadas das aberturas, bem como dos caixilhos). Para a absortância de paredes externas, adota-se o termo α_{par}; para a absortância de coberturas, adota-se o termo α_{cob}.

4.3 Ângulos de sombreamento

Ângulos formados pela obstrução à radiação solar gerada por proteções solares existentes nas aberturas ou próximas à edificação. Na INI-C são utilizados três ângulos diferentes: ângulo vertical de sombreamento (AVS – referente às proteções horizontais, ver definição 4.4), ângulo horizontal de sombreamento (AHS – referente às proteções verticais, ver definição 4.5), e o ângulo de obstrução da vizinhança (AOV – referente à proteção gerada por edificações vizinhas, ver definição 4.6).

4.4 Ângulo vertical de sombreamento – AVS (°)

Ângulo de sombreamento entre a abertura e a proteção solar horizontal instalada. É formado entre os dois planos que contêm a abertura: o primeiro é o plano vertical da parede externa na qual está localizada a abertura; o segundo plano é formado pela extremidade mais distante da proteção solar horizontal até a base da abertura. O AVS deve ser obtido a partir do vão das aberturas.

4.5 Ângulo horizontal de sombreamento – AHS (°)

Ângulo de sombreamento obtido pela média entre os dois ângulos encontrados, um para cada lateral da abertura, entre esta e a proteção solar vertical instalada. É formado entre os dois planos que contêm a abertura: o primeiro é o plano vertical da parede externa na qual está localizada a abertura; o segundo plano é formado pela extremidade mais distante da proteção solar vertical e a extremidade lateral oposta da abertura. O AHS deve ser obtido a partir do vão das aberturas.

4.6 Ângulo de obstrução da vizinhança – AOV (°)

Ângulo que representa o efeito do sombreamento de uma edificação vizinha, ou pelo autossombreamento, gerado por uma superfície paralela à fachada da zona térmica. É formado entre o plano horizontal que passa pela base da abertura e o plano inclinado que conecta a base da abertura ao topo visível da obstrução existente no entorno, adotando-se a menor altura quando houver obstruções de diferentes níveis. O AOV é opcional e, quando considerado, deve ser igual para as condições real e de referência.

4.7 Área condicionada artificialmente – AC (m²)
Área de piso atendida pelo sistema de condicionamento de ar.

4.8 Área de permanência prolongada – APP (m²)
Área de piso dos ambientes de ocupação contínua por longos períodos, incluindo as áreas destinadas às atividades de escritórios, venda de mercadoria, salas de aulas, cozinhas profissionais ou com postos de trabalho, refeitório, circulação de público em **shoppings centers** fechados, laboratórios, consultórios, saguões de entrada onde haja portaria ou recepção com ocupante, locais para prática de esportes, etc. Não são áreas de permanência prolongada: garagens e estacionamentos, depósitos, despensas, banheiros, áreas de circulação em geral e áreas técnicas onde a ocupação não é frequente. As áreas listadas nesta definição não excluem outras não listadas.

4.9 Área de permanência transitória – APT (m²)
Área de piso dos ambientes de permanência transitória (ou seja, área de piso dos ambientes que não são de permanência prolongada), não condicionados. Caso na edificação exista uma APT condicionada, esta deve ser considerada APP.

4.10 Área iluminada – AI (m²)
Área de piso dos ambientes internos e externos que são iluminados artificialmente.

4.11 Área não condicionada artificialmente – ANC (m²)
Área de piso dos ambientes de permanência prolongada não atendida por sistema de condicionamento de ar.

4.12 Ático
Espaço desocupado situado entre a laje de cobertura do último pavimento e a cobertura da edificação, sem uso como ambiente ocupado, podendo ser ventilado ou não ventilado.

4.13 Atividade
Ações específicas que uma pessoa, ou um grupo de pessoas, realiza em uma edificação para que sejam executadas as tarefas às quais esta se dispõe.

4.14 Autonomia da luz natural – ALN (% tempo)
Percentual das horas de ocupação, ao longo do ano, em que determinada iluminância é alcançada ou ultrapassada em plano de análise da edificação, considerando-se apenas a iluminação natural.

4.15 Autonomia da luz natural espacial – ALNE (%)
Percentual da área da edificação ou de uma parcela da edificação em que determinada iluminância é alcançada ou ultrapassada, em um percentual do período de ocupação, ao longo do ano, considerando-se apenas a iluminação natural.

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

4.17 Capacidade térmica – CT (kJ/(m².K))
Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema. Para a capacidade térmica de paredes externas, adota-se o termo CT_{parext}; para a capacidade térmica de paredes internas, adota-se o termo CT_{parint}; para a capacidade térmica de coberturas, adota-se o termo CT_{cob}; para a capacidade térmica de pisos, adota-se o termo CT_{piso}.

4.18 Carga térmica instantânea (kW)
Quantidade de calor a ser retirada ou fornecida a um ambiente para se manter as condições térmicas desejadas.

4.19 CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética
Instância responsável pela deliberação de indicadores, métodos, critérios e procedimentos relacionados à eficiência energética das edificações no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica), conforme estabelecido na Resolução CGIEE nº 5, de 2025.

4.20a Carga térmica ideal (kW)
Quantidade de calor que deve ser retirada ou fornecida a um ambiente para manter as condições térmicas desejadas, considerando um sistema de condicionamento de ar ideal, sem limitações de capacidade ou eficiência dos equipamentos.

4.20b Carga térmica total anual – CgT (kWh/ano)
Somatório das cargas térmicas instantaneas horárias durante o período de ocupação da edificação e conforme os dias de uso da tipologia.

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

4.22 Classe de eficiência energética dos condicionadores de ar
Classificação de eficiência energética adotada pelo Inmetro aos equipamentos de condicionamento de ar.

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

4.24 Condutividade térmica – λ (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.

4.25 Coeficiente de performance – COP (W/W)
Relação entre a capacidade de refrigeração ou aquecimento do sistema de condicionamento de ar e a potência elétrica necessária para seu funcionamento em plena carga.

4.26 Coeficiente integrado de performance – ICOP (W/W)
Grandeza que expressa o COP (coeficiente de performance) de refrigeração em carga parcial para unidades de condicionamento de ar unitárias, ponderando a eficiência do equipamento quando estes operam em diferentes capacidades de carga.

4.27 Coeficiente sazonal de performance – SCOP (W/W)
Valor referente à relação entre o perfil de carga térmica ou, a capacidade de retirada pelo sistema de ar condicionado, e o consumo de energia necessário para tanto.

4.28 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 na forma de energia térmica.

4.29 Condição de referência
Características construtivas típicas de determinada tipologia arquitetônica em função de diferentes usos. A condição de referência possui a mesma forma, orientação solar e pé-direito da edificação avaliada; porém, as demais características construtivas da condição de referência são pré-fixadas em função do uso, de forma que esta seja equivalente à classificação D de eficiência energética.

4.30 Data centers
Ambiente ou conjunto de ambientes destinados predominantemente ao processamento, armazenamento e transmissão de dados por meio de equipamentos de tecnologia da informação (TI), caracterizados por operação contínua, elevadas cargas internas de equipamentos e ocupação humana não permanente.

4.31 Consumo energético (kWh/ano)
Estimativa da energia consumida pela edificação durante um ano, em energia elétrica, térmica ou primária.

4.32 Condição real
Edificação com suas características construtivas e demanda energética para o funcionamento dos sistemas que a compõem reais e/ou conforme projeto. A condição real deve atender, ainda, as características pré-fixadas conforme sua tipologia, descritas nas tabelas do Anexo A, que são: ocupação (pessoas/m²), horas diárias de ocupação, número de dias de ocupação ao ano e temperatura de **setpoint**.

4.33 Densidade de carga interna – DCI (W/m²)
Densidade do ganho de calor total proporcionado pela ocupação dos ambientes, ou da edificação, e o uso de equipamentos e de iluminação.

4.34 Densidade de potência de equipamentos – DPE (W/m²)
Razão entre o somatório da potência média de equipamentos instalados, considerando o tempo de uso e a área de um ambiente ou zona térmica. Por exemplo, para um equipamento de 1.000 W, operando apenas em 1 das 10 horas de uso de uma edificação, deve-se considerar a potência média de 100 W.

4.35 Densidade de potência de iluminação – DPI (W/m²)
Razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores instalados e a área de um ambiente ou zona térmica.

4.36 Densidade de potência de iluminação em uso – DPI_U (W/m²)
Razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores instalados e a área de um ambiente ou zona térmica integrada ao tempo ou intensidade de uso do sistema. Enquanto a DPI é associada a 100% da potência instalada, a DPI_U corresponde ao tempo de uso ou a intensidade da potência acionada.

4.37 Densidade de potência de iluminação limite – DPI_L(W/m²)
Limite máximo aceitável da DPI.

4.38 Dias de ocupação – N_{ano}
Número de dias em um ano que a edificação está em uso.

4.39 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.

4.40 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.

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

4.42 Edifícios comerciais, de serviços e públicos
Edificações públicas e/ou privadas utilizadas para outros fins que não o residencial ou industrial. São consideradas edificações comerciais, de serviços e públicas: escolas; instituições ou associações de diversos tipos, incluindo aquelas para a prática de esportes, tratamento de saúde de animais ou humanos (postos de saúde, laboratórios e clínicas); edificações para a venda de mercadorias em geral, prestação de serviços, bancos, preparação e venda de alimentos; edifícios de escritórios e empresariais, de uso de entidades, instituições ou organizações públicas municipais, estaduais e federais, incluindo sedes de empresas ou indústrias, desde que não haja a atividade de produção nesta última; meios de hospedagem. As atividades listadas nesta definição não excluem outras não listadas.

4.43 Eficiência da combustão
Medida que equivale ao valor relacionado à energia de entrada de combustível que é convertida em calor útil na combustão de um equipamento. É calculada em função do percentual de perdas devido ao gás de combustão seco, ao gás de combustão incompleta e à umidade formada pela combustão do hidrogênio.

4.44 Eficiência energética
Razão, ou outra relação quantitativa entre uma saída de desempenho, serviços, produtos ou energia e uma entrada de energia.

4.45 Eficiência térmica
Relação entre o calor transferido para a água (que flui por meio do aquecedor) e a quantidade de energia consumida pelo mesmo, medida durante o teste de eficiência térmica com base no documento 10 CFR 431.102. Este aquecedor pode ser do tipo instantâneo, aquecedor de água de armazenamento ou caldeira de fornecimento de água quente.

4.46 ENCE geral
Etiqueta Nacional de Conservação de Energia fornecida para as edificações que foram submetidas à avaliação de forma integral, com análise da edificação completa e avaliação de todos os sistemas aplicáveis (envoltória, iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água). A avaliação do sistema de aquecimento de água pode não ser aplicável em algumas tipologias, conforme observado nas tabelas do Anexo A.

4.47 ENCE parcial
Etiqueta Nacional de Conservação de Energia fornecida para edificações com avaliação de uma ou mais combinações entre a envoltória e os seguintes sistemas: iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água, quando aplicável; ou, para avaliações da envoltória completa e de todos os sistemas aplicáveis (iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água) de uma parcela da edificação.

4.48 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 a eletricidade e calor.

4.49 Envoltória – Env
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, desconsiderando as áreas que estão em contato com o solo.

4.50 Equipamentos
Instrumentos necessários para a execução de uma tarefa em uma zona térmica de análise, contribuindo para a sua carga térmica, como por exemplo os eletroeletrônicos. São expressos para fins de avaliação pela "Densidade de Potência de Equipamentos" (DPE, ver definição 4.34), e calculados a partir de uma potência média.

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

4.52 Fachada Norte
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 0° a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22,5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada norte.

4.53 Fachada Nordeste
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 45° a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22,5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada nordeste.

4.54 Fachada Leste
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 90° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22,5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada leste.

4.55 Fachada Sudeste
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 135° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22,5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada sudeste.

4.56 Fachada Sul
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 180° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22.5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada sul.

4.57 Fachada Sudoeste
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 225° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22,5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada sudoeste.

4.58 Fachada Oeste
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 270° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22,5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada oeste.

4.59 Fachada Noroeste
Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 315° em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variarem de -22,4° a +22,5° em relação a essa orientação serão consideradas como fachada noroeste.

4.60 Fator de projeção – FP
Relação entre a profundidade horizontal da projeção do sombreamento externo, dividido pela soma da altura da abertura, mais a distância do topo da abertura até a parte inferior do ponto mais distante da projeção do sombreamento externo, em metros.

4.61 Fator de ventilação – FV
Razão entre a área efetiva de abertura para ventilação e a área de vão da abertura com fechamento transparente ou translúcido, conforme a definição em 4.1.

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

Nota: O fator solar considerado é relativo à incidência de radiação solar ortogonal à abertura. É também 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 da INI-C, 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 o aquecimento da água que é suprida pela energia solar.

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

4.66 Horas de ocupação
Número de horas em que um determinado ambiente é ocupado por pessoas, considerando a dinâmica de uso da edificação ao longo do ano (dias de semana e final de semana).

4.67 Hora não atendida de conforto
Hora na qual a temperatura de uma ou mais zonas térmicas condicionadas artificialmente não atinge o valor do seu respectivo **setpoint** ± 0,2 °C, durante o processo de simulação. O valor pode ser fracionário de acordo com o intervalo de tempo empregado na simulação.

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 refrigeração 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 Iluminação decorativa
Iluminação puramente ornamental e instalada para efeito estético.

4.70 Iluminação de emergência
Iluminação obrigatória destinada ao uso em ocasiões de emergência.

4.71 Iluminação de tarefa
Fontes de luz direcionadas a uma superfície ou área específica, que proporciona o nível de iluminamento adequado e sem ofuscamento para a realização de tarefas visuais específicas. A iluminação de tarefa é diferenciada da iluminação geral por não abranger todas as superfícies, devendo ter um controle independente.

4.72 Iluminação geral
Iluminação geral que produz um nível uniforme de iluminação ao longo de uma área. A iluminação geral não inclui a iluminação decorativa, de tarefa ou de emergência.

4.73 Inércia térmica
Em edificações, trata-se da sua capacidade de reduzir a transferência ou a transmissão de calor por meio do acúmulo do mesmo em seus elementos construtivos.

4.74 Integrated part-load value – IPLV
O índice IPLV (Valor Integrado de Carga Parcial) é definido pela ANSI/AHRI **Standard** 550/590 (IP) e ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (SI) como o valor que expressa a eficiência de um **chiller**, considerando não apenas o seu desempenho em 100% de carga, mas a média ponderada considerando a sua operação em cargas parciais ao longo do ano. A equação do IPLV.SI para o ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (SI) é expressa de acordo:

$$IPLV.SI = 0{,}01 \cdot A + 0{,}42 \cdot B + 0{,}45 \cdot C + 0{,}12 \cdot D$$

Onde:
A é o valor da eficiência energética do **chiller** (expresso em kW/ton), operando em 100% de carga, nas condições definidas pela ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (SI) 2015;
B é o valor da eficiência energética do **chiller** (expresso em kW/ton), operando em 75% de carga, nas condições definidas pela ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (SI) 2015;
C é o valor da eficiência energética do **chiller** (expresso em kW/ton), operando em 50% de carga, nas condições definidas pela ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (SI) 2015;
D é o valor da eficiência energética do **chiller** (expresso em kW/ton), operando em 25% de carga, nas condições definidas pela ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (SI) 2015.

4.75 Isolamento do piso
Piso que não apresenta ligação entre a capacidade térmica do elemento e o ar do ambiente (ex.: pisos elevados e pisos com carpete).

4.76 Janelas que permitem a ventilação
Janelas que possuem a possibilidade de ventilação por meio da passagem de ar. Para o cômputo do aproveitamento da ventilação natural (Anexo B, item B.I.2.3), deve-se considerar a área de toda a abertura (tipo de janela para ventilação).

4.77 Ocupação (m²/pessoa)
Razão entre a área de uma edificação e o número de pessoas que a ocupam.

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

4.79 Pé-direito – PD (m)
Distância vertical entre o piso e a parte inferior do teto ou forro de um ambiente.

4.80 Percentual de abertura zenital – PAZ (%)
Percentual de área de abertura zenital na cobertura. Refere-se exclusivamente às aberturas em superfícies com inclinação igual ou inferior a 60° em relação ao plano horizontal. Deve-se calcular a projeção horizontal da abertura considerando a área de projeção da cobertura. Acima desta inclinação, adotar o percentual de área de abertura na fachada na zona a que este se refere (PAF).

4.81 Percentual de área de abertura na fachada da zona térmica – PAF (%)
Razão entre a soma das áreas de abertura com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada de uma zona térmica e a área de fachada da mesma zona térmica, calculada pelo produto do pé-direito (altura) pela face interna das paredes externas (largura). Refere-se exclusivamente às aberturas com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal, tais como as janelas tradicionais, portas de vidro ou **sheds**, mesmo sendo estes últimos localizados na cobertura. No método simplificado, e para a entrada do PAF na interface do metamodelo, deve-se adotar o valor referente ao número percentual (exemplo: PAF de 30%, adotar 30 na interface do metamodelo.

4.82 Percentual de horas ocupadas em conforto térmico quando ventilada naturalmente – PHOCT (%)
Razão entre as horas ocupadas que comprovadamente atendem aos requisitos de conforto térmico quando ventiladas naturalmente e o total de horas ocupadas da edificação.

4.83 Pilotis
Pavimento vazado, delimitado pela projeção do perímetro correspondente ao pavimento logo acima.

4.84 Potência instalada de iluminação – PI (W)
Potência instalada do sistema de iluminação, sem controle automatizado.

4.85 Potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível (%)
Percentual da área da edificação, ou de uma parcela da edificação, com potencial para o aproveitamento da luz natural e, assim, passível de economizar energia elétrica por meio da instalação de dispositivos de controle do sistema de iluminação.

4.86 Potência instalada de iluminação em uso – PI_U (W)
Potência instalada do sistema de iluminação com uso de controles automatizados.

4.87 Potência instalada total – PI_T (W)
Somatório de todas as potências instaladas de iluminação, incluindo-se a potência instalada controlada e a potência instalada em uso (PI_U).

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

4.89 Sistema fotovoltaico
Conjunto de elementos que geram e fornecem eletricidade a partir da conversão da energia solar.

4.90 System part-load value – SPLV
Indicador numérico de desempenho do sistema de condicionamento de ar, com método de definição similar ao IPLV, mas que, diferentemente, trata-se de uma média ponderada da eficiência energética de todo sistema operando em cargas parciais ao longo do ano, em uma instalação real, com perfil operacional específico (definidos em projeto) e nos horários de funcionamento do sistema em uma determinada localidade, com suas condições climáticas próprias ao longo do ano. O SPLV é aplicado não apenas em sistemas de água gelada (que inclui **chillers**, bombas, torres de resfriamento, **fancoils** e demais ventiladores), mas também em sistemas com expansão direta (como por exemplo, VRF, **split**, splitão, **self contained**), incluindo os demais componentes necessários ao funcionamento completo do sistema de condicionamento de ar (bombas, torres de resfriamento, ventiladores).

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 de condicionamento de ar central
Sistema de condicionamento de ar composto por equipamentos que compartilham uma central de refrigeração de alta capacidade (geralmente superior a 10 kW) e distribuem o ar condicionado (ou o fluído de refrigeração) para diversas áreas ou zonas de um edifício através de uma rede de dutos ou unidades internas (evaporadoras, **fancoils** e etc.). Podem ou não incorporar renovação de ar. São exemplos desse sistema: equipamentos VRF, **Chillers**, torres de resfriamento, entre outros.

4.93 Sistema de condicionamento de ar unitário
Sistema de condicionamento de ar composto por unidades individuais e independentes, de pequena capacidade (geralmente inferior a 10 kW), e geralmente instalados diretamente nos ambientes. São exemplos de equipamentos que compõem esse tipo de sistema os regulamentados pelo PBE: equipamentos de ar-condicionado de janela, mini-**splits**, entre outros.

4.94 Sistema de condicionamento de ar presumido
Corresponde a um sistema de baixa eficiência, classificado como D, a ser adotado sempre que não houver dados completos ou suficientes para a avaliação do condicionamento de ar em uma zona térmica. No sistema presumido, deve-se utilizar o CEER de referência e considerar um sistema de renovação de ar com potência de 8 W/pessoa.

4.95 Sistema de fluxo de refrigerante variável – VRF
Sistema de condicionamento de ar do tipo expansão direta com múltiplas unidades evaporadoras, no qual pelo menos um compressor possui capacidade variável, que distribui gás refrigerante por meio de uma rede de tubulações para as diversas unidades evaporadoras com capacidade de controlar a temperatura individual da zona térmica por meio de dispositivos de controle de temperatura e de uma rede de comunicação comum.

4.96 Situação da cobertura
Indica se a cobertura da zona térmica está em contato com o exterior da edificação, ou em contato com o piso de outra zona térmica. Nos casos em que exista o sombreamento da cobertura, e deseja-se considerar esta interferência no ganho térmico, deve-se utilizar o método de simulação.

4.97 Situação do piso
Indica se o piso da zona térmica está em contato com o solo ou sobre pilotis.

4.98 Temperatura de setpoint (°C)
Temperatura pré-estabelecida que um sistema de controle automático tentará alcançar quando acionado.

4.99 Tarefas visuais
Designa as atividades que necessitam identificar detalhes e objetos para o desenvolvimento de certa atividade, o que inclui o entorno imediato destes detalhes ou objetos.

4.100 Tipologia da edificação
Principal atividade desenvolvida na edificação avaliada. Na INI-C são consideradas as tipologias descritas conforme os itens 4.101 a 4.107.

4.101 Escritório (Tabela A.1)
Edificações utilizadas para escritórios gerais, escritórios profissionais ou administrativos. Nesta tipologia também são incluídos os consultórios médicos, odontológicos, nutricionistas, fisioterapia, psicologia, psiquiatria e similares, desde que não possuam equipamentos de diagnóstico. Neste caso, devem ser categorizados como edificações EAS (ver definição 4.104). Edificações compostas por condomínios de salas comerciais, desde que tenham acesso restrito ao público, devem ser incluídas nesta tipologia. São exemplos de edificações desta tipologia: escritórios governamentais, escritório de contabilidade, imobiliárias e similares; bancos ou outras instituições financeiras, consultórios médicos, escritórios de vendas, serviços sociais ou sem fins lucrativos, prefeituras, centrais de atendimento, entre outras.

4.102 Educacionais (Tabela A.2)
Edificações utilizadas para a instrução acadêmica ou técnica em sala de aula, como escolas de ensino fundamental, médio ou superior, e edificações de sala de aula em **campi** de faculdade ou universidade. Edifícios em **campi** educacionais cujo o uso principal não é a instrução educacional, estão incluídos na categoria relacionada ao seu uso. Por exemplo, edifícios exclusivamente administrativos são considerados escritórios, restaurantes universitários são serviços de alimentação. São exemplos de edificações desta tipologia: escolas de ensino infantil (pré-escola ou creche), escolas de ensino fundamental ou médio, faculdades ou universidades, educação para adultos, treinamento profissional ou vocacional, entre outras.

4.103 Hospedagem (Tabela A.3)
Edificações utilizadas para oferecer acomodações múltiplas para residentes de curto ou médio prazo. São exemplos de edificações desta tipologia: hoteis, **resorts**, pousadas, alojamentos, conventos ou monastérios, casas de recuperação, entre outras.

4.104 Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), exceto hospitais (Tabela A.4)
Edificações usadas como instalações atendimento de pacientes sem tratamento intensivo ou internação, com atividades majoritariamente de diagnóstico e tratamento ambulatorial. Consultórios médicos são incluídos nesta tipologia quando estes utilizarem qualquer tipo de equipamento médico de diagnóstico e atendimento ambulatorial (se não o fizerem, podem ser categorizados como um edifício de escritórios).

São exemplos de edificações desta tipologia: posto de saúde, centro de atenção psicossocial (CAPS), consultório médico, clínica ou outro atendimento ambulatorial de saúde, reabilitação ambulatorial, clínica veterinária, entre outras. Hospitais e estabelecimentos com tratamento intensivo e internação não são avaliados pela INI-C.

4.105 Varejo e serviços (Tabela A.5)
Edificações utilizadas para a venda e exposição de produtos (desde que não sejam alimentos) e prestação de serviços com acesso ao público. Inclui-se nesta tipologia as salas comerciais, desde que não tenham acesso restrito. São exemplos de edificações desta tipologia: lojas de varejo e atacado em geral, salas comerciais isoladas para serem alugadas, salões de beleza e barbearias, lojas e distribuidoras de bebidas, concessionária de veículos, estúdios ou galerias, oficinas de serviços ou reparos de veículos (de pequeno porte), lavanderias e tinturarias, correios ou postos postais, lavagem de carros, centros de cópias ou gráficas, sapatarias e costureiras, funerárias, entre outras.

4.106 Supermercados e mercado (Tabela A.6)
Edificações utilizadas para a venda a varejo ou atacado de alimentos. São exemplos de edificações desta tipologia: mercearias, mercados, supermercados, lojas de conveniência (com ou sem posto de gasolina), verdureiras, entre outras.

4.107 Serviços de alimentação (Tabela A.7)
Edificações utilizadas para a venda e preparo de alimentos e bebidas. São exemplos de edificações desta tipologia: restaurante, cafeteria, padaria, bares, lanchonetes, sorveterias, entre outras.

4.108 Transmissão visível do vidro (%)
Quantidade de luz na parte visível do espectro que passa pelo vidro.

4.109 Transmitância térmica – U (W/(m².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. Para a transmitância térmica de paredes externas, adota-se o termo U_{parext}; para a transmitância térmica de paredes internas, adota-se o termo U_{parint}; para a transmitância térmica de coberturas, adota-se o termo U_{cob}; para a transmitância térmica de pisos, adota-se o termo U_{piso}; e, para a transmitância térmica do vidro, U_{vid}.

4.110 Ventilação híbrida
Modo de operação de um ambiente que combina a ventilação natural por meio de janelas operáveis aos sistemas mecânicos que incluem a refrigeração e a distribuição de ar.

4.111 Zona bioclimática
Região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre o ambiente construído e o conforto térmico humano de acordo com a ABNT NBR 15220-3, em sua versão vigente.

4.112 Zona de conforto térmico
Zona onde existe satisfação psicofisiológica de um grupo de indivíduos em relação às condições térmicas do ambiente. A hipótese de conforto adotada deve ser definida com base na norma ASHRAE **Standard** 55, em sua versão vigente.

4.113 Zona primária de iluminação natural
Áreas da edificação substancialmente iluminadas pela luz do dia, seja por aberturas laterais ou aberturas zenitais.

4.114 Zona térmica
Espaço ou grupo de espaços dentro de um edifício que tenham densidade de cargas térmicas internas (pessoas, equipamentos e iluminação) semelhantes, de forma que as condições de temperatura possam ser mantidas homogêneas. As zonas térmicas devem ser estabelecidas em internas (sem contato com o ambiente externo à edificação) e perimetrais (em contato direto com o ambiente externo).

4.115 Zona térmica adjacente
Zona térmica adjacente é o espaço (condicionado, não condicionado, APP ou APT) em contato com a zona térmica avaliada. Especificamente para o método simplificado, a condição da zona térmica adjacente (condicionada ou não condicionada) é determinada pelo perímetro de contato entre a zona térmica avaliada e as zonas térmicas adjacentes: caso o perímetro em contato com zonas térmicas condicionadas seja igual ou superior a 50%, considera-se que a zona térmica adjacente é condicionada. Caso contrário, considera-se não condicionada.

5. VISÃO GERAL

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

As edificações submetidas à esta INI-C 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 comerciais, de serviços e públicas, que pode ser geral, ou parcial.

A classificação parcial da edificação é possível para os seguintes sistemas:

a) Envoltória completa (obrigatória em todas as avaliações);
b) Envoltória completa e sistema de condicionamento de ar;
c) Envoltória completa e sistema de iluminação;
d) Envoltória completa e sistema de aquecimento de água;
e) Envoltória completa e outros dois sistemas citados acima.

Na INI-C a classificação é realizada com base no consumo de energia primária, comparando-se o consumo da edificação real com a mesma edificação em uma condição de referência, equivalente à classificação D.

A estimativa do consumo de energia pode ser realizada por meio dos métodos simplificado e de simulação. É possível que os sistemas de uma mesma edificação sejam avaliados pela combinação entre o método simplificado e o método de simulação, conforme as possibilidades apresentadas nos encontros entre as linhas e colunas da tabela 5.1: (✓) quando a combinação é possível e (✕) quando a combinação entre os métodos não é possível. Por exemplo, é possível combinar uma avaliação da envoltória em que as zonas condicionadas artificialmente sejam avaliadas pelo método simplificado, e as demais zonas ventiladas naturalmente sejam avaliadas pelo método de simulação. No entanto, o oposto não é possível: avaliação das zonas ventiladas naturalmente pelo método simplificado, e das condicionadas artificialmente pelo método de simulação.

Tabela 5.1 – Combinações possíveis entre os métodos de avaliação simplificado e de simulação

Envoltória	**Condicionamento de ar**		**Iluminação artificial**		**Iluminação natural**		**Aquecimento de água**
	Simplificado	**Simulação**	**Simplificado**	**Simulação**	**Simplificado**	**Simulação**	**Simplificado**
Método simplificado - AC (carga térmica de resfriamento – CgTR)	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
Método simplificado - AC+VN (CgTR e FH_{desc})	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓
Simulação - AC (carga térmica – CgTT)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Simulação – VN (Fração de horas em desconforto – FH_{desc})	×	×	✓	✓	✓	✓	✓
Simulação – AC+VN (CgTT e FH_{desc})	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Nota 1: A combinação entre os métodos simplificado e simulação só pode ocorrer caso a simulação siga as especificações do Anexo C.I.

Nota 2: Quando o sistema de condicionamento de ar incluir aquecimento ambiental, só é possível proceder com a avaliação da envoltória e do sistema de condicionamento de ar utilizando o método de simulação computacional.

Esta INI-C está organizada em Anexos. No texto principal, são apresentadas as condições de aplicação do método simplificado na envoltória (item 6), as condições de elegibilidade para a classificação A (item 7), além dos procedimentos para a determinação da classificação de eficiência energética das edificações comerciais, de serviços e públicas – classificação geral e dos sistemas individuais (item 8).

No Anexo A desta INI-C são apresentadas as tabelas com as tipologias possíveis de serem avaliadas e suas características para a definição da condição de referência. Portanto, podem ser avaliadas a partir dos métodos da INI-C as tipologias de escritórios, educacionais, hospedagem, estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), varejo e serviços, supermercados e mercados e serviços de alimentação. Demais tipologias não citadas anteriormente podem ser avaliadas utilizando-se características de referência generalizadas, desde que justificadas. Hospitais e edifícios destinados às atividades industriais não devem ser avaliados por esta INI-C. Também não devem ser avaliadas edificações cuja atividade principal seja a operação de data centers, caracterizadas pela predominância de equipamentos de tecnologia da informação e pela ausência de ocupação humana permanente. Hospitais e edifícios destinados às atividades industriais não devem ser avaliados por esta INI-C. Também não devem ser avaliadas edificações cuja atividade principal seja a operação de data centers, caracterizadas pela predominância de equipamentos de tecnologia da informação e pela ausência de ocupação humana permanente. No Anexo B são apresentados os procedimentos para a determinação dos percentuais de redução de carga térmica e de consumo de energia dos sistemas individuais: envoltória (B.I), condicionamento de ar (B.II), iluminação (B.III) e aquecimento de água (B.IV). No Anexo C são apresentados os procedimentos relativos ao método de simulação termoenergética (C.I) e de iluminação natural (C.II). No Anexo D são apresentados os procedimentos para determinação do potencial de geração de energia renovável e as condições de avaliação de Edificações de Energia Quase Zero (NZEBs) e Edificações de Energia Positiva (EEPs). 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.

Nos itens seguintes são apresentadas as condições para a aplicação dos métodos simplificado e de simulação, e de elegibilidade para a classificação A. As condições de elegibilidade para a classificação A devem ser atendidas independentemente do método adotado (simplificado ou de simulação).

6. CONDIÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO NA ENVOLTÓRIA

Todos os sistemas podem ser avaliados pelo método simplificado ou de simulação, desde que atendidas as combinações possíveis descritas na Tabela 5.1, e com exceção do sistema de aquecimento de água, que deve ser avaliado apenas pelo método simplificado.

Neste item são descritos os critérios de aplicação elegíveis para a utilização do método simplificado para a avaliação da envoltória, de acordo com esta Instrução Normativa Inmetro.

6.1. Método simplificado para as edificações condicionadas artificialmente

O método simplificado para a avaliação das zonas térmicas condicionadas artificialmente, ou parcelas da edificação condicionadas artificialmente, abrange grande parte das soluções arquitetônicas mais difundidas; 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.

Edificações que possuem aberturas zenitais localizadas nas zonas térmicas avaliadas, bem como fachadas ventiladas, ambientes de elevada geração de carga interna, dispositivos móveis de sombreamento interno automatizados, vidros com comportamento dinâmico, a exemplo dos eletrocrômicos ou outras soluções de desempenho inovadoras, devem ser avaliadas utilizando-se o método de simulação. Edificações que utilizam sistema de aquecimento ambiental devem ser avaliadas pelo método de simulação.

Nota 1: Caso a abertura zenital se encontre em áreas de permanência transitória, é aceitável realizar a avaliação utilizando-se o método simplificado, desde que o valor de PAZ nestas APTs não ultrapasse 5%.

Nota 2: A presença de áreas destinadas a data centers não impede a avaliação da edificação por esta INI-C, desde que estas representem até 20% da área útil da edificação. Nesses casos, essas áreas devem ser consideradas na avaliação da edificação de acordo com o método adotado, utilizando-se os parâmetros para a composição da condição de referência previstos na Tabela A.8. A densidade de potência de equipamentos (DPE) dessas áreas deve ser levantada para a condição real da edificação e adotada igualmente na condição de referência.

Tabela 6.1 – Limites dos parâmetros de avaliação da envoltória atendidos pelo método simplificado

Parâmetros	**Limites**	
	Valor mínimo	**Valor máximo**
Absortância solar da cobertura (α_{cob})	0,2	0,8
Absortância solar da parede (α_{par})	0,2	0,8
Ângulo de obstrução da vizinhança (AOV)	0°	80°
Ângulo horizontal de sombreamento (AHS)	0°	80°
Ângulo vertical de sombreamento (AVS)	0°	90°
Capacidade térmica da cobertura (CT_{cob})	0,15 kJ/(m².K)	450 kJ/(m².K)
Capacidade térmica da parede externa (CT_{parext})	0 kJ/(m².K)	400 kJ/(m².K)
Capacidade térmica do piso (CT_{piso})	130 kJ/(m².K)	400 kJ/(m².K)
Densidade de potência de equipamentos (DPE)	4 W/m²	40 W/m²

Parâmetros	Limites	
	Valor mínimo	Valor máximo
Densidade de potência de iluminação (DPI)	4 W/m²	40 W/m²
Fator solar do vidro (FS)	0,00	0,90
Pé-direito (PD)	2,3 m	10,0 m
Percentual de área de abertura da fachada (PAF)	0%	90%
Percentual de abertura zenital (PAZ)	0%	5%
Transmitância térmica da cobertura (U_{cob})	0,30 W/(m².K)	5,20 W/(m².K)
Transmitância térmica da parede externa (U_{parext})	0,25 W/(m².K)	5,00 W/(m².K)
Transmitância térmica do piso (U_{piso})	1,75 W/(m².K)	3,75 W/(m².K)
Transmitância térmica do vidro (U_{vid})	1,9 W/(m².K)	5,7 W/(m².K)

Nota: Quando a transmitância ou a capacidade térmica do piso (piso em contato com o solo, pilotis ou entre pisos intermediários) ultrapassar os limites mínimo ou máximo descritos na Tabela 6.1, devem ser adotados os respectivos valores mínimo ou máximo conforme a Tabela 6.1.

7. CONDIÇÕES DE ELEGIBILIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO A

Para cada sistema presente na edificação, são apresentadas as condições de elegibilidade específicas para a classificação A. Portanto, quando aplicável, a avaliação individual dos mesmos deve atender às condições de elegibilidade específicas do referido sistema. Os critérios apresentados devem ser considerados independentemente do método de avaliação adotado (simplificado ou de simulação).

Nota 2: Novas unidades comerciais, de serviços e públicas condominiais devem atender ao disposto na Lei Federal nº 13.312/2016 e dispor de sistema de medição individualizada do consumo hídrico por unidade imobiliária. Além disso, devem dispor de medição individualizada de eletricidade e gás quando existentes, e nos itens aplicáveis, salvo justificativa entregue pelo projetista.

7.1. Sistema de condicionamento de ar

Para a obtenção da classificação A do sistema de condicionamento de ar, os critérios descritos nos subitens 7.1.1 e 7.1.2 devem ser atendidos, quando aplicáveis, em uma quantidade mínima de zonas térmicas cuja capacidade somada do sistema corresponda a pelo menos 90% da capacidade instalada total da edificação, ou da parcela avaliada. O não atendimento aos requisitos listados neste item limita a classificação do sistema de condicionamento de ar da edificação no máximo a B.

Nas edificações em que forem realizados retrofit parcial do sistema de condicionamento de ar — especificamente no caso de sistemas unitários —as condições de elegibilidade estabelecidas nos itens 7.1.1 e 7.1.2.1 aplicam-se exclusivamente aos sistemas e equipamentos substituídos ou implantados no âmbito da intervenção. Os equipamentos existentes não substituídos podem ser mantidos sem a necessidade de atendimento aos critérios de elegibilidade e não devem ser considerados para fins de verificação do percentual mínimo de capacidade estabelecido neste item.

7.1.1. Condições específicas por equipamento

Condicionadores de ar do tipo **split**, **self** a ar, “splitão” e **rooftop** devem atender aos critérios de eficiência apresentados na Tabela 7.1; os do tipo **self** a água e **split** a água devem atender aos critérios da Tabela 7.2. Caso os dados dos equipamentos não se enquadrem nas Tabelas, a classificação de eficiência do sistema avaliado será no máximo B.

Condicionadores de ar do tipo VRF (Fluxo de Refrigerante Variável) devem atender aos critérios de eficiência apresentados nas Tabelas 7.3, 7.4 e 7.5. Caso os dados dos equipamentos não se enquadrem nas Tabelas mencionadas, a classificação de eficiência do sistema de ar condicionado avaliado será no máximo B.

Nota: IPLVs e condições de avaliação em carga parcial somente se aplicam aos equipamentos com modulação de capacidade.

Resfriadores de líquido devem atender aos critérios de eficiência apresentados na Tabela 7.6. Caso os dados dos equipamentos não se enquadrem na Tabela mencionada, a classificação de eficiência do sistema avaliado será no máximo B.

Tabela 7.1 – Eficiência de condicionadores de ar com condensação a ar (split, self a ar, splitão e rooftop) para classificação A

Capacidade	Tipo de aquecimento	Categoria	Eficiência mínima A
< 19 kW*	Todos	**Split** e unitário	IDRS*
≥ 19 kW e < 40 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	3,78 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	3,76 ICOP
≥ 40 kW e < 70 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	3,75 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	3,72 ICOP
≥ 70 kW e < 223 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	3,40 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	3,34 ICOP
≥ 223 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	3,28 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	3,22 ICOP

* Nas edificações construídas, esta condição de elegibilidade não se aplica até 31/12/2026. Para a etapa de projeto, o IDRS mínimo para a classificação A é de 5,50 até 31/12/2027. A partir de 01/01/2028, este valor passa a ser 7,00. Os critérios para a obtenção do IDRS podem ser consultados na Portaria nº 269, de 22 de junho de 2021 do Inmetro.

** Procedimento de teste: ANSI/AHRI **Standard** 340/360.

Tabela 7.2 – Eficiência de condicionadores de ar com condensação a água (self a água, split a água) para a classificação A

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria	Eficiência mínima A
< 19 kW*	Todos	**Split** e unitário	3,60 ICOP
≥ 19 kW e < 40 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	4,07 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	4,02 ICOP
≥ 40 kW e < 70 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	4,07 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	4,02 ICOP
≥ 70 kW e < 223 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	3,99 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	3,93 ICOP
≥ 223 kW**	Ausente ou resistência elétrica	**Split** e unitário	3,96 ICOP
	Outros	**Split** e unitário	3,90 ICOP

* Procedimento de teste: ANSI/AHRI **Standard** 210/240.

** Procedimento de teste: ANSI/AHRI **Standard** 340/360.

Tabela 7.3 – Eficiência de condicionadores de ar do tipo VRF com condensação a ar que operam somente em refrigeração (sem ciclo reverso) para a classificação A

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima A
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3.81 SCOP
≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou resistência elétrica	Multi-split VRF	4.54 ICOP
≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou resistência elétrica	Multi-split VRF	4.37 ICOP
≥ 70 kW	Ausente ou resistência elétrica	Multi-split VRF	4.07 ICOP

*Procedimento de teste: ANSI/AHRI **Standard** 1230.

Tabela 7.4 – Eficiência de condicionadores de ar do tipo VRF com condensação a ar que operam em refrigeração e aquecimento (ciclo reverso) para a classificação A

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima A
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3,81 SCOP
≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	4,28 ICOP
≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,22 ICOP
≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	4,07 ICOP
≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,01 ICOP
≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,72 ICOP
≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	3,66 ICOP

* Procedimento de teste: ANSI/AHRI **Standard** 1230.

Tabela 7.5 – Eficiência de condicionadores de ar do tipo VRF com condensação a água que operam em refrigeração e aquecimento (ciclo reverso) para classificação A

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima A
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	4,69 ICOP
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,63 ICOP
≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Multi-split VRF	4,69 ICOP
≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,63 ICOP
≥ 40 e < 70 kW	Todos	Multi-split VRF	4,10 ICOP

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima A
≥ 40 e < 70 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	3,52 ICOP
≥ 70 kW	Todos	Multi-split VRF	3,52 ICOP
≥ 70 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	3,46 ICOP

* Procedimento de teste: ANSI/AHRI **Standard** 1230.

Tabela 7.6 – Eficiência (COP – W/W) de resfriadores de líquido para a classificação A[1,2]

Tipo de equipamento	Capacidade	Alternativa 1		Alternativa 2		Procedimento de teste
		Carga Total	IPLV	Carga Total	IPLV	
Condensação a ar com condensador	< 528 kW	≥ 2.985	≥ 4.048	≥ 2.866	≥ 4.669	ANSI/AHRI **Standard** 551/591
	≥ 528 kW	≥ 2.985	≥ 4.137	≥ 2.866	≥ 4.758	
Condensação a água (compressor do tipo alternativo, parafuso e **scroll**)	< 264 kW	≥ 4.694	≥ 5.867	≥ 4.513	≥ 7.041	
	≥ 264 kW e < 528 kW	≥ 4.889	≥ 6.286	≥ 4.694	≥ 7.184	
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5.334	≥ 6.519	≥ 5.177	≥ 8.001	
	≥ 1055 kW e < 2110 kW	≥ 5.771	≥ 6.770	≥ 5.633	≥ 8.586	
	≥ 2110 kW	≥ 6.286	≥ 7.041	≥ 6.018	≥ 9.264	
Condensação a água (compressor centrífugo)[3]	< 528 kW	≥ 5.771	≥ 6.401	≥ 5.065	≥ 8.001	
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5.771	≥ 6.401	≥ 5.544	≥ 8.801	
	≥ 1055 kW < 1407 kW	≥ 6.286	≥ 6.770	≥ 5.917	≥ 9.027	
	≥ 1407 kW < 2110 kW	≥ 6.286	≥ 7.041	≥ 6.018	≥ 9.264	
	≥ 2110 kW	≥ 6.286	≥ 7.041	≥ 6.018	≥ 9.264	
Absorção a ar de simples efeito	Todas	≥ 0.600	-	-	-	ANSI/AHRI **Standard** 560
Absorção a água de simples efeito	Todas	≥ 0.700	-	-	-	
Absorção a água de duplo efeito e queima indireta	Todas	≥ 1.000	≥ 1.050	-	-	
Absorção a água de duplo efeito e queima direta	Todas	≥ 1.000	≥ 1.000	-	-	

(1) A conformidade com esta padronização pode ser obtida cumprindo os critérios mínimos de eficiência da Alternativa 1 ou da Alternativa 2. No entanto, ambos os critérios de eficiência mínima em COP e IPLV devem ser alcançados na mesma alternativa.
(2) Os critérios de eficiência definidos para os resfriadores de líquidos com compressor centrífugo não se aplicam aos equipamentos onde a temperatura de projeto de saída do fluido for menor que 2,2 °C. Os critérios para os resfriadores de líquidos com compressor do tipo parafuso ou **scroll** não se aplicam aos equipamentos onde a temperatura de projeto de saída do fluido for menor ou igual a 0 °C. Os critérios para os resfriadores de líquidos por absorção não se aplicam aos equipamentos nos quais a temperatura de projeto de saída do fluido for menor que 4,4 °C.

(3) Resfriadores de líquidos com condensação a água e compressor centrífugo que não foram projetados para operar conforme a ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (temperatura de entrada do fluido no **chiller** de 12,0 °C e de saída de 7,0 °C. Temperaturas de entrada do fluido do condensador de 30,0 °C e de saída de 35,0 °C) devem ter seus valores de COP mínimo a carga total e IPLV ajustados conforme as seguintes equações:
Mínimo COP a carga total ajustado = (COP a carga total da Tabela 7.4/ 7.5/ 7.6)·Kadj
NPLV Ajustado = (IPLV da Tabela 7.4/ 7.5/ 7.6)·Kadj
Kadj = A · B

Onde:
A = 0,0000015318 · (LIFT) · 4 – 0,000202076 · (LIFT) · 3 + 0,01018 · (LIFT) · 2 – 0,264958 · (LIFT) + 3,930196
B = 0,0027 · TS.EVAP + 0,982
LIFT = TS.COND – TS.EVAP
TS.COND = temperatura de saída do fluido do condensador a carga total (°C).
TS.EVAP = temperatura de saída do fluido do evaporador a carga total (°C).
Os valores ajustados de carga total e IPLV somente são aplicados para resfriadores de líquidos centrífugos que estejam dentro dos seguintes limites a carga total:
TS.EVAP ≥ 2,2 °C
TS.COND ≤ 46,1 °C
11.1°C ≤ LIFT ≤ 44,4 °C

7.1.2. Critérios específicos por sistema

7.1.2.1. Sistemas split

Para ser elegível à classificação A de eficiência energética, o sistema de condicionamento de ar deve atender ao requisito do isolamento térmico de tubulações para a condução de fluídos. Caso não atenda ao requisito, o sistema alcançará no máximo a classificação B. Este requisito deve ser avaliado por equipamento.

A Tabela 7.7 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.

$$E = r \cdot \left[\left(1 + \frac{e}{r} \right)^{\lambda / \lambda'} - 1 \right] \qquad \textbf{Equação (7.1)}$$

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 7.7 para a temperatura de fluido e tamanho da tubulação em questão (mm);
ʎ é a condutividade térmica do material alternativo à temperatura média indicada para a temperatura do fluido (W/(m.K));
ʎ’ é o valor superior do intervalo de condutividade listado na Tabela para a temperatura do fluido (W/(m.K)).

Tabela 7.7 – 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 (ºC)	**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 (ºC)**	**d ≤ 10**	**10 < d ≤ 30**	**d > 30**
0 < T < 16	0,032 a 0,040	20	9	13	19

7.1.2.2. Sistemas centrais

Para os sistemas centrais serem elegíveis à classificação A de eficiência energética, os critérios específicos são indicados em função do sistema, conforme descrito na Tabela 7.8. Caso um dos critérios não seja atendido, a classificação de eficiência do sistema avaliado será no máximo B.

Tabela 7.8 – Critérios do sistema de condicionamento central para a classificação A

Sistema	Cálculo da altura manométrica das bombas (7.1.2.2.1)	Controle de temperatura por zona (7.1.2.2.2)	Faixa de temperatura de controle (7.1.2.2.3)	Aquecimento suplementar (7.1.2.2.4)	Evitar aquecimento e refrigeração simultâneo (7.1.2.2.5)	Sistema de desligamento automático (7.1.2.2.6)	Agrupamento de zonas (7.1.2.2.7)	Controles e dimensionamento do sistema de ventilação (7.1.2.2.8)	Controles e dimensionamento dos sistemas hidrônicos (7.1.2.2.12)	Equipamentos de rejeição de calor (7.1.2.2.13)	Isolamento térmico de tubulações com fluxo de fluidos (7.1.2.2.14)
Expansão direta a ar sem aquecimento	N/A	√	√	N/A	N/A	√	√	√	N/A	N/A	√
Expansão direta a ar com aquecimento	N/A	√	√	√	√	√	√	√	N/A	N/A	√
Expansão direta a água sem aquecimento	√	√	√	N/A	N/A	√	√	√	N/A	√	√
Expansão direta a água com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	√	N/A	√	√
VRF a ar sem aquecimento	N/A	√	√	N/A	N/A	√	√	N/A	N/A	N/A	√
VRF a ar com aquecimento	N/A	√	√	√	√	√	√	N/A	N/A	N/A	√
VRF a água sem aquecimento	√	√	√	N/A	N/A	√	√	N/A	N/A	√	√
VRF a água com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	N/A	N/A	√	√
Água gelada com **chiller** a ar sem aquecimento	√	√	√	N/A	N/A	√	√	√	√	N/A	√
Água gelada com **chiller** a ar com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	√	√	N/A	√
Água gelada com **chiller** a água sem aquecimento	√	√	√	N/A	N/A	√	√	√	√	√	√
Água gelada com **chiller** a água com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

Nota 1: São consideradas exceções os sistemas perimetrais projetados para atuar apenas sobre a carga proveniente do envelope da edificação. Os sistemas perimetrais podem atender a uma ou mais zonas servidas por um sistema interno, desde que:

a) O sistema perimetral inclua pelo menos um termostato de controle para cada fração de parede externa da edificação, com comprimento maior ou igual a 15 metros, exposta a uma mesma orientação;
b) O sistema perimetral de aquecimento e refrigeração seja controlado por um termostato de controle localizado dentro da zona servida pelo sistema.

Nota 2: Paredes externas são consideradas com diferentes orientações se as direções para as quais estão voltadas diferirem em mais de 22,5°.

7.1.2.2.1 Cálculo da altura manométrica das bombas

Para ser elegível à classificação A, devem ser apresentados os dados utilizados para o cálculo da altura manométrica de projeto para dimensionamento das bombas, bem como os resultados obtidos.

7.1.2.2.2. Controle de temperatura por zona

Para ser elegível à classificação A, o aquecimento ou refrigeração de ar de cada zona térmica deve ser controlado, individualmente, por termostatos respondendo à temperatura do ar da referida zona.

7.1.2.2.3. Faixa de temperatura de controle

Para ser elegível à classificação A, os termostatos de controle que atuam sobre o aquecimento e a refrigeração devem ser capazes de prover uma faixa de temperatura do ar (deadband) de pelo menos 3 °C, no qual o suprimento da energia para aquecimento e refrigeração seja desligado ou reduzido para o mínimo.

São consideradas exceções:

a) Termostatos que requeiram acionamento manual para a alteração entre os modos de aquecimento e refrigeração;
b) Aplicações especiais onde não é aceitável uma faixa de temperatura de controle tão ampla, tais como os centros de processamento de dados, museus, consultórios, postos de saúde; e, no condicionamento de ar de certos processos industriais, desde que devidamente justificado.

7.1.2.2.4. Aquecimento suplementar

Para ser elegível à classificação A, os sistemas que apresentam bombas de calor com aquecedor auxiliar por meio de resistência elétrica devem ser dotados de sistema de controle que evite a operação do aquecimento suplementar quando a carga de aquecimento possa ser atendida apenas pela bomba de calor. A operação do aquecimento suplementar é permitida durante os ciclos de degelo da serpentina externa. Para atender a este critério, recomenda-se:

a) Um termostato eletrônico ou digital, projetado para o uso em bomba de calor, que ative o aquecimento auxiliar somente quando a bomba de calor obter capacidade insuficiente para manter o **setpoint** ou para aquecer o ambiente a uma taxa suficiente;
b) Um termostato multi-estágio no ambiente e um termostato no ambiente externo conectado para permitir o acionamento do aquecimento auxiliar somente no último estágio do termostato no ambiente, e quando a temperatura externa é inferior a 4 °C.

7.1.2.2.5. Aquecimento e refrigeração simultâneo

Para ser elegível à classificação A, quando aplicável, os controles do sistema de condicionamento de ar devem impedir o reaquecimento ou qualquer outra forma de aquecimento e refrigeração simultâneo para controle de umidade.

Nos locais onde há equipamentos distintos para aquecimento e refrigeração, servindo a uma mesma zona, os termostatos devem ser interconectados para impedir o aquecimento e a refrigeração simultâneos.

São consideradas exceções:

a) Edificações com a função de abrigar acervos para exposição (exemplo: museus);
b) Emprego de reaquecimento para o controle de umidade em uma pequena área da edificação cuja capacidade de refrigeração seja inferior a 35 kW, e que represente no máximo 10% da capacidade total de refrigeração da edificação (exemplo: laboratórios de metrologia).

7.1.2.2.6. Sistema de desligamento automático

Para ser elegível à classificação A, todo o sistema de condicionamento de ar deve ser equipado com no mínimo um dos sistemas de desligamento automático descritos abaixo:

a) Controles que podem acionar e desativar o sistema sob diferentes condições de rotina de operação, para sete tipos de dias diferentes por semana; capazes de reter a programação e ajustes durante a falta de energia por pelo menos 10 horas, incluindo um controle manual que permita a operação temporária do sistema por até duas horas;
b) Um sensor de ocupação que desligue o sistema quando nenhum ocupante é detectado por um período de até 30 minutos;
c) Um temporizador de acionamento manual capaz de ser ajustado para operar o sistema por até duas horas;
d) Integração com o sistema de segurança e alarmes da edificação que desligue o sistema de condicionamento de ar quando o sistema de segurança é ativado.

7.1.2.2.7. Agrupamento de zonas

No caso de sistemas de condicionamento de ar que atendem as zonas destinadas à operação ou ocupação não simultânea, estas devem ser divididas em grupos para ser elegíveis à classificação A. A área total atendida por um grupo de zonas não deve ultrapassar 2.300 m² de área condicionada, e não deve incluir mais do que um pavimento.

Cada grupo de zonas deve ser equipado com dispositivos de fechamento capazes de desativar automaticamente o suprimento de ar condicionado, ar externo e ar de exaustão. Cada grupo de zonas deve ser dotado de dispositivo programável independente que atenda ao subitem 7.1.2.2.6, sistema de desligamento automático.

O sistema de condicionamento central que atende aos grupos de zonas deve ter controles e dispositivos que permitam a operação estável do sistema, além de equipamentos para atender ao menor grupo de zonas servido por eles permanentemente.

Os dispositivos de fechamento dos grupos de zonas e os controles não são requeridos nas seguintes condições:

a) Exaustão de ar e tomada de ar externo em cujos sistemas que estejam conectados possuam vazão de ar menor ou igual a 2.400 l/s;

b) Exaustão de ar de um grupo de zonas com vazão menor do que 10% da vazão nominal do sistema de exaustão ao qual está conectado;
c) Zonas destinadas à operação contínua ou planejadas para estarem inoperantes apenas quando todas as demais zonas estiverem inoperantes.

Nota: Zonas de operação contínua - em edificações com sistema de condicionamento de ar central, zonas térmicas com necessidade de condicionamento de ar contínuo, durante 24 horas por dia e por pelo menos 5 dias da semana, devem ser atendidas por um sistema de condicionamento de ar exclusivo, ou demonstrar que o sistema central foi projetado para atender a esta área com eficiência igual ou superior ao sistema exclusivo.

7.1.2.2.8. Controles e dimensionamento dos ventiladores do sistema de ventilação

Para ser elegível à classificação A, cada sistema de condicionamento de ar com a potência total dos ventiladores do sistema de ventilação superior a 3,7 kW deve atender aos limites de potência para uma das opções:

a) Opção 1: a potência nominal total de cada sistema de ventilação não deve exceder o valor máximo aceitável para a potência nominal (de placa) em kW, apresentada na Tabela 7.9. Este valor inclui os ventiladores de insuflamento, os ventiladores de retorno/alívio, os ventiladores de exaustão, o ventilador de ar externo (ou parcela proporcional, quando atendem a mais de um sistema) e os ventiladores de caixas terminais;
b) Opção 2: a potência de entrada total de cada sistema de ventilação não deve exceder o valor máximo aceitável para potência de entrada em kW apresentada na Tabela 7.9. Este valor inclui os ventiladores de insuflamento, os ventiladores de retorno/alívio, o ventilador de ar externo (ou parcela proporcional quando atendem a mais de um sistema) e os ventiladores de exaustão e os ventiladores de caixas terminais.

Para ser elegível à classificação A, sistemas com volume de ar variável (VAV) de zona simples devem respeitar ao limite de potência para volume constante. São consideradas exceções:

a) Postos de saúde, biotérios e laboratórios que utilizam dispositivos de controle de vazão na exaustão e/ou no retorno para manter diferenciais de pressão entre ambientes, necessários à saúde e segurança dos ocupantes ou ao controle ambiental; estes podem utilizar os limites de potência para volume variável;
b) Ventiladores de exaustão individuais com potência nominal igual ou inferior a 0,75 kW.

Tabela 7.9 – Limites de potência dos ventiladores

Opção	**Valor máximo aceitável (kW)**	
	Volume constante	**Volume variável**
Opção 1 – Potência nominal (de placa) do sistema de ventilação	$0{,}0017 \cdot V_S$	$0{,}0024 \cdot V_S$
Opção 2 – Potência de entrada do sistema de ventilação	$0{,}0015 \cdot V_S + A$	$0{,}0021 \cdot V_S + A$

Nota: V_S é a vazão máxima projetada de insuflamento de ar para os espaços condicionados pelo sistema de ventilação em análise em L/s. A é a soma de $[\Delta p \times V_D/650000]$. Δp é cada ajuste de perda de carga aplicável da Tabela 7.10, e V_D a vazão do fluxo de ar projetada para cada dispositivo aplicável da Tabela 7.10 em L/s.

Tabela 7.10 – Ajuste de perda de carga

Dispositivo	Ajuste (Δp)	
Sistema de exaustão e/ou retorno do ar totalmente dutado	125 Pa (535 Pa para laboratórios e biotérios)	Créditos
Dispositivos de controle de vazão do ar de exaustão e/ou retorno	125 Pa	
Filtros na exaustão; lavadores; ou outro tratamento do ar de exaustão	A perda de carga do dispositivo calculada nas condições de projeto do sistema	
Sistema de filtragem - classe M5 – M6 (NBR 16.101)	125 Pa	
Sistema de filtragem - classe F7, F8 e F9 (NBR 16.101)	225 Pa	
Sistema de filtragem - classe ISO 15 ou superior e sistema de filtragem eletrônico (NBR ISO 29.463-1)	2 vezes o valor da perda de carga dos filtros limpos nas condições de projeto	
Purificadores de ar de carvão ativado ou outro tipo de purificador para odores ou gases.	A perda de carga dos filtros limpos nas condições de projeto	
Capela de laboratório	A perda de carga do dispositivo nas condições de projeto	
Serpentina de recuperação de calor	150 Pa para cada corrente de ar	
Outro dispositivo de recuperação de calor que não seja serpentina	(550 x Eficiência de recuperação de energia) – 125 Pa para cada corrente de ar	
Resfriador ou umidificador evaporativo em série com outra serpentina de resfriamento	A perda de carga do dispositivo nas condições de projeto	
Atenuador de ruído	38 Pa	
Sistema de exaustão com coifas/capelas	85 Pa	
Sistema de exaustão de laboratório ou biotério em edificações de grande altura	60 Pa/30 m de duto vertical que excede 25 m	
Sistemas sem dispositivos centrais de refrigeração	150 Pa	Débitos
Sistemas sem dispositivos centrais de aquecimento	75 Pa	
Sistemas com dispositivos centrais de aquecimento por resistência elétrica	50 Pa	

Fonte: ASHRAE **Standard** 90.1 (2016).

7.1.2.2.9. Controles de sistemas de ventilação para áreas com altas taxas de ocupação

Para ser elegível à classificação A, os sistemas com taxa de insuflamento de ar externo nominal superior a 1.400 L/s, servindo áreas maiores que 50 m^2 e com densidade de ocupação superior a 25 pessoas por 100 m^2, devem incluir meios de se reduzir automaticamente a tomada de ar externo abaixo dos níveis de projeto quando os espaços estão parcialmente ocupados.

7.1.2.2.10. Controle do ventilador do climatizador para sistemas VAV

Para as cargas parciais em sistemas com sistema de ventiladores de insuflamento e de retorno com VAV com potências maiores do que 7,5 kW, o acionamento deve permitir a variação de rotação do motor para manter a pressão estática nos dutos constante.

7.1.2.2.11. Posicionamento do sensor de pressão para o controle da rotação do ventilador

O sensor de pressão estática deve ser posicionado na rede de dutos na posição em que o ponto de ajuste da pressão de funcionamento seja menor do que um terço da pressão estática total do ventilador.

7.1.2.2.12. Controles e dimensionamento dos sistemas hidrônicos

Para ser elegível à classificação A, sistemas de condicionamento de ar com um sistema hidrônico servido por um sistema de bombeamento com potência superior a 7,5 kW devem atender aos critérios estabelecidos entre os itens 7.1.2.2.12.1 a 7.1.2.2.12.3.

7.1.2.2.12.1. Sistemas de vazão de líquido variável

Para ser elegível a classificação A, os sistemas de refrigeração indireta com bombeamento de líquido (água gelada ou outro fluido secundário, ex.: soluções aquosas) integrantes do sistema de condicionamento de ar, com circuitos hidrônicos que incluam válvulas de controle projetadas para modular ou abrir e fechar em função da carga térmica nos condicionadores de ar, devem ser projetados para vazão variável e devem ser capazes de reduzir a vazão de bombeamento para até 50% ou menos da vazão de projeto.

Bombas servindo circuitos hidrônicos com vazão de água gelada (ou fluido secundário) variável, com motor excedendo 3,7 kW, devem ter controles ou dispositivos (tais como controle de velocidade variável) que resultem em uma demanda no motor de no máximo 30% da potência de projeto quando em 50% da vazão de projeto de cada bomba. Estes dispositivos devem ser controlados como uma função da vazão desejável ou para manter uma pressão diferencial mínima requerida no ponto de controle. O sensor de pressão diferencial para o controle da vazão de água gelada (ou fluido secundário) deve ser instalado em um dos pontos a seguir:

a) No trocador de calor mais distante; ou
b) Próximo ao trocador de calor mais distante; ou No trocador de calor que requer o maior diferencial de pressão (exceto o trocador do resfriador de líquido); ou
c) Próximo ao trocador de calor que requer o maior diferencial de pressão (exceto o trocador do resfriador de líquido); ou
d) A critério do projetista responsável, desde que justificado.

São exceções:

a) Sistemas onde a vazão mínima é menor que a vazão mínima requerida pelo fabricante do equipamento para a operação adequada, desde quando atendido por um sistema como os resfriadores de líquido, e onde a potência total de bombeamento é menor ou igual a 56 kW;
b) Sistemas com até três válvulas de controle.

7.1.2.2.12.2. Operação das bombas associadas aos resfriadores de líquido (**chillers**)

Para ser elegível à classificação A, quando uma central de água gelada inclui mais do que um resfriador de líquido, devem ser tomadas providências para que a vazão total na central possa ser reduzida automaticamente quando um resfriador estiver parado. Resfriadores instalados em série com o propósito de aumentar o diferencial de temperatura devem ser considerados como um único resfriador de líquido.

Nota 1: Em circuitos hidrônicos de água gelada, onde cada resfriador de líquido opera com vazão constante (no evaporador), quando um determinado resfriador de líquido estiver parado, a respectiva bomba de água gelada (ou fluido secundário) deverá estar parada. Em circuitos hidrônicos de água de resfriamento (em resfriadores de líquido com condensação a água), onde cada resfriador de líquido opera com vazão constante (no condensador), aplica-se o mesmo critério.

Nota 2: Em circuitos hidrônicos de água gelada onde cada resfriador de líquido opera com vazão variável, a vazão total atual no circuito deverá ser (variável) proporcional à quantidade de resfriadores de líquido em operação, e à carga térmica atual do sistema. Em circuitos hidrônicos de água de resfriamento (em resfriadores de líquido com condensação a água), onde cada resfriador de líquido opera com vazão variável (no condensador), aplica-se o mesmo critério.

7.1.2.2.12.3. Controles de reajuste da temperatura de água gelada e quente

Para ser elegível à classificação A, sistemas de água gelada e/ou água quente com uma capacidade de projeto excedendo a 88 kW, e suprindo água gelada ou quente (ou ambos), para sistemas de condicionamento ambiental, devem incluir controles que reajustem automaticamente a temperatura de suprimento da água pelas cargas representativas da edificação (incluindo a temperatura de retorno da água) ou pela temperatura do ar externo.

São consideradas exceções:

a) Locais onde os controles de reajuste da temperatura de suprimento não possam ser implementados sem causar operação imprópria dos sistemas de aquecimento, refrigeração, umidificação ou desumidificação;
b) Sistemas hidráulicos, tais como aqueles requeridos pelo item 7.1.2.2.12, que usam vazão variável para reduzir o consumo de energia em bombeamento.

7.1.2.2.13. Equipamentos de rejeição de calor

Para ser elegível a classificação A, aplica-se o item 7.1.2.2.13.1 ao equipamento de rejeição de calor usado em sistemas de condicionamento ambiental, tais como condensadores a ar, torres de refrigeração abertas, e torres de refrigeração com circuito fechado.

7.1.2.2.13.1. Controle de velocidade do ventilador

Cada ventilador acionado por um motor de potência igual ou superior a 5,6 kW deve ter a capacidade de operar a dois terços ou menos da sua velocidade máxima (em carga parcial), e deve possuir controles que alterem automaticamente a velocidade do ventilador para controlar a temperatura de saída do fluído ou temperatura/pressão de condensação do dispositivo de rejeição de calor.

São consideradas exceções:

a) Ventiladores de condensador servindo a múltiplos circuitos refrigerantes;
b) Ventiladores de condensadores inundados (**flooded condenser**);
c) Até um terço dos ventiladores de um condensador ou torre com múltiplos ventiladores, onde os ventiladores principais estão de acordo com os critérios de controle de velocidade.

7.1.2.2.14. Isolamento térmico de tubulações com fluxo de fluidos

As Tabelas 7.11 e 7.12 apresentam as espessuras mínimas para o isolamento térmico das tubulações em sistemas de aquecimento e refrigeração, respectivamente. Para sistemas de refrigeração do tipo expansão direta (exceto VRF), as espessuras mínimas para o isolamento térmico das tubulações são apresentadas na Tabela 7.13. Para materiais com condutividade térmica fora das faixas estipuladas nas Tabelas mencionadas, a espessura mínima deve ser determinada pela Equação 7.1.

Tabela 7.11 – Espessura mínima (mm) de isolamento térmico das tubulações para sistemas de aquecimento

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 < 25**	**25 ≤ d < 40**	**40 ≤ d < 100**	**100 ≤ d < 200**	**d ≥ 200**
T ≥ 177	0,046 a 0,049	121	115	125	125	125	125
122 < T < 177	0,042 a 0,046	93	80	100	115	115	115
94 < T < 121	0,039 a 0,043	66	65	65	80	80	80
61 < T < 93	0,036 a 0,042	52	40	40	50	50	50

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 < 25	25 ≤ d < 40	40 ≤ d < 100	100 ≤ d < 200	d ≥ 200
41 < T < 60	0,032 a 0,040	38	25	25	40	40	40

Fonte: ASHRAE **Standard** 90.1 (2016).

Tabela 7.12 – Espessura mínima (mm) de isolamento térmico de tubulações para sistemas de refrigeração (água gelada, multi-split e VRF)

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 < 25	25 ≤ d < 40	40 ≤ d < 100	100 ≤ d< 200	d ≥ 200
4 < T < 16	0,032 a 0,040	24	15	15	25	25	25
T < 4	0,032 a 0,040	10	15	25	25	25	40

Fonte: ASHRAE **Standard** 90.1 (2016)

Tabela 7.13 – Espessura mínima (mm) de isolamento térmico de tubulações para 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

Nota: Esta Tabela baseia-se em tubulações de aço carbono. Tubulações não-metálicas com espessura de parede padrão **Schedule** 80, ou menor, devem usar os valores desta Tabela. Para as outras tubulações não-metálicas que possuam resistência térmica maior que a das tubulações de aço carbono, é permitido o isolamento térmico de espessura reduzida se for fornecida a documentação comprovando que a tubulação com o isolamento térmico proposto não possui uma transferência de calor por metro linear maior do que a da tubulação de aço carbono de mesmas dimensões, utilizando a espessura de isolamento térmico indicada pela Tabela 7.13.

7.2. Sistema de iluminação

Para a obtenção da classificação A do sistema de iluminação, os critérios descritos nos subitens 7.2.1 a 7.2.3 devem ser atendidos, quando aplicáveis, em uma quantidade mínima de ambientes cuja potência instalada de iluminação somada corresponda a pelo menos 90% da potência instalada de iluminação da edificação, ou da parcela avaliada.

O não atendimento aos requisitos listados neste item limita a classificação do sistema de iluminação da edificação no máximo a B. Para a obtenção da classificação A, os critérios a seguir devem ser atendidos, mesmo que se opte por não computar a economia gerada pelo uso de dispositivos de controle de iluminação.

Nota: Para edificações existentes (com mais de 5 anos de construção), bem como para aquelas submetidas a **retrofit** do sistema de iluminação — independentemente de a intervenção ser parcial ou total — a verificação das condições de elegibilidade para a classificação A é dispensada, devendo ser mantida a classificação obtida sem tal verificação.

7.2.1. Contribuição da luz natural

Ambientes com aberturas voltadas para o exterior, átrio não coberto, ou de cobertura translúcida e que contenham em sua iluminação geral mais de uma fileira de luminárias paralelas às aberturas, devem possuir um controle instalado - manual ou automático - para o acionamento independente do conjunto de luminárias mais próximo das aberturas, de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível.

Consideram-se como luminárias mais próximas às aberturas a primeira fileira de luminárias mais próxima e paralela à abertura, ou todas aquelas localizadas nas zonas primárias de iluminação natural, sendo elas laterais ou zenitais. As zonas primárias de iluminação natural e as áreas isentas do controle independente deste requisito devem ser definidas conforme o item B.III.3.3.

Nota 1: Todas as luminárias parcial ou totalmente localizadas dentro das zonas primárias de iluminação natural devem possuir acionamento independente.

Nota 2: Luminárias com controle sensível à luz natural atendem à condição de elegibilidade.

Destaca-se que essa condição se aplica somente à iluminação geral, não incluindo a iluminação decorativa, iluminação de tarefa, complementar e **wallwash**.

Devem ser consideradas exceções: unidades de edifícios de meios de hospedagem, auditórios, primeira fileira de luminárias paralelas ao quadro em salas de aula e circulações, além de garagens que possuam sensores de presença. Nestes casos, este requisito é não aplicável.

7.2.2. Controle local

Cada ambiente fechado por paredes ou divisórias até o teto deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento da iluminação interna do ambiente de forma independente. Cada dispositivo de controle manual deve controlar:

a) Uma área de até 250 m² para ambientes de até 1.000 m²;
b) Uma área de até 1.000 m² para ambientes maiores do que 1.000 m².

Os dispositivos instalados para cumprir esse requisito devem ser facilmente acessíveis e localizados de tal forma que o usuário possa ver o conjunto de luminárias que está sendo controlado por ele.

Nota 1: Escadas enclausuradas são consideradas um ambiente único, compreendido como as áreas delimitadas pelas paredes. Escadas integradas aos demais ambientes estão diretamente conectadas à iluminação do ambiente ao seu redor; assim, devem ser incluídas na avaliação do ambiente.

Devem ser consideradas exceções:

a) Ambientes cujo uso justifique a locação dos dispositivos de controle manual em local de acesso restrito aos funcionários por questões de segurança. A justificativa deve acompanhar a documentação para a solicitação da etiqueta;
b) Ambientes com dispositivos de controle automático vinculados à ocupação dos ambientes, como sensores de presença;
c) Circulações e garagens que possuam sistema de automação estão dispensadas de apresentar o controle manual local.

Nota 2: Acessos de emergência, bem como espaços regidos por normativas, como do corpo de bombeiros, devem considerar preferencialmente o controle do sistema de iluminação requerido pelas mesmas.

7.2.3. Desligamento automático do sistema de iluminação

O sistema de iluminação interno de ambientes maiores que 250 m² deve possuir um dispositivo de controle automático para o desligamento da iluminação. Este dispositivo deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções:

a) Um sistema automático com desligamento da iluminação em horário pré-determinado; ou
b) Sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes; ou
c) Controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.

Deve existir uma programação independente para:

a) Áreas superiores a 2.500 m²;
b) Cada pavimento; e
c) Dias de semana, finais de semana e feriados.

Devem ser consideradas exceções:

a) Ambientes que funcionam durante 24h;
b) Ambientes onde existe tratamento e/ou repouso de pacientes; e
c) Ambientes onde o desligamento automático da iluminação pode, comprovadamente, oferecer riscos à integridade física dos usuários.

7.3. 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 e de isolamento térmico de tubulações e reservatórios, quando existentes.

O não cumprimento de algum destes critérios, quando aplicáveis, implica na possibilidade de atingir no máximo a classificação B de eficiência energética para o sistema individual de aquecimento de água.

7.3.1. 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:

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

7.3.2. 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 7.14.

Tabela 7.14 – 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 quente	≤ 0,040	13

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

Nota: Nos casos em que seja impraticável a aplicação dos limites da Tabela 7.14, outros materiais com características compatíveis aos especificados acima podem ser utilizados desde que devidamente justificados. As novas condições de materiais e respectivas espessuras devem ser incorporados nos cálculos de perdas térmicas previstos.

7.3.3. Reservatório de água quente

Quando existentes, os reservatórios de água quente devem obedecer aos limites de perda específica de energia máxima descritos na Tabela 7.15.

Tabela 7.15 – 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.

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

Onde:
$E_{A,res}$ é a perda térmica específica do reservatório (kWh/dia);
V_{res} é o volume do reservatório (litros).

8. PROCEDIMENTOS PARA A DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS

A classificação de eficiência energética geral das edificações, e dos sistemas individuais, deve ser realizada por meio do seu percentual de redução do consumo estimado de energia primária ($RedC_{EP}$), comparando-se a edificação real com a edificação em sua condição de referência, equivalente à classificação D.

A classificação pode ser obtida para todos os sistemas em conjunto, ou para as diferentes combinações entre os sistemas, ou somente para a envoltória da edificação. A classificação geral somente pode ser obtida por meio da avaliação de todos os sistemas parciais aplicáveis à edificação (água quente pode não ser aplicável em algumas tipologias, conforme verificado nas Tabelas do Anexo A). Além da edificação completa, parcelas de edificações (pavimento ou conjunto de ambientes) também podem ser avaliadas.

A condição de referência deve ser adotada conforme a tipologia da edificação, e as suas respectivas características, descritas nas Tabelas do Anexo A. Os percentuais de economia de uma classificação para outra variam conforme a tipologia da edificação e o clima no qual a edificação se insere. Para a verificação da influência do clima, esta INI-C adota a classificação climática proposta pela ABNT NBR 15220-3, em sua versão vigente.

8.1. Classificação da eficiência energética geral da edificação

A classificação de eficiência energética geral da edificação deve ser feita com base no percentual de redução do consumo de energia primária ($RedC_{EP}$) da edificação real em comparação com a mesma edificação em sua condição de referência. O percentual de redução deve ser calculado com base na Equação 8.1.

$$RedC_{EP} = \left\{ \frac{\left[\left(C_{EP,refD} - \left(C_{EQ} \cdot fc_E\right)\right) - \left(C_{EP,real} - \left(C_{EQ} \cdot fc_E\right)\right)\right]}{\left(C_{EP,refD} - \left(C_{EQ} \cdot fc_E\right)\right)} \right\} \cdot 100 \qquad \textbf{Equação (8.1)}$$

Onde:
$RedC_{EP}$ é o percentual de redução do consumo de energia primária entre a edificação real e a condição de referência (%);
$C_{EP,refD}$ é o consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);
C_{EQ} é o consumo de equipamentos (kWh/ano);
fc_E é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
$C_{EP,real}$ é o consumo de energia primária da edificação em sua condição real (kWh/ano).

O consumo de energia primária da edificação real ($C_{EP,real}$) e sua condição de referência ($C_{EP,refD}$), devem ser calculados conforme as equações 8.2 e 8.3, respectivamente. O consumo de energia primária da edificação 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 8.7), multiplicados pelos respectivos fatores de conversão (fc_E e fc_T), descontando-se a parcela de energia primária referente à geração de energia renovável, quando existente.

O consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência ($C_{EP,refD}$) é definido pelo consumo estimado de energia elétrica ($C_{EE,refD}$, Equação 8.5), multiplicado pelo seu respectivo fator de conversão (fc_E). Na condição de referência não deve ser considerada a parcela de energia primária referente à geração de energia renovável.

Os fatores de conversão da energia elétrica (fc_E) e térmica (fc_T) em energia primária podem ser consultados no site do PBE edifica[1], 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	fc_E	1,6
Energia térmica - Gás Natural (GN)	fc_T	1,1
Energia térmica - Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	fc_T	1,1

$$C_{EP,real} = \left(C_{EE,real} \cdot fc_E\right) + \left(C_{ET,real} \cdot fc_T\right) - \left(G_{EE} \cdot fc_E\right) \qquad \textbf{Equação (8.2)}$$

Onde:
$C_{EP,real}$ é o consumo de energia primária da edificação real (kWh/ano);
$C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação real (kWh/ano);
$C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real (kWh/ano);
G_{EE} é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano);
fc_E é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;

fc_T é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

[1] https://www.pbeedifica.com.br/fatoresconversaoINIs

$$C_{EP,refD} = (C_{EE,refD} \cdot fc_E)$$ **Equação (8.3)**

Onde:
$C_{EP,refD}$ é o consumo de energia primária da edificação na condição de referência (kWh/ano);
$C_{EE,refD}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação na condição de referência (kWh/ano);
fc_E é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;

Para a classificação geral da edificação sem a geração de energia, o consumo de energia primária total da edificação 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 ($C_{EP,refD}$), determinado conforme a Equação 8.3.

$$C_{EPT,real} = (C_{EE,real} \cdot fc_E) + (C_{ET,real} \cdot fc_T)$$ **Equação (8.4)**

Onde:
$C_{EPT,real}$ é o consumo de energia primária total da edificação real, sem a parcela relativa à geração de energia renovável (kWh/ano);
$C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação real (kWh/ano);
$C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real (kWh/ano);
fc_E é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
fc_T é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

O consumo total de energia elétrica da edificação em sua condição real ($C_{EE,real}$), e condição de referência ($C_{EE,ref}$) é composto pela soma dos consumos de refrigeração ($C_{R,real\ e\ ref}$), iluminação ($C_{IL,real\ e\ refD}$), aquecimento de água em energia elétrica ($C_{AAE,real\ e\ ref}$) e consumo de equipamentos (C_{EQ}), conforme descrito pela Equação 8.5.

$$C_{EE,real\ ou\ refD} = C_{R,real\ ou\ refD} + C_{IL,real\ ou\ refD} + C_{AAE,real\ ou\ refD} + C_{EQ}$$ **Equação (8.5)**

Onde:
C_{EE} é o consumo total de energia elétrica da edificação real ($C_{EE,real}$) ou condição de referência ($C_{EE,refD}$) (kWh/ano);
C_R é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar da edificação real ($C_{R,real}$) ou condição de referência ($C_{R,refD}$) (kWh/ano);
C_{IL} é o consumo do sistema de iluminação da edificação real ($C_{IL,real}$) ou condição de referência ($C_{IL,refD}$) (kWh/ano);
C_{AAE} é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica da edificação real ($C_{AAE,real}$) ou condição de referência ($C_{AAE,refD}$) (kWh/ano);
C_{EQ} é o consumo de equipamentos (kWh/ano);

Nota 1: Caso exista consumo de energia elétrica no sistema de condicionamento de ar voltado para aquecimento, proveniente da avaliação a partir do método de simulação, este deve ser calculado de acordo com a Equação C.I.1, conforme o Anexo C.I.

Nota 2: Caso exista consumo de energia térmica no sistema de condicionamento de ar voltado para aquecimento, proveniente da avaliação a partir do método de simulação, este deve ser calculado de acordo com a equação C.I.8 conforme o Anexo C.I.

O consumo de equipamentos para a edificação real e sua condição de referência deve ser o mesmo, conforme esclarece o subitem B.I.2.2.2.1. Sua determinação baseia-se na multiplicação entre a potência instalada de equipamento e o tempo de uso da edificação, conforme a Equação 8.6.

$$C_{EQ} = (P_i \cdot h \cdot N_{ano})/1000 \qquad \textbf{Equação (8.6)}$$

Onde:
C_{EQ} é o consumo de energia elétrica de equipamentos (kWh/ano);
P_i é a potência instalada do equipamento (W);
h são as horas de uso da edificação, conforme tipologia das Tabelas do Anexo A;
N_{ano} são os dias de ocupação ao ano, conforme tipologia das Tabelas do Anexo A.

Nota 3: A Potência instalada de equipamentos deve ser calculada em função da área das zonas térmicas, considerando os valores de DPE pré-determinados para cada tipologia nas Tabelas do Anexo A, devendo ser igual na condição real e condição de referência.

O consumo total de energia térmica da edificação é exclusivo da condição real ($C_{ET,real}$), sendo equivalente ao consumo do sistema de aquecimento de água em energia térmica, quando existente, conforme Equação 8.7.

$$C_{ET,real} = C_{AAT,real} \qquad \textbf{Equação (8.7)}$$

Onde:
$C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real (kWh/ano);
C_{AAT} é o consumo do sistema de aquecimento de água – energia térmica – da edificação real (kWh/ano).

Nota 4: 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.

Para a definição da escala de eficiência energética, e classificação geral da edificação, devem ser determinados os intervalos entre uma classificação e outra, de A a E. Para isso, deve ser obtido o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}). Este coeficiente baseia-se na classificação climática em esta se insere (ABNT TR 15220-3-1, em sua versão vigente).

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”, seguindo os critérios apresentados no Anexo D.

O coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC_{EPD-A}) varia de acordo com a tipologia da edificação descrita pelas Tabelas do Anexo A, para os valores estabelecidos na Tabela 8.3.

Nota 5: Caso a edificação possua mais de uma tipologia em seu volume avaliado, deve-se considerar a tipologia dominante (a de maior área) para a escolha da tabela referente ao coeficiente de redução do consumo de energia primária.

Nota 6: Edificações em blocos devem ser avaliadas separadamente, considerando-se uma classificação para cada bloco. Inclui-se neste caso as edificações onde existe um bloco térreo de uso comercial (que

deve ser classificado conforme esta INI-C), e demais pavimentos de uso residencial (que devem ser classificados conforme método descrito pela INI-R).

Os intervalos de classificação com base no percentual de redução do consumo de energia primária são definidos a partir de uma variável "i", determinada por meio da Equação 8.8. Os limites para a escala de classificação geral de eficiência energética devem ser estabelecidos a partir dos valores do coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a A (CRC_{EPD-A}), que variam com o tipo de sistema de condicionamento de ar e zona bioclimática, conforme as Tabelas 8.3a (sistemas unitários), 8.3b (sistemas centrais - chillers resfriados a ar), 8.3c (sistemas centrais - chillers resfriados a água), e 8.3d (sistemas centrais – VRF).

$$i = \frac{(CRC_{EPD-A} \cdot 100)}{3} \qquad \textbf{Equação (8.8)}$$

Onde:
i é o valor calculado que representa o intervalo entre as classes, em %;
CRC_{EPD-A} é o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a A.

Tabela 8.2 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética geral da edificação

	$RedC_{EP}$ (%)				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
Classificação de Eficiência	$RedC_{EP} > 3i\%$	$3i\% \geq RedC_{EP} > 2i\%$	$2i\% \geq RedC_{EP} > i\%$	$I\% \geq RedC_{EP} \geq 0\%$	$RedC_{EP} < 0\%$

A classificação geral da edificação é determinada por meio da comparação entre o percentual de redução de energia primária da edificação real e os intervalos calculados, identificando assim a classificação de eficiência energética geral. Caso o valor de $RedC_{EP}$ seja negativo, a classificação geral da edificação será E.

Tabela 8.3a – Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC_{EPD-A}) em edificações atendidas por sistemas de condicionamento de ar unitário

Tipologia	**Zona Bioclimática**					
	1R e 1M	**2R e 2M**	**3A e 3B**	**4A e 4B**	**5A e 5B**	**6A e 6B**
Escritórios	0,58	0,52	0,55	0,50	0,42	0,41
Educacionais	0,56	0,48	0,51	0,43	0,33	0,32
Hospedagem	0,42	0,42	0,43	0,43	0,40	0,40
EAS, exceto hospitais	0,39	0,37	0,39	0,35	0,31	0,31
Varejo e serviços	0,62	0,58	0,59	0,54	0,46	0,45
Serviços de alimentação	0,42	0,40	0,42	0,39	0,33	0,32
Supermercados e mercado	0,56	0,52	0,54	0,50	0,42	0,41
Outros	0,58	0,52	0,54	0,47	0,38	0,39

Tabela 8.3b – Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC_{EPD-A}) em edificações atendidas por sistemas de condicionamento de ar central (**chillers** resfriados a ar)

Tipologia	**Zona Bioclimática**					
	1R e 1M	**2R e 2M**	**3A e 3B**	**4A e 4B**	**5A e 5B**	**6A e 6B**
Escritórios	0,59	0,54	0,52	0,45	0,41	0,42
Educacionais	0,56	0,50	0,46	0,39	0,32	0,33
Hospedagem	0,44	0,44	0,44	0,42	0,40	0,40

Tipologia	Zona Bioclimática					
	1R e 1M	2R e 2M	3A e 3B	4A e 4B	5A e 5B	6A e 6B
EAS, exceto hospitais	0,42	0,40	0,39	0,34	0,31	0,32
Varejo e serviços	0,63	0,59	0,57	0,50	0,44	0,45
Serviços de alimentação	0,45	0,44	0,42	0,38	0,33	0,34
Supermercados e mercado	0,57	0,55	0,53	0,47	0,41	0,42
Outros	0,59	0,53	0,51	0,43	0,37	0,39

Tabela 8.3c – Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC_{EPD-A}) em edificações atendidas por sistemas de condicionamento de ar central (**chillers** resfriados a água)

Tipologia	Zona Bioclimática					
	1R e 1M	2R e 2M	3A e 3B	4A e 4B	5A e 5B	6A e 6B
Escritórios	0,60	0,57	0,54	0,49	0,45	0,47
Educacionais	0,59	0,54	0,50	0,44	0,37	0,39
Hospedagem	0,44	0,45	0,44	0,43	0,42	0,43
EAS, exceto hospitais	0,43	0,42	0,40	0,36	0,33	0,35
Varejo e serviços	0,64	0,61	0,59	0,54	0,48	0,50
Serviços de alimentação	0,45	0,45	0,43	0,40	0,36	0,38
Supermercados e mercado	0,58	0,56	0,54	0,50	0,45	0,46
Outros	0,60	0,56	0,53	0,47	0,42	0,44

Tabela 8.3d – Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC_{EPD-A}) em edificações atendidas por sistemas de condicionamento de ar central (Variable Refrigerant Flow - VRF)

Tipologia	Zona Bioclimática					
	1R e 1M	2R e 2M	3A e 3B	4A e 4B	5A e 5B	6A e 6B
Escritórios	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,46
Educacionais	0,45	0,44	0,42	0,40	0,39	0,40
Hospedagem	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,42
EAS, exceto hospitais	0,35	0,35	0,34	0,34	0,35	0,35
Varejo e serviços	0,58	0,56	0,55	0,52	0,49	0,49
Serviços de alimentação	0,39	0,39	0,38	0,38	0,37	0,37
Supermercados e mercado	0,52	0,51	0,50	0,48	0,46	0,46
Outros	0,51	0,49	0,47	0,45	0,43	0,44

8.2. Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais

8.2.1. Determinação da classificação de eficiência energética da envoltória

A envoltória deve ser classificada de acordo com o percentual de redução da carga térmica total anual da edificação real em comparação com a mesma edificação em sua condição de referência (RedCgTT), conforme determinado no Anexo B.I, subitem B.I.1.

A escala relativa à classificação de eficiência energética da envoltória baseia-se no coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A ($CRCgTT_{D-A}$), conforme Equação 8.9.

$$\mathrm{i} = \frac{(\mathrm{CRCgTT_{D-A}} \cdot 100)}{3} \qquad \textbf{Equação (8.9)}$$

Onde:
i é o valor calculado que representa o intervalo entre as classes, em %;
$CRCgTT_{D-A}$ é o coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A.

O coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A deve ser determinado a partir daclassificação climática no qual esta está inserida a edificação (ABNT TR 15220-3-1, em sua versão vigente). O coeficiente de redução difere para cada tipologia, devendo ser obtido por meio da Tabela 8.5.

Nota 1: Caso a envoltória possua mais de uma tipologia em seu volume avaliado, deve-se considerar a tipologia dominante (a de maior área) para a escolha da tabela referente ao coeficiente de redução da carga térmica.

Nota 2: Edificações em blocos devem ser avaliadas separadamente, considerando-se uma classificação para cada bloco.

O intervalo dentro do qual a edificação proposta será classificada "i" deve ser dividido em 3 partes; cada parte se refere a um dos intervalos de classificação da escala de eficiência, que varia de A até D. Caso a edificação real apresente carga térmica total anual superior à condição de referência, sua classificação final será E.

A partir do valor calculado de "i", deve-se preencher a Tabela 8.4. Na sequência, deve-se comparar o valor do percentual de redução da carga térmica total anual da edificação (RedCgTT) com os limites definidos, identificando a classificação de eficiência energética da envoltória da edificação em questão. Caso a edificação real apresente RedCgTT negativo, sua classificação final será E.

Tabela 8.4 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética da envoltória

	RedCgTT (%)				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
Classificação de Eficiência	RedCgTT > 3i	3i ≥ RedCgTT > 2i	2i ≥ RedCgTT > i	i ≥ RedCgTT ≥ 0	RedCgTT < 0

Tabela 8.5 – Coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a classificação A ($CRCgTT_{D-A}$)

Tipologia	**Zona Bioclimática**					
	1R e 1M	**2R e 2M**	**3A e 3B**	**4A e 4B**	**5A e 5B**	**6A e 6B**
Escritórios	0,30	0,25	0,22	0,17	0,17	0,16
Educacionais	0,25	0,18	0,15	0,09	0,07	0,07
Hospedagem	0,39	0,32	0,29	0,20	0,16	0,14
EAS, exceto hospitais	0,31	0,21	0,16	0,12	0,08	0,08
Varejo e serviços	0,42	0,34	0,30	0,20	0,17	0,16
Serviços de alimentação	0,39	0,26	0,22	0,14	0,10	0,10
Supermercados e mercado	0,42	0,35	0,31	0,22	0,18	0,16
Outros	0,30	0,22	0,18	0,12	0,09	0,09

8.2.2. Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar

A classificação de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar baseia-se no percentual de redução de consumo para refrigeração ($RedC_R$), calculado de acordo com o Anexo B.II, subitem B.II.1.

Assim como nos demais sistemas, deve-se considerar o sistema da edificação em sua condição real e condição de referência, comparando-os. A escala relativa à classificação de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar deve ser determinada a partir do valor de "i", proveniente da Equação

8.10, que envolve ainda o coeficiente de redução do consumo para refrigeração da classificação D para a A (CRC_{RD-A}), conforme:

$$i = \frac{(CRC_{RD-A} \cdot 100)}{3} \qquad \textbf{Equação (8.10)}$$

Onde:
i é o valor calculado que representa o intervalo entre as classes, em %;
CRC_{RD-A} é o coeficiente de redução do consumo de refrigeração da classificação D para a A.

O coeficiente de redução do consumo de refrigeração da classificação D para a A deve ser determinado a partir da classificação climática na qual esta está inserida a edificação (ABNT TR 15220-3-1, em sua versão vigente) e do tipo de sistema de condicionamento de ar, devendo ser obtido por meio das Tabelas 8.7a (sistemas unitários), 8.7b (sistemas centrais - **chillers** resfriados a ar), 8.7c (sistemas centrais - **chillers** resfriados a água) e 8.7d (sistemas centrais – VRF).

O intervalo "i" dentro do qual o sistema de condicionamento de ar da edificação será classificado deve ser dividido em 3 partes; cada parte se refere a um dos intervalos de classificação da escala de eficiência, que varia de A até D. Caso o sistema de condicionamento de ar da edificação real apresente consumo de refrigeração superior ao consumo do sistema em sua condição de referência, a classificação final será E.

A partir do valor calculado de "i", deve-se preencher a Tabela 8.6. Na sequência, deve-se comparar o valor do percentual de redução do consumo de refrigeração ($RedC_R$) com os limites definidos, identificando a classificação de eficiência energética do sistema em questão.

Tabela 8.6– Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética para o sistema de condicionamento de ar

	$RedC_R$ (%)				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
Classificação de Eficiência	$RedC_R > 3i$	$3i \geq RedC_R > 2i$	$2i \geq RedC_R > i$	$i \geq RedC_R \geq 0$	$RedC_R < 0$

A Tabela 8.7a aplica-se exclusivamente às edificações atendidas por sistemas de condicionamento de ar unitários (individuais, **splits**, sistemas de expansão direta compactos e demais sistemas semelhantes), cujo coeficiente de eficiência energética seja declarado por meio do IDRS.

Tabela 8.7a – Coeficiente de redução do consumo de refrigeração da classificação D para a A (CRC_{RD-A}) para edificações atendidas por sistemas de condicionamento de ar unitários

Tipologia	**Zona Bioclimática**					
	1R e 1M	**2R e 2M**	**3A e 3B**	**4A e 4B**	**5A e 5B**	**6A e 6B**
Escritórios	0,64	0,52	0,56	0,49	0,38	0,35
Educacionais	0,59	0,46	0,50	0,41	0,29	0,29
Hospedagem	0,69	0,58	0,59	0,48	0,37	0,34
EAS, exceto hospitais	0,63	0,50	0,52	0,39	0,31	0,30
Varejo e serviços	0,70	0,59	0,60	0,51	0,37	0,35
Serviços de alimentação	0,69	0,55	0,56	0,45	0,32	0,31
Supermercados e mercado	0,71	0,59	0,60	0,51	0,37	0,36
Outros	0,64	0,51	0,54	0,44	0,31	0,31

Nas edificações atendidas por sistemas de condicionamento de ar centrais, o coeficiente de redução do consumo de refrigeração da classificação D para a A (CRC_{RD-A}) deve ser obtido nas Tabelas 8.7b a 8.7d, de acordo com o tipo de sistema central, a tipologia e a zona bioclimática da edificação.

Nota 1: Sistemas centrais híbridos, caracterizados pela associação de tecnologias distintas em um mesmo sistema (por exemplo, expansão direta central associada a fluxo de refrigerante variável), bem como unidades autocontidas (**self contained**) e demais tecnologias centrais não listadas nas tabelas, devem adotar o CRC_{RD-A} (Tabela 8.7b), o CRC_{EPD-A} (Tabela 8.3b) e o SPLV de referência (Tabela B.II.2) do **chiller** resfriado a ar.

Nas edificações atendidas por mais de um sistema de condicionamento de ar, deve-se verificar a participação de cada tipo de sistema central (**chiller** resfriado a ar, **chiller** resfriado a água, VRF e, em conjunto, os sistemas enquadrados na Nota 1) na capacidade nominal total de refrigeração instalada na edificação, correspondente à soma das capacidades nominais de todos os equipamentos de refrigeração instalados, unitários e centrais.

Quando um único tipo de sistema central representar 80% ou mais dessa capacidade, toda a edificação deve ser avaliada considerando esse tipo de sistema. Nesse caso, os valores de CRC_{RD-A} e CRC_{EPD-A} devem ser obtidos, respectivamente, nas Tabelas 8.7b a 8.7d e 8.3b a 8.3d, conforme o tipo de sistema predominante. O $C_{R,ref}$ deve ser obtido dividindo-se a $CgTR_{ref}$ de toda a edificação, inclusive das zonas atendidas por sistemas unitários e das zonas sem sistema previsto, pelo SPLV de referência desse tipo (Tabela B.II.2). Nas zonas sem sistema previsto, o consumo de refrigeração da condição real também deve ser calculado com esse SPLV de referência.

Caso nenhum tipo de sistema central atinja esse percentual, o CRC_{RD-A} e o CRC_{EPD-A} devem ser obtidos pela média dos coeficientes de cada sistema, ponderada pela carga térmica de refrigeração anual, na condição de referência, das zonas atendidas por cada um deles. Às zonas atendidas por sistemas unitários e às zonas sem sistema previsto aplicam-se as Tabelas 8.7a e 8.3a; a cada tipo de sistema central, as Tabelas 8.7b a 8.7d e 8.3b a 8.3d. O $C_{R,ref}$ é a soma das parcelas de cada sistema, obtidas dividindo-se sua $CgTR_{ref}$ por 3,24, para sistemas unitários e zonas sem sistema previsto, ou pelo SPLV de referência da Tabela B.II.2, para cada tipo de sistema central.

Tabela 8.7b – Coeficiente de redução do consumo de refrigeração da classificação D para a A (CRC_{RD-A}) de **chillers** resfriados a ar

Tipologia	Zona Bioclimática					
	1R e 1M	2R e 2M	3A e 3B	4A e 4B	5A e 5B	6A e 6B
Escritórios	0,64	0,55	0,52	0,42	0,37	0,39
Educacionais	0,58	0,50	0,45	0,37	0,29	0,31
Hospedagem	0,71	0,59	0,55	0,45	0,37	0,38
EAS, exceto hospitais	0,63	0,51	0,47	0,36	0,30	0,32
Varejo e serviços	0,70	0,60	0,56	0,45	0,37	0,39
Serviços de alimentação	0,68	0,55	0,52	0,41	0,32	0,34
Supermercados e mercado	0,70	0,61	0,56	0,46	0,37	0,39
Outros	0,64	0,53	0,50	0,39	0,31	0,34

Tabela 8.7c – Coeficiente de redução do consumo de refrigeração da classificação D para a A (CRC_{RD-A}) de **chillers** resfriados a água

Tipologia	Zona Bioclimática					
	1R e 1M	2R e 2M	3A e 3B	4A e 4B	5A e 5B	6A e 6B
Escritórios	0,66	0,60	0,55	0,47	0,42	0,44
Educacionais	0,61	0,55	0,49	0,42	0,35	0,38
Hospedagem	0,73	0,63	0,58	0,49	0,42	0,43
EAS, exceto hospitais	0,66	0,56	0,51	0,42	0,35	0,38
Varejo e serviços	0,72	0,64	0,59	0,50	0,42	0,44
Serviços de alimentação	0,71	0,60	0,55	0,46	0,38	0,40
Supermercados e mercado	0,72	0,65	0,59	0,51	0,42	0,44
Outros	0,66	0,58	0,54	0,44	0,36	0,40

Tabela 8.7d – Coeficiente de redução do consumo de refrigeração da classificação D para a A (CRC_{RD-A}) de VRF

Tipologia	Zona Bioclimática					
	1R e 1M	2R e 2M	3A e 3B	4A e 4B	5A e 5B	6A e 6B
Escritórios	0,49	0,47	0,45	0,44	0,44	0,44
Educacionais	0,41	0,41	0,39	0,38	0,37	0,38
Hospedagem	0,58	0,52	0,50	0,46	0,44	0,43
EAS, exceto hospitais	0,48	0,43	0,40	0,38	0,38	0,39
Varejo e serviços	0,58	0,54	0,51	0,47	0,44	0,44
Serviços de alimentação	0,56	0,48	0,46	0,42	0,39	0,40
Supermercados e mercado	0,58	0,54	0,51	0,47	0,44	0,44
Outros	0,49	0,45	0,43	0,40	0,38	0,40

8.2.3. 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 8.11.

$$i = \frac{((C_{IL,refD} - C_{IL,refA}) / C_{IL,refD}) \cdot 100}{3} \qquad \textbf{Equação (8.11)}$$

Onde:
i é o valor calculado que representa o intervalo entre as classes, em %;
$C_{IL,refD}$ é o consumo do sistema de iluminação com a classificação D (kWh/ano);
$C_{IL,refA}$ é o consumo do sistema de iluminação com 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 B.III, subitem B.III.4.

Com o valor de "i" deve-se preencher a Tabela 8.8. A classificação de eficiência energética do sistema de iluminação é feita a partir do percentual de redução do consumo do sistema de iluminação da edificação real ($RedC_{IL}$) e a escala resultante. Caso a edificação real apresente $RedC_{IL}$ negativo, sua classificação final será E.

Tabela 8.8 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética para o sistema de iluminação

	$RedC_{IL}$ (%)				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
Classificação de Eficiência	$RedC_{IL} > 3i$	$3i \geq RedC_{IL} > 2i$	$2i \geq RedC_{IL} > i$	$i \geq RedC_{IL} \geq 0$	$RedC_{IL} < 0$

8.2.4. 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.IV, subitem B.IV.1. O limite inferior do percentual de redução ($RedC_{AA}$) para cada intervalo de classificação varia de acordo o tipo de sistema empregado – com ou sem acumulação – conforme a Tabela 8.9. Caso a edificação real apresente $RedC_{AA}$ negativo, sua classificação final será E.

Nota: Edificações que possuem sistemas de aquecimento de água com e sem acumulação devem adotar os limites dos intervalos para a classificação de eficiência energética conforme a Tabela 8.9 considerando-se o tipo do sistema dominante, ou seja, aquele que atender a maior demanda (acima de 50%).

Tabela 8.9 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética de acordo com o tipo de sistema para o aquecimento de água

Sistema	**$RedC_{AA}$ (%)**				
	Classif. A	Classif. B	Classif. C	Classif. D	Classif. E
Com acumulação	$RedC_{AA} > 30$	$30 \geq RedC_{AA} > 20$	$20 \geq RedC_{AA} > 10$	$10 \geq RedC_{AA} \geq 0$	$RedC_{AA} < 0$
Sem acumulação	$RedC_{AA} > 21$	$21 \geq RedC_{AA} > 14$	$14 \geq RedC_{AA} > 7$	$7 \geq RedC_{AA} \geq 0$	$RedC_{AA} < 0$

ANEXO A – TABELAS PARA A CONDIÇÃO DE REFERÊNCIA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS

Neste Anexo são definidos os valores dos parâmetros da edificação para a composição da condição de referência de diferentes tipologias.

A.1. Condições de referência

Nas Tabelas A.1 a A.7 são apresentadas as condições de referência conforme as diferentes tipologias de edificações comerciais:

a) Escritório (Tabela A.1);
b) Educacionais (Tabela A.2);
c) Hospedagem (Tabela A.3);
d) Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), exceto hospitais (Tabela A.4);
e) Varejo e Serviços (Tabela A.5);
f) Supermercados e mercado (Tabela A.6);
g) Serviços de alimentação (Tabela A.7);

Nota 1: A partir desta INI-C podem ser avaliados somente os estabelecimentos assistenciais de saúde, a exemplo das clínicas pequenas e os postos de saúde. Hospitais não podem ser avaliados.

Nota 2: Caso a tipologia a ser avaliada não se encontre nas descrições acima, deve-se adotar os parâmetros descritos na Tabela A.8, assumindo-os como referência, desde que devidamente justificado. Hospitais, edificações cuja atividade principal seja a operação de data centers e edifícios destinados às atividades industriais não podem ser avaliados a partir da aplicação do método da INI-C. A presença de áreas destinadas a data centers não impede a avaliação da edificação, desde que tais áreas representem até 20% da área útil da edificação..

Nota 3: Caso exista mais de uma tipologia em uma mesma edificação (edificações mistas), a avaliação deve ser feita separadamente para cada uma delas, considerando seus valores de referência conforme as tabelas apresentadas, somando-se ao final os seus consumos resultantes.

Nota 4: Quando existente, a avaliação do sistema de aquecimento de água é obrigatória nas tipologias educacionais, de hospedagem, estabelecimentos assistenciais de saúde, e de alimentação. Nas demais tipologias, a avaliação é opcional.

A.2. Elementos construtivos das paredes externas e cobertura

Na Tabela A.9 são apresentados os elementos construtivos e suas respectivas características adotadas nas paredes e cobertura das condições de referência.

Tabela A.1 – Valores de referência para a tipologia de escritório

Uso típico	Edificações de escritórios	
	Condição real	**Condição de referência**
Geometria		
Área (m²)	Condição real	
Orientação solar	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	50
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00
Componentes construtivos		
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{parext} e U_{parint}- Transmitância da parede (W/(m².K))	Condição real	2,39
α_{PAR} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5
CT_{parext} e CT_{parint} - Capacidade térmica(kJ/(m².K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{cob} - Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	2,06
α_{cob} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{piso} Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	3,63
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82
U_{vid} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real	
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	14,1[4]
Ocupação (m²/pessoa)	10,0	
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	15,0	
Horas de ocupação (horas)	10	
Dias de ocupação (N_{ano})[5]	260	
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	24,0	
Condicionamento de ar (aquecimento)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	21,0	
Aquecimento de água	-	
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[7]	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[8]	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C
Temperatura de uso de água quente	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)	
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real	
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, λ=0,03 W/(m.K)
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/(m.K)
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias de semana por ano, excluindo-se os fins de semana. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[6] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um **setpoint** diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo **setpoint** para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Sistema de referência: chuveiro elétrico.

[8] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.2 – Valores de referência para a tipologia educacional

Uso típico	Edificações educacionais			
	Condição real	Condição de referência		
		Educação infantil	Ensino fundamental e médio	Ensino superior
Geometria				
Área (m²)	Condição real			
Orientação solar	Condição real			
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real			
Aberturas				
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	40		
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00		
Componentes construtivos				
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9		
U_{parext} e U_{parint} - Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	2,39		
α_{par} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5		
CT_{parext} e CT_{parint} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	150		
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9		
U_{cob} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	3,63		
A_{cob} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8		
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220		
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9		
U_{piso} Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,06		
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233		
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)		
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82		
U_{vid} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	5,7		
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]		
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]		
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real			
Iluminação e ganhos internos				
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	15,5[4]		
Ocupação (m²/pessoa)	Condição de referência	2,5	1,5	1,5
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	Condição de referência	15,0		
Horas de ocupação (horas)	8			
Dias de ocupação (N_{ano})[5]	200			
Condicionamento de ar (refrigeração)				
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24		
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	24,0			
Condicionamento de ar (aquecimento)				
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24		
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	21,0			
Aquecimento de água				
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[7]	Condição real	0,95		
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[8]	Condição real	0,85		
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C		
Temperatura de uso de água quente	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)			
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real			

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, λ=0,03 W/(m.K)
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/(m.K)
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano, excluindo-se os meses de férias, feriados nacionais e fins de semana. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[6] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um **setpoint** diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo **setpoint** para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Sistema de referência: chuveiro elétrico

[8] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.3 – Valores de referência para a tipologia de hospedagem

Uso típico	Edificações de hospedagem	
	Condição real	**Condição de referência**
Geometria		
Área (m²)	Condição real	
Orientação solar	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	45
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00
Componentes construtivos		
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{parext} e U_{parint} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,39
α_{par} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5
CT_{par} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{cob} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,06
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{piso} Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	3,63
α_{piso} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82
U_{vid} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real	
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	15,7[4]
Densidade de ocupação (m²/pessoa)	Condição de referência	18,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	10,0	
Horas de ocupação (horas)	12,0	
Dias de ocupação (N_{ano}) [5]	365	
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	24,0	
Condicionamento de ar (aquecimento)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	21,0	
Aquecimento de água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[7]	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[8]	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C
Temperatura de uso de água quente	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)	
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real	
Perdas na tubulação – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0

Uso típico	Edificações de hospedagem	
	Condição real	**Condição de referência**
Perdas da 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, λ=0,03 W/(m.K)
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/(m.K)
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base no total de dias dentro de um ano. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[6] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um **setpoint** diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo **setpoint** para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Sistema de referência: chuveiro elétrico

[8] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.4 – Valores de referência para a tipologia de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), exceto hospitais

Uso típico	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde	
	Condição real	**Condição de referência**
Geometria		
Área (m²)	Condição real	
Orientação solar	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	30
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00
Componentes construtivos		
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{parext} e U_{parint} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,39
α_{par} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5
CT_{parext} e CT_{parint} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{cob} - Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	2,06
α_{cob} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{piso} Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	3,63
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82
U_{vid} - Transmitância do vidro (W/(m².K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real	
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de Potência de Iluminação (W/m²)	Condição real	13,6[4]
Ocupação (m²/pessoa)	5,0	
DPE - Densidade de Potência de Equipamentos (W/m²)	40,0	
Horas de ocupação (horas)	12	
Dias de ocupação (N_{ano})[5]	365	
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C) [6]	24,0	
Condicionamento de ar (aquecimento)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C) [6]	21,0	
Aquecimento de água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[7]	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[8]	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C
Temperatura de uso de água quente (°C)	38 °C (norte e nordeste) 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,

		λ=0,03 W/m.K
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/m.K
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base no total de dias dentro de um ano. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[5] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um setpoint diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo setpoint para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Sistema de referência: chuveiro elétrico

[8] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.5 – Valores de referência para a tipologia de varejo e serviços

Uso típico	Edificações de varejo	
	Condição real	**Condição de referência**
Geometria		
Área (m²)	Condição real	
Orientação solar	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	60 na fachada principal, e 5 nas demais
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00
Componentes construtivos		
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{parext} e U_{parint} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,39
α_{par} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5
CT_{parext} e CT_{parint} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{cob} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,06
α_{cob} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{piso} Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	3,63
α_{piso} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82
U_{vid} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real	
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	20,0[4]
Ocupação (m²/pessoa)	5,0	
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	5,0	
Horas de ocupação (horas)	12	
Dias de ocupação (N_{ano})[5]	300	
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	24,0	
Condicionamento de ar (aquecimento)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	21,0	
Aquecimento de água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[7]	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[8]	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C
Temperatura de uso de água quente (°C)	38 °C (norte e nordeste) 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, λ=0,03 W/m.K
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/m.K
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano, excluindo-se os domingos. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[6] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um **setpoint** diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo **setpoint** para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Sistema de referência: chuveiro elétrico

[8] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.6 – Valores de referência para a tipologia de supermercados e mercado

Uso típico	Edificações de varejo	
	Condição real	**Condição de referência**
Geometria		
Área (m²)	Condição real	
Orientação solar	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	60 na zona da fachada principal, e 10 nas demais
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00
Componentes construtivos		
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{parext} e U_{parint} - Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	2,39
α_{par} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5
CT_{parext} e CT_{parint} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{cob} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	3,63
α_{cob} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{piso} Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,06
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82
U_{vid} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real	
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	16,3[4]
Ocupação (m²/pessoa)	5,0	
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	5,0	
Horas de ocupação	12	
Dias de ocupação (N_{ano})[5]	350	
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	24,0	
Condicionamento de ar (aquecimento)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	21,0	
Aquecimento de água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[7]	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[8]	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C
Temperatura de uso de água quente (°C)	38 °C (norte e nordeste) 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, λ=0,03 W/m.K
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/m.K
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[6] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um **setpoint** diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo **setpoint** para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Sistema de referência: chuveiro elétrico

[8] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.7 – Valores de referência para –a tipologia de serviços de alimentação

Uso típico	Restaurantes	
	Condição real	**Condição de referência**
Geometria		
Área (m²)	Condição real	
Orientação solar	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	40
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00
Componentes construtivos		
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{parext} e U_{parint} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,39
α_{par} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5
CT_{parext} e CT_{parint} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{cob} - Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	2,06
α_{cob} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{piso} Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	3,63
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82
U_{vid} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real	
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	13,9[4]
Ocupação (m²/pessoa)	5,0	
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	40,0 (cozinha) 5,0 (demais áreas)	
Horas de ocupação	8	
Dias de ocupação (N_{ano})[5]	350	
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	24,0	
Condicionamento de ar (aquecimento)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	21,0	
Aquecimento de água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[7]	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[8]	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C
Temperatura de uso de água quente (°C)	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)	
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real	

Uso típico	Restaurantes	
	Condição real	Condição de referência
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, λ=0,03 W/m.K
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/m.K
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[6] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um setpoint diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo setpoint para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Sistema de referência: chuveiro elétrico

[8] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.8 – Valores de referência para edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente

Uso típico	Edificações não descritas nas condições de referência	
	Condição real	Condição de referência
Geometria		
Área (m²)	Condição real	
Orientação solar	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)[1]	Condição real	60
PAZ - Percentual de área de abertura zenital (%)	Condição real	0,00
Componentes construtivos		
Paredes externas e internas	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{parext} e U_{parint} - Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	2,39
α_{par} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,5
CT_{parext} e CT_{parint} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{cob} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	2,06
α_{cob} - Absortância (adimensional)	Condição real	0,8
CT_{cob} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	233
Piso	Condição real	Conforme Tabela A.9
U_{piso} Transmitância térmica(W/(m².K))	Condição real	3,63
CT_{piso} - Capacidade térmica (kJ/(m².K))	Condição real	220
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor (6 mm)
FS – Fator solar (adimensional)	Condição real	0,82
U_{vid} - Transmitância térmica (W/(m².K))	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0[2]
AOV - Ângulo de obstrução da vizinhança (°)[3]	Condição real	
Iluminação e ganhos internos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	15[4]
Ocupação (m²/pessoa)	10,0[7]	
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)	*40,0	
Horas de ocupação (horas)	12[7]	
Dias de ocupação (N_{ano})[5]	300[7]	
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	24,0	
Condicionamento de ar (aquecimento)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	3,24
Temperatura **setpoint** (°C)[6]	21,0	
Aquecimento de Água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação[8]	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação[9]	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento	Condição real	50 °C
Temperatura de uso de água quente (°C)	38 °C (norte e nordeste) 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, λ=0,03 W/m.K

Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, λ=0,03 W/m.K
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real	

[1] Nas zonas térmicas em que o PAF for zero na condição real, deve-se adotar zero na condição de referência; nas demais zonas térmicas, deve-se adotar o valor da edificação real, e o valor tabelado na condição de referência, sempre por zona térmica.

[2] Somente nos casos de ângulos provenientes do autossombreamento: o ângulo a ser considerado deve ser o mesmo para a condição real e condição de referência.

[3] A utilização do ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) é opcional.

[4] Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória no caso da utilização do método do edifício completo (Subitem B.III.4.1). Para o método da atividade dos edifícios e potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classificação D.

[5] Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano. Esta estimativa de dias ao ano deve ser utilizada no cálculo do consumo de energia dos sistemas de iluminação artificial (C_{IL}), de aquecimento de água (C_{AAE} e C_{AAT}) e de equipamentos (C_{EQ}).

[6] Caso exista a necessidade de a edificação operar com um **setpoint** diferente, deverá ser entregue uma carta de justificativa ao OIA, seguindo-se então com o método de simulação; nestes casos, deve-se utilizar o mesmo **setpoint** para a edificação real e sua condição de referência.

[7] Tipologias não descritas anteriormente, em casos excepcionais, podem ter seus parâmetros de ocupação, horas de ocupação e dias de ocupação (N_{ano}) adaptados de acordo com o uso previsto para a edificação. Nestes casos, deve-se entregar carta de justificativa ao OIA, e utilizar o mesmo valor definido na edificação real e sua condição de referência.

[8] Sistema de referência: chuveiro elétrico

[9] Sistema de referência: **boiler** elétrico.

* Edificações com tipologia não descrita anteriormente podem ter sua DPE estimada por meio de projeto, devendo ser o valor da condição real e de referência iguais. Nesse caso, o projetista deve entregar para o OIA memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT) comprovando o valor utilizado. Caso não for possível estimar este valor por meio de projeto, deve-se adotar o valor pré-determinado da tabela.

Tabela A.9 – Elementos construtivos e suas respectivas características

	e (cm)	λ (W/(m.K))	ρ (kg/m³)	c (kJ/(kg.K))	Rt ((m².K)/W)	Ut (W/(m².K))	CTt (kJ/(m².K))
Parede externa							
Componente 1 (externo)	2,50	1,15	2000	1,00	0,022	2,39	150
Componente 2	1,34	0,90	1600	0,920	0,015		
Câmara de ar	6,32	0,364	-	-	0,175		
Componente 2	1,34	0,90	1600	0,920	0,015		
Componente 3 (interno)	2,50	1,15	2000	1,00	0,022		
Piso							
Componente 4	10,0	1,75	2200	1,00	0,0571	3,63	220
Cobertura							
Componente 5	0,800	0,950	1900	0,840	0,0084	2,06	233
Câmara de ar (> 5 cm)	25,0	1,190	-	-	0,2100		
Componente 6	10,0	1,75	2200	1,00	0,0571		

* e – espessura (cm);
* λ – condutividade térmica (W/(m.K));
* ρ – peso específico aparente (kg/m³);
* c – calor específico (kJ/kgK);
* Rt – resistência térmica total ((m².K)/W);
* Ut – transmitância térmica total (W/(m².K));
* CTt – capacidade térmica total (kJ/(m².K)).

Nota: Nas paredes internas, e para a avaliação pelo método simplificado, as características térmicas consideradas estão restritas a parede “leve” ou “convencional”. No caso da parede leve, o valor da transmitância térmica considerado deve ser de 0,47 W/m².K e capacidade térmica de 23,55 kJ/m².K; para a parede convencional, a transmitância térmica considerada deve ser de 2,26 W/m².K, e capacidade térmica de 66,25 kJ/m².K.

ANEXO B – MÉTODO SIMPLIFICADO

Este Anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para a determinação do consumo energético dos sistemas individuais inerentes às edificações comerciais, de serviços e públicas a partir da utilização do método simplificado.

O método descrito por este Anexo aplica-se somente às edificações que atendem aos critérios definidos no item 6, subitem 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.

A partir do método simplificado deste Anexo, a edificação é avaliada sob duas condições: a condição real, com as características reais da edificação; e a condição de referência, com as características listadas nas tabelas do Anexo A desta Instrução Normativa Inmetro.

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

ANEXO B.I – ENVOLTÓRIA

Neste Anexo são descritos os critérios para a avaliação da eficiência energética da envoltória de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à determinação da carga térmica total anual para refrigeração.

A partir deste método, podem ser avaliadas as edificações condicionadas artificialmente, edificações que alternam entre o uso da ventilação natural e o condicionamento artificial (ventilação híbrida), e edificações totalmente ventiladas naturalmente.

São descritos, ainda, os procedimentos para a determinação do percentual de redução da carga térmica total anual para a classificação da envoltória (RedCgTT), o que é feito comparando-se a carga térmica total anual da edificação real com a condição de referência.

B.I.1. Determinação do percentual de redução da carga térmica total anual

A determinação do percentual de redução da carga térmica total anual da edificação em suas condições real e de referência para a classificação da envoltória (RedCgTT) deve ser realizada a partir dos valores de carga térmica total anual da edificação em sua condição real ($CgTT_{real}$), e condição de referência ($CgTT_{refD}$), seguindo-se a Equação B.I.1.

$$\mathrm{RedCgTT} = ((\mathrm{CgTT_{refD}} - \mathrm{CgTT_{real}}) / \mathrm{CgTT_{refD}}) \cdot 100 \qquad \textbf{Equação (B.I.1)}$$

Onde:
RedCgTT é o percentual de redução da carga térmica total anual da envoltória (%);
$CgTT_{refD}$ é a carga térmica total anual da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);
$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual da edificação real (kWh/ano).

B.I.2. Determinação da carga térmica total anual da edificação

O desempenho térmico da edificação deve ser avaliado por meio da carga térmica total anual (CgTT) da edificação na sua condição real ($CgTT_{real}$) e condição de referência ($CgTT_{refD}$).

Para a condição real, a carga térmica total anual deve ser calculada a partir do somatório das cargas térmicas de refrigeração anual ($CgTR_{real}$ em kWh/ano), considerando todas as zonas térmicas condicionadas artificialmente.

Caso seja considerado o aproveitamento da ventilação natural, deve-se computar a fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação (FH_{desc}). Nesse caso, a carga térmica total anual da edificação real deve ser calculada por meio da Equação B.I.2.

$$\mathrm{CgTT_{real}} = \mathrm{CgTR_{real}} \cdot \mathrm{FH_{desc}} \qquad \textbf{Equação (B.I.2)}$$

Onde:
$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual da edificação real (kWh/ano);
$CgTR_{real}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação real (kWh/ano);
FH_{desc} é a fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação.

Para a condição de referência, a carga térmica total ($CgTT_{refD}$) deve ser equivalente ao valor da carga térmica de refrigeração anual ($CgTR_{refD}$) da edificação em sua condição de referência.

A carga térmica de refrigeração anual da edificação na condição real e de referência deve ser determinada conforme o item B.I.2.2; a fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação para os casos em que há o aproveitamento da ventilação natural, conforme o item B.I.2.3.

B.I.2.1. Condições gerais

Incluem-se, de maneira especial, considerações específicas para alguns tipos de edificações:

a) A avaliação da envoltória de edificações que possuem volume único deve ser realizada de acordo com as tipologias contidas neste volume. A avaliação da carga térmica total anual deve ser feita separadamente para cada uma delas, considerando seus valores de referência conforme as tabelas de tipologias do Anexo A, e somadas ao final para a classificação;
b) Ao avaliar uma edificação composta por blocos conectados, cada bloco deve ter sua carga térmica total anual determinada separadamente, gerando-se assim uma classificação para cada bloco.

B.I.2.2. Edificações condicionadas artificialmente

A estimativa da carga térmica de refrigeração anual baseia-se em um metamodelo de análise que utiliza redes neurais artificiais para as 12 cidades representativas da ABNT NBR 15220-3, em sua versão vigente, mais as capitais brasileiras. Para as demais cidades, a avaliação pelo método simplificado deve ser realizada utilizando-se o clima representativo de sua respectiva zona bioclimática (ver ABNT 15220-3, em sua versão vigente; ou, mapa interativo do zoneamento bioclimático brasileiro).

A carga térmica de refrigeração anual (CgTR) deve ser determinada com base nos parâmetros construtivos físicos, geométricos e de carga interna da edificação. A partir da definição da tipologia da edificação (que deve seguir as tabelas do Anexo A), a edificação deve ser dividida em zonas térmicas de análise, conforme o subitem B.I.2.2.1.

Para cada zona térmica devem ser estipulados os parâmetros de entrada para o metamodelo considerando a edificação em sua condição real, e em sua condição de referência, conforme subitem B.I.2.2.2.

Os valores definidos para cada um dos parâmetros de entrada, e para cada zona térmica de análise, devem ser inseridos na interface do metamodelo, que considera 260 dias de análise. A interface do metamodelo está disponível em disponível em<https://pbeedifica.com.br/interface-ini-c/>, e resulta no valor de

densidade de carga térmica para refrigeração (DCgTR, em kWh/m²) e na carga térmica de refrigeração anual (CgTR, em kWh/ano) por zona.

B.I.2.2.1. Divisão das zonas térmicas

As zonas térmicas devem ser divididas de tal forma que estas se mantenham homogêneas no balanço térmico. A delimitação das zonas térmicas deve ser definida a partir da face interna da parede externa, podendo englobar vários ambientes. Nestes casos, não se deve descontar as áreas de paredes internas que dividem os ambientes da área determinada para a zona térmica.

O procedimento para a divisão de zonas térmicas deve seguir as seguintes etapas:

a) Exclusão de APTs não condicionadas: estas áreas devem ser desconsideradas da avaliação. Caso existam APTs (circulações, halls de entrada, entre outros) condicionadas, estas devem ser incluídas no zoneamento térmico para avaliação.

   Nota 1: APPs não condicionadas devem ser avaliadas utilizando o item B.I.2.3, ou o método de simulação (C.I). Caso estes métodos não sejam utilizados, estas zonas térmicas devem ser avaliadas utilizando-se um sistema de condicionamento de ar presumido.

b) Delimitação de zonas térmicas perimetrais e internas: as zonas térmicas devem ser separadas considerando zonas perimetrais (aquelas que recebem a influência do ambiente externo) e zonas internas, conforme exemplifica a Figura B.I.1.
c) As zonas térmicas perimetrais devem incluir toda a área que se encontra a 4,50 m de profundidade em relação à face interna da parede voltada ao exterior.

   Nota 2: Pode-se adotar uma tolerância de até 1,0 m, totalizando 5,5 m de profundidade, sempre que o restante do espaço analisado for pequeno demais para ser tornar uma nova zona térmica.

d) Quando a largura ou o comprimento do espaço analisado for inferior a 9,00 m, tem-se apenas zonas perimetrais, como no exemplo da Figura B.I.2, no qual o comprimento do ambiente analisado é igual a 8,00 m e a largura 16,00 m.

   Nota 3: Zonas térmicas localizadas em subsolos devem ser consideradas como zonas internas. Para os casos em que o subsolo seja semienterrado, o percentual de parede exposta é que definirá o tipo de zona térmica. Caso mais de 50% da parede externa esteja enterrada (em contato com o solo), deve-se considerar a zona como interna. Caso 50% ou mais da parede externa esteja exposta ao ar externo, deve-se considerar a zona como perimetral.

e) Orientação: cada zona térmica deve conter apenas uma orientação solar (N, NE, L, SE, S, SO, O ou NO). Portanto, as zonas térmicas perimetrais que contenham paredes externas com orientações diferentes devem ser divididas, conforme exemplifica a Figura B.I.1.
f) Tipo e/ou especificações técnicas do sistema de condicionamento de ar: cada zona térmica deve conter apenas um tipo de sistema (sistemas unitários, sistema central ou sistema presumido). Portanto, as zonas térmicas devem ser dividas de acordo com os APPs que possuam sistemas distintos.

   Nota 4: APPs em que há a possibilidade do uso da ventilação natural para resfriamento passivo dos ambientes e que, comprovadamente por meio do método de simulação computacional, tenham horas ocupadas em conforto térmico, devem ser divididos das APPs 100% condicionadas artificialmente. Assim, para a avaliação é possível reduzir o percentual de horas ocupadas em conforto (PHOCT) do valor final da carga térmica de refrigeração (CgTR) destes ambientes. A análise do PHOCT deve ser feita pelo método de simulação e depois descontado da carga térmica;

portanto, este é um passo de divisão de zonas térmicas que pode ser adotado somente na aplicação do método de simulação para ventilação natural.

g) Uso da zona térmica em função da tipologia: cada zona térmica deve corresponder a um único uso principal, definido em função das tipologias do Anexo A. A atribuição do uso da zona térmica determina as cargas internas da condição real e de referência, e devem corresponder à previsão de uso do ambiente.

   Exemplo 1: em hotéis que contenham restaurantes, a área referente ao restaurante deve corresponder a uma zona térmica diferente daquelas das suítes. O uso atribuído ao restaurante será o da tipologia de "Serviços de alimentação", enquanto as suítes serão "Hospedagem".
   Exemplo 2: Em edifícios de escritórios que contenham comércio, a área referente às lojas deve corresponder a uma zona térmica diferente daquelas das salas de escritório. O uso atribuído às lojas será o da tipologia de "Varejo e serviços", enquanto as salas serão "Escritórios".

h) Pé-direito: aplica-se as áreas com mezaninos e pé-direito duplo. Nestes casos, as zonas térmicas devem ser dividas de acordo com a altura do pé-direito de cada trecho.

   Nota 5: O pé-direito de zonas térmicas com pé-direito variável (cobertura inclinada) pode ser simplificado utilizando-se um valor médio, de forma que o volume da zona térmica seja mantido.

i) Contato com o solo: a zona térmica deve ser dividida quando existir diferentes condições de contato (ou não) com o solo em um mesmo pavimento.
j) Condição de exposição da cobertura: a zona térmica deve ser dividida se houverem trechos da cobertura em contato com o exterior.

   Nota 6: as condições indicadas nas alíneas "i" e "j" correspondem à identificação de pavimentos conforme descrito na Tabela B.I.1.

Figura B.I.1 – Exemplificação do processo de divisão das zonas térmicas: separação de zonas térmicas em perimetrais (zonas 1 a 4), e zona interna (zona 5)

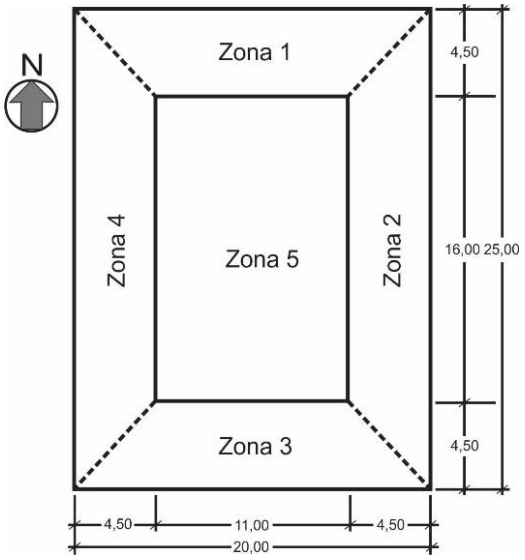


Figura B.I.2 – Exemplificação do processo de divisão das zonas térmicas: separação de zonas térmicas em um caso onde todas as zonas são perimetrais

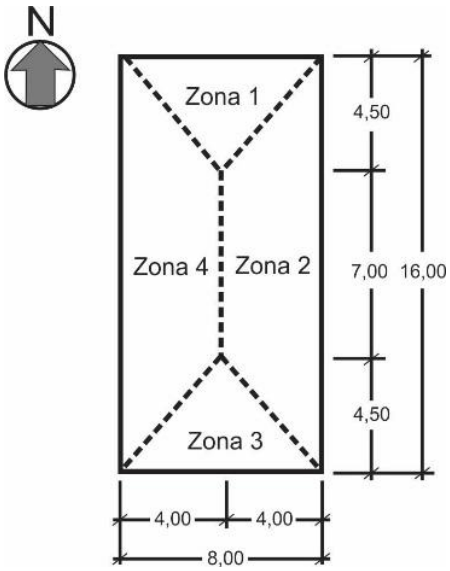


Tabela B.I.1 – Identificação de pavimentos conforme o tipo de exposição do piso e da cobertura da zona térmica

PISO	COBERTURA	PAVIMENTO
Em contato com o solo	Exposta	Térreo (único pavimento)
Em contato com o exterior	Exposta	Pilotis (único pavimento)
Em contato com o solo	Não exposta	Térreo (mais pavimentos acima)
Em contato com o exterior	Não exposta	Pilotis (mais pavimentos acima)
Entre pavimentos	Não exposta	Intermediário
Entre pavimentos	Exposta	Cobertura

A combinação entre zonas térmicas é possível para os seguintes casos:

a) Quando duas zonas possuem o mesmo tipo de sistema de condicionamento térmico (naturalmente ventilado ou híbrido, sistema unitário, sistema central ou sistema presumido), ainda que apresentem condições térmicas de uso distintas ou propriedades de balanço térmico diferentes, sendo que a menor zona pode ser incorporada à uma zona adjacente maior, desde que a sua área seja de, no máximo, 20% da área total resultante da soma das duas zonas. Nessa situação, aplicam-se à zona combinada as condições térmicas de uso da zona adjacente maior.

b) Quando houver uma zona térmica com área igual ou inferior a 5 m². Esse procedimento é permitido mesmo que a zona térmica menor e a sua zona adjacente pertençam a tipologias distintas ou apresentem combinações diferentes de sistemas e condições de equilíbrio térmico. Nesses casos, adotam-se para a zona combinada a tipologia, a combinação de serviços e as condições térmicas de uso da zona adjacente. Quando houver mais de uma zona adjacente, utiliza-se aquela cujas condições de uso e/ou combinação de serviços mais se aproximam das características da zona térmica menor (até 5 m²).

B.I.2.2.2. Determinação dos parâmetros de entrada

Referem-se às propriedades térmicas e geométricas da envoltória, determinando a carga térmica de refrigeração anual para a condição real ($CgTR_{real}$) e de referência ($CgTR_{refD}$) da edificação nas áreas condicionadas artificialmente.

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, definidos conforme o catálogo de propriedades térmicas da página do PBE Edifica, disponibilizado em <www.pbeedifica.com.br/catalogodepropriedades>.

Os parâmetros de entrada para o cálculo da carga térmica interna de refrigeração devem ser referentes à cada uma das zonas térmicas de análise, e estão listados abaixo:

- Área da zona térmica (m²);
- Pé-direito (m);
- Tipo de zona térmica:
  - Perimetral; ou
  - Interna;
- Condição de exposição de piso e cobertura:
  - Térreo (único pavimento);
  - Pilotis (único pavimento);

- Térreo (mais pavimentos acima);
- Pilotis (mais pavimentos acima);
- Intermediário;
- Cobertura;

— Orientação solar, conforme definições do item 4:
- Norte - N;
- Nordeste - NE;
- Leste - L;
- Sudeste - SE;
- Sul - S;
- Sudoeste - SO;
- Oeste - O;
- Noroeste – NO;

— Uso da zona térmica em função da tipologia. O uso atribuído definirá os valores das alíneas “g”, “h”, “i”, “j” e “k”;
— Ocupação, definido a partir do uso da zona térmica (m²/pessoa);
— Horas de ocupação por dia, definido a partir do uso da zona térmica (horas);
— Dias de ocupação por ano, definido a partir do uso da zona térmica (Nano);
— Densidade de Potência de Equipamentos, DPE, definido a partir do uso da zona térmica (W/m²);
— Carga interna de iluminação:
- Densidade de potência iluminação, DPI, definida a partir do uso da zona térmica; ou
- Densidade de potência de iluminação em uso, DPI_U, conforme subitem B.I.2.2.2.2 (W/m²);

— Transmitância térmica do vidro, cobertura e paredes externas e internas (W/(m².K));
— Capacidade térmica da cobertura e paredes externas e internas (kJ/(m².K)).
— Absortância solar da cobertura e paredes externas, ver subitem B.I.2.2.2.3;
— Fator solar do vidro;
— Percentual de área de abertura na fachada da zona térmica, PAF;
— Ângulos de sombreamento: AHS, AVS e AOV, ver subitem B.I.2.2.2.4.

Zonas com diferentes tipos de vidro, composição de paredes e coberturas, bem como ângulos de sombreamento (além de outros parâmetros não classificados como definidores de zona), devem ter seus respectivos valores ponderados pela área de superfície do parâmetro da zona térmica em análise.

B.I.2.2.2.1. Densidade de potência de equipamentos

A densidade de potência de equipamentos deve ser adotada conforme a tipologia da edificação, descrita nas tabelas do Anexo A. É aceitável definir valores de DPE conforme projeto, ou por levantamento físico em cada ambiente da edificação real a ser analisada. Uma vez definido o valor da DPE, este deve ser igual para a condição real e de referência.

Nota: Caso sejam adotados valores de DPE não tabelados, estes devem estar de acordo com a definição da variável descrita no subitem 4.34, devendo ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

B.I.2.2.2.2. Densidade de potência de iluminação

A densidade de potência de iluminação (DPI) deve ser definida conforme projeto, ou por levantamento físico nas áreas avaliadas. Para a avaliação da envoltória, a DPI da edificação real deve resultar de um valor único, relativo à potência total instalada na área iluminada total da edificação a ser avaliada, devendo

este ser adotado em todas as zonas térmicas. A DPI da condição de referência é fixa, devendo ser definida conforme as tabelas da tipologia da edificação (Anexo A).

Caso o aproveitamento da iluminação natural seja computado, ou verifique-se o uso de outro tipo de controle automatizado, a redução na potência pode ser adotada para o cálculo da densidade de potência de iluminação (DPI), o que deve ser feito apenas para a condição real.

A densidade de potência de iluminação instalada total da edificação (DPI_T) resulta da divisão entre a potência de iluminação total instalada e a área iluminada total da edificação, de acordo com a Equação B.I.3.

$$\mathrm{DPI_T} = \frac{\mathrm{PI_T}}{\mathrm{AI_T}} \qquad \textbf{Equação (B.I.3)}$$

Onde:
DPI_T é a densidade de potência instalada total da edificação (W/m²);
PI_T é a potência de iluminação instalada total da edificação, sem controle automatizado (W);
AI_T é a área iluminada total da edificação (m²).

Nota: Tratando-se da avaliação geral da edificação, ou de avaliações parciais que contemplem o sistema de iluminação, a DPI será a da edificação real. Tratando-se de avaliações parciais que não contemplem o sistema de iluminação, deve-se adotar a DPI de referência, conforme as tipologias descritas no Anexo A.

B.I.2.2.2.3. Absortância solar da cobertura e paredes externas

A absortância solar a ser considerada em cada zona térmica deve ser determinada por meio de um valor médio referente às absortâncias de cada parcela das paredes externas, ou cobertura, conforme projeto arquitetônico, e ponderadas pelas áreas que ocupam em relação à área total da superfície.

Nota 1: Deve-se utilizar os valores da NBR 15220 - Parte 2, ou aqueles fornecidos pelo fabricante, ou os valores resultantes de medições realizadas de acordo com as normas ASTM E1918-06, ASTM E903-96, ASHRAE 74-1988 ou, ainda, os valores fornecidos pelo catálogo de propriedades térmicas da página do PBE Edifica, disponibilizado em <www.pbeedifica.com.br/catalogodepropriedades>.

Não devem fazer parte da ponderação de áreas para o cálculo da absortância as fachadas construídas na divisa do terreno, desde que encostadas em outra edificação.

As superfícies sombreadas por coletores ou painéis solares paralelos à superfície da cobertura, bem como painéis fotovoltaicos com afastamento mínimo de 5 cm entre o painel e a superfície de apoio devem ser avaliadas com o valor de absortância solar equivalente a 0,2. Caso o afastamento mínimo não seja cumprido, deve-se considerar a absortância igual a 0,8.

Nota 2: Painéis fotovoltaicos com afastamento mínimo de 5 cm entre o painel e a superfície de apoio não devem ser considerados no cálculo de transmitância térmica. Caso o afastamento mínimo não seja cumprido, a resistência térmica da câmara de ar formada entre o painel e a superfície da cobertura pode ser considerada no cálculo da transmitância térmica, sendo determinada conforme a ABNT NBR 15220-2, em sua versão vigente.

Áreas de coberturas com teto verde, bem como telhas cerâmicas não esmaltadas e piscinas devem ser avaliadas com valor de absortância solar de 0,2.

Áreas de fachada com vidro em frente à parede devem ser avaliadas considerando-se o valor de absortância solar de 0,8.

Nota 3: No caso de piscinas localizadas em coberturas, a transmitância térmica deve ser calculada desconsiderando-se a porção relativa à água; ou seja, a partir da laje da piscina.

B.I.2.2.2.4. Ângulos de sombreamento

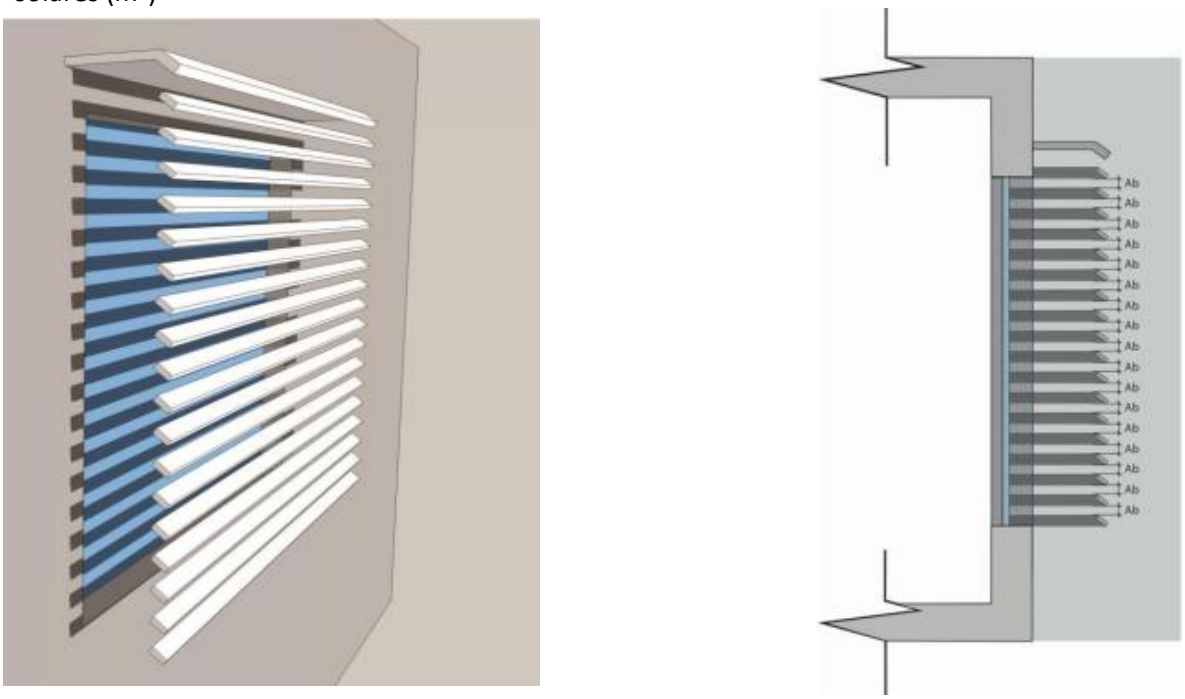
Devem ser definidos valores únicos de AHS e AVS para cada zona térmica a ser analisada, baseando-se nas seguintes orientações:

- No caso de zonas térmicas com mais de uma abertura, , e um mesmo elemento de sombreamento, o AHS e o AVS devem ser obtidos considerando o conjunto de todas as aberturas existentes, dispensando a ponderação por área. Quando esta simplificação for inviável, o AHS e AVS devem ser calculados para cada abertura, e depois ponderados considerando-se a área total de abertura da zona térmica;
- Ângulos de sombreamento formados pelo recuo da abertura na parede não devem ser considerados no cálculo do AVS e AHS;
- Sistemas de proteção solar vazados, formados por placas com aletas paralelas, devem ter estabelecida uma relação entre a altura (para AVS) ou profundidade (para AHS) da aleta e o vão entre estas aletas. A razão entre a altura (ou profundidade) e o vão é o fator de correção a ser multiplicado pelo AVS ou AHS. Fatores de correção maiores que um, adotar um;
- Proteções solares móveis deverão ser consideradas como elementos fixos com ângulo de sombreamento máximo possível de ser obtido para inserção no cômputo da ponderação dos ângulos;
- Nas aberturas com sistemas de proteção solar paralelos à fachada, e com sua parte superior fechada, independentemente da distância da proteção solar ao plano envidraçado, deve-se considerar como área de abertura envidraçada para o cálculo do PAF o somatório das áreas de aberturas (Ab), vistas ortogonalmente por meio da proteção solar. Neste caso, o ângulo de sombreamento não será considerado para o cálculo do AVS e AHS, aplicando-se zero na ponderação do ângulo de sombreamento (ver Figura B.I.3).

Nota 1: O AHS ou AVS gerado pelo formato da edificação (ex.: edificações em L ou U, varandas, entre outros) são caracterizados como autossombreamento e, portanto, devem ter o mesmo valor nas condições real e de referência.

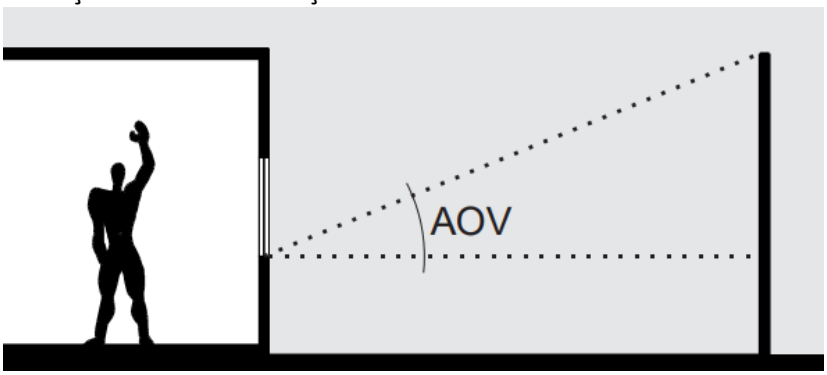
Nota 2: As aberturas com sistemas de proteção solar paralelos à fachada, e com sua parte superior parcial ou totalmente aberta, devem ser avaliadas pelo método de simulação. Caso deseje-se prosseguir com a avaliação pelo método simplificado, tais elementos de sombreamento não devem ser considerados (AVS igual a zero).

Figura B.I.3 – Representação gráfica de uma abertura em corte com um elemento de proteção solar paralelo à fachada. Na figura, o termo “Ab” refere-se à área de abertura vista ortogonalmente por meio das proteções solares (m²)



O ângulo de obstrução da vizinhança (AOV) deve ser determinado com base na definição incluída no item 4, e conforme indicado na Figura B.I.4. Além disso, a obstrução da vizinhança só deve ser considerada nos cálculos se sua largura, paralela à abertura, for maior que a distância formada pelas linhas que partem de cada extremidade da abertura em planta, formando um ângulo de 45° em relação à mesma. Caso existam várias aberturas em uma mesma zona térmica, e diferentes valores de AOV, deve-se adotar o menor valor como entrada para a interface.

Figura B.I.4 – Representação do AOV em relação à abertura da zona térmica.



Fonte: Versage (2015).

B.I.2.2.2.5. Percentual de área de abertura na fachada da zona térmica

O cálculo do PAF deve ser realizado considerando as seguintes orientações:

- Zonas térmicas que contenham paredes internas em contato perpendicular com a parede externa devem incluir a espessura destas paredes no cálculo da área total de fachada;
- Zonas térmicas que contenham forro com cortineiros e/ou sancas no perímetro da parede externa devem desconsiderar esses elementos, adotando o pé-direito total no cálculo da área de fachada.

B.I.2.3. Edificações ventiladas naturalmente ou híbridas

Edificações totalmente ventiladas naturalmente, ou que funcionam a partir da combinação entre a ventilação natural e condicionamento artificial de ar (ventilação híbrida), devem ser analisadas em função do percentual de horas ocupadas em conforto térmico durante o uso da ventilação natural (PHOCT).

a) A estimativa do percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) deve ser, preferencialmente, obtida por meio de simulação computacional, seguindo os procedimentos descritos no Anexo C.I. Alternativamente, o PHOCT poderá ser estimado de forma simplificada por meio dos métodos: Uso de valores simplificados estabelecidos na Tabela B.I.2, para as tipologias e condições de aplicação previstas neste Anexo; ou
b) Uso de ferramenta externa disponibilizada no site do PBE Edifica e validada pelo CGIEE, destinada à operacionalização do método simplificado de avaliação do aproveitamento da ventilação natural, conforme orientações e limites de aplicação nela estabelecidos.

Nas edificações destinadas às tipologias de Escritórios, Educacionais e Estabelecimentos Assistenciais de Saúde de Atenção Primária, poderá ser adotado um valor de PHOCT conforme a Tabela B.I.2, desde que sejam atendidos cumulativamente os seguintes requisitos:

a) A edificação deve ser composta por uma única tipologia;
b) A edificação deve possuir uma DPI menor que a de referência;
c) As zonas térmicas da edificação devem apresentar os parâmetros destacados abaixo com valores inferiores ou iguais aos da condição de referência (Anexo A):
    - Transmitância térmica das paredes (U_{par}) e cobertura (U_{cob}),
    - Absortância solar das paredes (α_{par}) e coberturas (α_{cob});
d) As aberturas devem possibilitar a abertura para ventilação natural, apresentando fator de ventilação (FV) ≥ 45%;
e) Nos pavimentos objeto de avaliação, deve-se garantir a ventilação cruzada;

Nota 1: Entende-se por ventilação cruzada a disposição de aberturas para ventilação natural em mais de uma orientação (faces adjacentes ou opostas), de modo a promover o fluxo de ar contínuo e eficiente.

Nota 2: São considerados EAS de Atenção Primária as Unidades Básicas de Saúde (USB), Unidades de Saúde da Família (USF), postos de saúde e os Centros de Atenção Psicossocial (CAPS I).

Tabela B.I.2 – Percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) por tipologia e zona bioclimática

<table>
<tr><th>Zona Bioclimática</th><th>Escritórios</th><th>Educacional</th><th>EAS - Atenção Primária</th></tr>
<tr><td>1R</td><td>61%</td><td>44%</td><td>33%</td></tr>
<tr><td>1M</td><td>53%</td><td>31%</td><td>37%</td></tr>
<tr><td>2R</td><td>26%</td><td>27%</td><td>26%</td></tr>
<tr><td>2M</td><td>34%</td><td>14%</td><td>20%</td></tr>
<tr><td>3A</td><td>29%</td><td>16%</td><td>22%</td></tr>
<tr><td>3B</td><td>10%</td><td rowspan="8">0%</td><td rowspan="8">0%</td></tr>
<tr><td>4A</td><td>9%</td></tr>
<tr><td>4B</td><td rowspan="5">0%</td></tr>
<tr><td>5A</td></tr>
<tr><td>5B</td></tr>
<tr><td>6A</td></tr>
<tr><td>6B</td></tr>
</table>

A partir do valor de PHOCT obtido, calcula-se a fração de horas em desconforto por calor em relação às horas de ocupação (FH_{desc}) por meio da Equação B.I.4.

$$FH_{desc} = 100 - PHOCT \qquad \textbf{Equação (B.I.4)}$$

Onde:
FH_{desc} é o percentual de horas ocupadas em desconforto térmico por calor (%).
PHOCT é o percentual de horas ocupadas em conforto térmico (%);

Para as tipologias de Escritório e Educacional, o percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) também pode ser obtido a partir do percentual de horas em desconforto por calor (FH_{desc}), estimado com o auxílio de interface web disponibilizada pelo PBE Edifica, conforme procedimentos, condições de aplicação e limitações descritos em <pbeedifica.com.br/metamodeloseferramentasINIC>.

Caso a edificação na sua condição real apresente um valor de PHOCT superior ou igual a 90% no horário de uso da edificação, não é necessário calcular a carga térmica total anual (CgTT) para a condição real e de referência da edificação. Nesses casos, a classificação da envoltória é A, o percentual de redução da carga térmica total anual entre a edificação real e sua condição de referência é de 100%, e a soma dos consumos para a determinação do $C_{EP,real}$ e de referência (conforme subitem 8.1) deve considerar apenas os demais sistemas avaliados (iluminação e aquecimento de água, quando aplicável).

Edificações com PHOCT inferior a 90% devem apresentar projeto do sistema de condicionamento de ar de forma a atender as horas em que a ventilação natural não for suficiente. Nestes casos, deve-se calcular o CgTT da condição real para as horas não atendidas de conforto, descontando-se o valor de FH_{desc}.

Nas edificações com PHOCT inferior a 90%, e sem projeto ou sistema de condicionamento de ar instalado, deve-se determinar a CgTT da condição real para as horas não atendidas de conforto descontando-se o FH_{desc} e, posteriormente, realizar a avaliação do sistema de condicionamento de ar considerando-se um CEE_R igual a 3,24 (Equação B.II.2).

Nota 1: Nas edificações naturalmente ventiladas e parcialmente ventiladas naturalmente, a carga térmica total anual para a condição de referência (classificação D) não pode considerar o uso da ventilação natural, devendo ser igual ao valor calculado para a condição de referência ($CgTT_{ref}$).

Nota 2: Áreas de permanência prolongada caracterizadas por atividades de alta geração de calor e/ou frio, tais como as cozinhas profissionais, oficinas mecânicas, saunas, açougues, ginásios e academias, são consideradas exceção. Nesses casos, dispensa-se a restrição dos valores de PHOCT. No entanto, ainda assim, a taxa mínima de ventilação e renovação de ar devem ser respeitadas, estando de acordo com as normas que regem as atividades desses ambientes.

Nota 3: Este método se aplica à edificação completa. A avaliação de apenas uma parcela da edificação ventilada naturalmente deve ser realizada pelo método de simulação do Anexo C.

ANEXO B.II – SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Neste Anexo está descrito o procedimento de avaliação do sistema de condicionamento de ar, que se baseia no percentual de redução do consumo de refrigeração ($RedC_R$) da edficação avaliada, comparando-se a condição real com a condição de referência.

São descritos, ainda, os procedimentos para a determinação do consumo de refrigeração dos sistemas de condicionamento de ar, bem como do coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento

de ar para refrigeração (CEE_R). Os critérios de equipamentos e de sistemas de condicionamento de ar para elegibilidade à classificação A estão apresentados no item 7, subitem 7.1.

B.II.1. Determinação do percentual de redução do consumo de refrigeração

A determinação do percentual de redução do consumo de refrigeração ($RedC_R$) deve ser realizada a partir dos valores do consumo de refrigeração do sistema de ar condicionado da edificação na sua condição real ($C_{R,real}$), e condição de referência ($C_{R,ref}$), seguindo a Equação B.II.1.

$$\mathrm{RedC_R} = ((\mathrm{C_{R,refD}} - \mathrm{C_{R,real}}) / \mathrm{C_{R,refD}}) \cdot 100 \qquad \textbf{Equação (B.II.1)}$$

Onde:
$RedC_R$ é o percentual de redução do consumo de refrigeração (%);
$C_{R,refD}$ é o consumo de refrigeração da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);
$C_{R,real}$ é o consumo de refrigeração da edificação real (kWh/ano).

B.II.2. Determinação do consumo de refrigeração

O consumo de refrigeração pode ser determinado utilizando o método simplificado ou por simulação computacional. No caso de adoção do método de simulação computacional do sistema de condicionamento de ar, tanto o consumo de energia de refrigeração na condição real, quanto na condição de referência são obtidos diretamente do processo de simulação. No caso de adoção do método simplificado, para calcular o consumo de refrigeração da edificação real ($C_{R,real}$), é necessário obter a carga térmica de refrigeração anual da edificação real ($CgTR_{real}$), conforme apresentado no Anexo B.I, e o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (CEE_R), conforme apresentado no item B.II.4. O cálculo do consumo de refrigeração da edificação real ($C_{R,real}$) é descrito pela Equação B.II.2, que considera a renovação de ar e o somatório entre os diferentes tipos de sistemas, quando existentes.

$$\mathrm{C_{R,real}} = \frac{\mathrm{CgTR_{real,sist,unit}}}{\mathrm{CEE_{R,sist,unit}}} + \frac{\mathrm{CgTR_{real,sist,centr}}}{\mathrm{CEE_{R,sist,centrais}}} + \frac{\mathrm{CgTR_{real,sist,pre}}}{3{,}24} + C_{renov,ar} \qquad \textbf{Equação (B.II.2)}$$

Onde:
$C_{R,real}$ é o consumo de refrigeração da edificação real (kWh/ano);
$CgTR_{real,sist,unit}$ é a carga térmica anual das zonas térmicas atendidas pelos sistemas unitários da edificação real (kWh/ano);
$CgTR_{real,sist,centr}$ é a carga térmica anual das zonas térmicas atendidas pelos sistemas centrais da edificação real (kWh/ano);
$CgTR_{real,sist,pre}$ é a carga térmica anual das zonas térmicas sem previsão de condicionamento, que serão estimadas pelo sistema presumido da edificação real (kWh/ano);
$CEE_{R,sist,unit}$ é o coeficiente de eficiência energética ponderado dos sistemas unitários;
$CEE_{R,sist,centr}$ é o coeficiente de eficiência energética ponderado dos sistemas centrais;
$C_{renov,ar}$ é o consumo com renovação de ar (kWh/ano).

A carga térmica total anual da edificação em sua condição de referência ($CgTT_{refD}$) deve ser utilizada para o cálculo do consumo de refrigeração da edificação na condição de referência ($C_{R,refD}$), juntamente com o consumo do equipamento de renovação de ar, conforme descrito na Equação B.II.3.

$$\mathrm{C_{R,refD}} = (\mathrm{CgTT_{refD}} / 3{,}24) + C_{renov,ar}$$ **Equação (B.II.3)**

Onde:
$C_{R,refD}$ é o consumo de refrigeração da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);
$CgTT_{refD}$ é a carga térmica total anual (kWh/ano) da edificação em sua condição de referência;
$C_{renov,ar}$ é o consumo com renovação de ar (kWh/ano).

O consumo com a renovação de ar deve ser determinado por meio da equação B.II.4.

$$\mathrm{C}_{renov,ar} = \mathrm{W_{vent}} \cdot h \cdot N_{ano}/1000$$ **Equação (B.II.4)**

Onde:
$C_{renov,ar}$ é o consumo com a renovação de ar (kWh/ano);
W_{vent} é a potência total dos equipamentos de renovação de ar (W);
h são as horas de uso da edificação, conforme as tabelas de tipologias do Anexo A;
N_{ano} são os dias de ocupação ao ano, conforme as tabelas de tipologias do Anexo A.

Nota: Considera-se $C_{renov,ar}$ = 0 kWh/ano, nas Equações B.II.2 e B.II.3, nos sistemas de renovação de ar integrados com o condicionamento de ar e nas zonas atendidas por sistemas centrais, cujo consumo de renovação de ar já está incluído no SPLV (Equação B.II.7), tanto na condição real quanto na de referência..B.II.3. Condições gerais

Os sistemas de condicionamento de ar, independentemente de sua capacidade de refrigeração e aplicação, devem proporcionar adequada qualidade do ar interior conforme a NBR 17037, além de condições de conforto térmico, conforme a NBR 16401 - Partes 2 e 3, em suas versões vigentes.

Os ambientes destinados aos “Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, (EAS)” devem proporcionar adequada qualidade do ar interior, conforme norma ABNT NBR 7256, em sua versão vigente, e quando por ela regidos.

A vazão de ar externo deve ser dimensionada para que a geração interna de CO_2 atinja no máximo a elevação de 700 PPM sobre a concentração de CO_2 do ar externo.

Os filtros de ar da vazão do ar externo e da insuflação devem ser selecionados de forma a manter a concentração máxima de material particulado $PM_{2,5}$ a um valor máximo de 30 µg/m^3, média de 24 horas.

As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e refrigeração de ar devem ser calculadas de acordo com as normas e manuais de engenharia de comprovada aceitação nacional ou internacional, como por exemplo, a última versão do ASHRAE **Handbook of Fundamentals** e a norma ABNT NBR 16401 - Parte 1, em sua versão vigente.

Quando houver áreas condicionadas no subsolo, estas devem fazer parte da avaliação do sistema de condicionamento de ar. Se estes ambientes atenderem a mais de uma edificação, deve-se dividir a área do subsolo entre as edificações atendidas pelo sistema, sendo a área distribuída proporcionalmente à área de projeção das edificações.

No caso de um embasamento único, comum a dois ou mais blocos edificados, e que possua apenas ambientes de permanência transitória (ex.: **hall** e garagem) da mesma forma que o subsolo, o condicionamento de ar deve ser avaliado de maneira proporcional, com base nas áreas dos blocos.

No caso de edificações com blocos de edifícios interligados por um bloco ou mais condicionados, fazendo parte do sistema de condicionamento de ar central que atende aos blocos principais, o sistema de condicionamento central será avaliado como um todo, e sua área condicionada do bloco de ligação computada normalmente no consumo final.

Em edificações com átrio, ou pátio, ou jardim de inverno descoberto, o condicionamento de ar não poderá ser avaliado, pois estes são configurados como ambientes externos.

Em edificações com átrio, ou pátio, ou jardim de inverno coberto, o condicionamento de ar deve ser avaliado, quando existir, pois estes são configurados como ambientes internos. No caso do átrio possuir área de permanência prolongada (APP), e não ser condicionado, as horas de conforto devem ser comprovadas e avaliadas de acordo com o método referente às edificações ventiladas naturalmente, descrito no subitem B.I.2.3.

Ambientes com átrios, pátios ou jardins de inverno que permitem a passagem da ventilação natural, não devem ser considerados como ambientes internos, e, portanto, o condicionamento de ar não existirá nestas áreas.

B.II.4. Cálculo da eficiência dos sistemas

Deve-se realizar o cálculo do coeficiente de eficiência energética ponderado para os sistemas de condicionamento de ar compostos por equipamentos unitários ($CEE_{R,sist,unit}$) e por equipamentos centrais ($CEE_{R,sist,centr}$).

B.II.4.1. Sistemas unitários

O coeficiente de eficiência energética ponderado para o sistema composto por equipamentos unitários pondera todos os equipamentos por meio dos índices CEE, IDRS e CSPF a partir da capacidade de refrigeração unitária de cada tipo de equipamento. A Equação B.II.5 apresenta o método de determinação deste coeficiente.

$$CEE_{R,sist,unit} = \frac{\sum(Cp^i + Cp^j)}{\sum\left[\left(\frac{Cp^i}{1{,}062 \cdot Iee^i_{CEE}}\right) + \left(\frac{Cp^j}{Iee^j_{SAZ}}\right)\right]} \qquad \textbf{Equação (B.II.5)}$$

Onde:
$CEE_{R,sist,unit}$ é o coeficiente de eficiência energética ponderado dos sistemas unitários;
Iee^i_{CEE} é o índice de eficiência energética do tipo "CEE", do equipamento "i";
Iee^i_{SAZ} é o índice de eficiência energética do tipo "Sazonal", do equipamento "j";
Cp^i é a capacidade unitária de refrigeração do equipamento "i" (W);
Cp^j é a capacidade unitária de refrigeração do equipamento "j" (W);

O índice de eficiência energética do tipo "CEE" (Iee_{CEE}) refere-se ao índice determinado pelo Inmetro para carga plena (100%) a 35 °C, e é utilizado para caracterizar equipamentos de rotação fixa (tipo **on/off**). Este índice é equivalente ao COP (**coefficient of performance**).

O índice de eficiência energética do tipo sazonal (Iee_{SAZ}) deve ser adotado como sendo o IDRS (Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal), que se refere ao índice determinado pelo Inmetro para carga plena (100%) e cargas parciais (50%), para uma condição média geral do clima brasileiro, e é utilizado para caracterizar equipamentos de rotação variável (tipo **inverter**). Este índice pode ser obtido com base nas tabelas de eficiência energética disponibilizadas na página do Inmetro[2]. Nas edificações localizadas nas

[2] disponível em: Índices novos, IDRS: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores.asp>

zonas bioclimáticas 2R, 4A, 4B, 5B e 6B, o IDRS do equipamento deve ser corrigido a partir da Equação B.II.5a. Nas demais zonas, deve-se adotar o IDRS da máquina.

$$Iee_{SAZ} = IDRS + v_{corr}$$ **Equação (B.II.5a)**

Onde:
Iee_{SAZ} é o índice de eficiência energética do tipo "sazonal" do equipamento;
IDRS é o "índice de desempenho de resfriamento sazonal" do equipamento determinado pelo Inmetro;
v_{corr} é o valor de correção do IDRS a ser adotado de acordo com a Tabela B.II.1.

Tabela B.II.1 – Valor de correção do IDRS (vcorr) de acordo com a classificação climática e intervalo no qual o IDRS do equipamento se enquadra

Zona Bioclimática	Faixa de IDRS					
	4,00 – 5,00	**5,01 – 6,00**	**6,01 – 7,00**	**7,01 – 8,00**	**8,01 – 9,00**	**9,01 – 10,00**
2R	-0,37	-0,58	-0,68	-0,83	-0,98	-1,10
4A	-0,52	-0,84	-0,99	-1,23	-1,45	-1,64
4B	-0,57	-0,92	-1,08	-1,34	-1,58	-1,78
5B	-0,90	-1,47	-1,72	-2,15	-2,54	-2,87
6B	-0,81	-1,33	-1,55	-1,94	-2,29	-2,59

B.II.4.2. Sistemas centrais

Para os sistemas centrais, o CEE_R deve ser calculado pelo SPLV **(System Part-load Value),** conforme determinado no subitem B.II.4.2.1

O coeficiente de eficiência energética ponderado para o sistema composto por sistemas centrais é determinado por meio da Equação B.II.6.

$$CEE_{R,sist,centr} = \frac{\sum(Cp^l)}{\sum\left[\left(\frac{Cp^l_{SPLV}}{Iee^l_{SPLV}}\right)\right]}$$ **Equação (B.II.6)**

Onde:
$CEE_{R,sist,centr}$ é o coeficiente de eficiência energética ponderado dos sistemas centrais;
Iee^l_{SPLV} é o índice de eficiência energética do tipo "SPLV", do equipamento "l";
Cp^l_{SPLV} é a capacidade unitária de refrigeração do equipamento "l" (W);

B.II.4.2.1. SPLV

O SPLV (***System Part-load Value***) é um coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar, com método de definição similar ao IPLV. mas que, diferentemente, trata-se de uma média ponderada da eficiência energética de todo sistema operando em cargas parciais ao longo do ano, em uma instalação real, com perfil operacional específico (definidos em projeto) e nos horários de funcionamento do sistema em uma determinada localidade, com suas condições climáticas próprias ao longo do ano. Ao considerar o SPLV como coeficiente de eficiência energética do sistema, o Iee_{SPLV} é o próprio SPLV.

O SPLV pode ser calculado a partir da Equação B.II.7, que estabelece os parâmetros e as grandezas que devem ser considerados pelo projetista no seu cálculo.

$$Iee_{SPLV} = SPLV = \frac{CgTR}{\left(\sum Cons._{Componentes}\right)}$$ **Equação (B.II.7)**

Onde:
SPLV é o índice **System Part-load Value**;
CgTR é a carga térmica de refrigeração anual das zonas térmicas, obtida da simulação com o sistema de cálculo de carga térmica ideal, referente à condição da edificação para a qual o índice é calculado, em kWh/ano;
$Cons._{Componentes}$ é o consumo de energia total anual dos componentes do sistema em kWh/ano.

Os componentes referidos na Equação B.II.7 dependem do tipo e do arranjo do sistema, e são exemplos: central de resfriamento, torres de resfriamento, **fancoil**, bombas primárias e secundárias, sistema de renovação de ar, ventiladores, entre outros.

O SPLV deve ser determinado tanto para o sistema de condicionamento de ar na condição real, quanto para o sistema na condição de referência. O SPLV da condição real deve refletir o sistema efetivamente projetado, com seus equipamentos, arranjos, controles e curvas de desempenho.

No método central simplificado, o SPLV do sistema na condição de referência deve ser obtido por meio da Tabela B.II.2, de acordo com a zona bioclimática e o tipo de sistema central verificado na edificação, observado o item 8.2.2 nas edificações atendidas por mais de um sistema. Não deve ser admitido o seu cálculo pelo projetista. No método central completo, o consumo do sistema de referência é obtido por simulação, conforme o subitem B.II.4.2.2.

O numerador e o denominador da Equação B.II.7 devem se referir ao mesmo período anual, ao mesmo perfil de operação e à mesma condição da edificação. A carga térmica de refrigeração anual (CgTR) é a carga das zonas térmicas obtida com o sistema de cálculo de carga térmica ideal, e não a carga removida nas serpentinas do sistema, de modo que as perdas do próprio sistema, como o calor dissipado pelos ventiladores, não sejam computadas no numerador. O consumo dos componentes ($Cons._{Componentes}$) deve contemplar todos os equipamentos consumidores de energia do sistema, sem exceção, incluindo, quando existentes: unidade(s) de resfriamento de líquido, compressores, ventiladores de condensação, torres de resfriamento, bombas primárias, secundárias e de condensação, ventiladores de unidades de tratamento de ar e de unidades terminais, e sistema de renovação de ar.

Tabela B.II.2 – SPLV do sistema central de referência (classificação D) por zona bioclimática e tipo de sistema

Zona Bioclimática	Chiller a ar	Chiller a água	VRF
1R	1,88	1,83	2,97
1M	1,97	1,99	2,99
2R	2,10	2,23	2,96
2M	2,11	2,26	2,98
3A	2,27	2,43	3,06
3B	2,10	2,47	2,81
4A	2,39	2,80	3,03
4B	2,32	2,68	2,91
5A	2,41	3,05	2,98
5B	2,31	2,99	2,85
6A	2,38	2,96	2,92
6B	2,20	2,86	2,82

Caso o projetista não disponha dos dados de desempenho necessários à determinação do SPLV do sistema real, deve ser adotado, para o sistema real, o mesmo SPLV do sistema de referência obtido na Tabela B.II.2.

Os consumos de energia destes componentes podem ser determinados a partir de cálculos de engenharia com o uso de ferramentas acessórias, como planilhas específicas ou simulação computacional.

B.II.4.2.2. Simulação computacional

O SPLV do sistema real pode ser determinado por dois métodos, cuja aplicabilidade depende da capacidade nominal total de refrigeração do sistema:

a) **Método central simplificado**: aplicável somente quando a capacidade nominal total de refrigeração do sistema for igual ou inferior a 1.000 TR. Neste método, a carga térmica de refrigeração anual (CgTR) pode ser obtida tanto pelo método simplificado, quanto pela simulação computacional da edificação com o sistema de cálculo de carga térmica ideal, conforme Anexo C, subitem C.I.6.1. O consumo dos componentes do sistema real é determinado fora dessa simulação, conforme o subitem B.II.4.2.1, aplicando-se a Equação B.II.7;
b) **Método central completo**: pode ser adotado para sistemas de qualquer capacidade, sendo obrigatório quando a capacidade nominal total de refrigeração do sistema for superior a 1.000 TR. Neste método, o sistema real deve ser explicitamente modelado na simulação computacional, conforme o Anexo C, subitem C.I.6.2, obtendo-se o consumo de refrigeração para a condição real ($C_{R,real}$) diretamente da simulação.

Em ambos os métodos, a edificação na condição de referência deve ser simulada para a determinação da carga térmica de refrigeração anual. O consumo de refrigeração na condição de referência ($C_{R,ref}$) é obtido dividindo-se essa carga térmica pelo valor do SPLV de referência da Tabela B.II.2. O sistema de condicionamento de ar de referência não deve ser modelado explicitamente na simulação.

ANEXO B.III – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Neste Anexo são descritos os critérios para a avaliação da eficiência energética do sistema de iluminação de edificações comerciais, de serviços e públicas 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.

Podem ser avaliados por este método os sistemas de iluminação artificial ou sistemas de iluminação artificial com o aproveitamento da luz natural.

Devem fazer parte da classificação as áreas internas da edificação iluminadas artificialmente, incluindo APPs e APTs, bem como as áreas cobertas externas da edificação iluminadas artificialmente e que possibilitam a ocupação. Iluminação de fachadas e áreas cobertas como as marquises, que possuem iluminação, mas são estritamente de passagem e não possibilitam outros usos, não entram na avaliação.

Excetuam-se os sistemas que forem complementares à iluminação geral e com controle independente, presentes nas seguintes situações:

a) Iluminação de destaque projetada como elemento essencial para iluminar objetos em galerias, museus e monumentos;
b) Iluminação contida ou parte integrante de equipamentos ou instrumentos, desde que instalada pelo próprio fabricante, como lâmpadas de refrigeradores e geladeiras;

c) Iluminação especificamente projetada para uso exclusivo em procedimentos médicos ou dentários, e iluminação contida em equipamentos médicos ou dentários;
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 totalmente voltada ao crescimento de plantas ou para sua manutenção;
g) Iluminação em ambientes especificamente projetados para uso de deficientes visuais;
h) Iluminação em vitrines de lojas varejistas, desde que a área da vitrine seja fechada por divisórias cuja altura alcance o forro;
i) Iluminação em ambientes internos que sejam especificamente designados como um bem cultural tombado, de acordo com o IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional ou outros órgãos municipais ou estaduais de competência análoga;
j) Iluminação totalmente voltada à propaganda ou à sinalização;
k) Sinais indicando saída e luzes de emergência;
l) Iluminação à venda ou sistemas de iluminação para demonstração com propósitos educacionais;
m) Iluminação para fins teatrais, incluindo apresentações ao vivo e produções de filmes e vídeos;
n) Áreas de jogos ou atletismo com estrutura permanente para captação de imagens e transmissão pela televisão; e
o) Iluminação de tarefa conectada diretamente em tomadas, como luminária de mesa.

Para a classificação do sistema de iluminação elétrica, é necessário determinar a potência de iluminação total da edificação real (PI_T), conforme o item B.III.3, e os subitens B.III.3.1 e B.III.3.2, além da potência de iluminação limite para a classificação A (PI_{LA}) e para a condição de referência para classificação D (PI_{LD}), conforme o item B.III.4. Para o atendimento às condições de elegibilidade para a classificação A que estão descritas no item 7, subitem 7.2, deve-se atender subitem B.III.3.3. O atendimento ao item B.III.3.3 não é necessário nos casos em que não se pretende obter a classificação A.

B.III.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 edificação na sua condição real ($C_{IL,real}$), e condição de referência ($C_{IL,refD}$), seguindo a Equação B.III.1.

$$\mathrm{RedC_{IL}} = ((\mathrm{C_{IL,refD}} - \mathrm{C_{IL,real}}) / \mathrm{C_{IL,refD}}) \cdot 100 \qquad \textbf{Equação (B.III.1)}$$

Onde:
$RedC_{IL}$ é o percentual de redução do consumo de iluminação (%);
$C_{IL,refD}$ é o consumo de iluminação da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);
$C_{IL,real}$ é o consumo de iluminação da edificação real (kWh/ano).

B.III.2. Determinação do consumo de iluminação

O consumo de energia elétrica do sistema de iluminação da edificação real ($C_{IL,real}$) é determinado pela multiplicação entre a potência de iluminação total instalada e o seu tempo de uso (valor variável de acordo com a tipologia da edificação, ver tabelas do Anexo A), conforme a Equação B.III.2.

$$C_{IL,real} = \sum (PI_T \cdot h \cdot N_{ano})/1000$$ **Equação (B.III.2)**

Onde:
$C_{IL,real}$ é o consumo do sistema de iluminação da edificação real (kWh/ano);
PI_T é a potência de iluminação total instalada (W);
h são as horas de uso da edificação por dia, conforme tipologia das tabelas do Anexo A;
N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano, conforme tipologia das tabelas do Anexo A.

Os consumos de energia elétrica do sistema de iluminação da edificação em sua condição de referência ($C_{IL,refD}$) e referência equivalente à classificação A ($C_{IL,refA}$) devem ser determinados pela multiplicação entre a potência de iluminação limite para a classificação D e A (PI_{LD} e PI_{LA}) e o seu tempo de uso, conforme a Equação B.III.3. Os valores da potência de iluminação limite PI_L podem ser determinados pelos métodos descritos nos subitens B.III.4.1 e B.III.4.2.

$$C_{IL,refD\ e\ A} = \sum (PI_{LD\ e\ A} \cdot h \cdot N_{ano})/1000$$ **Equação (B.III.3)**

Onde:
$C_{IL,ref}$ é o consumo do sistema de iluminação das condições de referência equivalentes à classificação D ($C_{IL,refD}$) e classificação A ($C_{IL,refA}$) (kWh/ano);
PI_L é a potência de iluminação limite para a classificação D (PI_{LD}) e classificação A (PI_{LA}) (W);
h são as horas de uso da edificação por dia, conforme tipologia das tabelas do Anexo A;
N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano, conforme tipologia das tabelas do Anexo A.

B.III.3. Cálculo da potência de iluminação total da edificação 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_{Treal}).

A potência de iluminação total da edificação 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 deverá ser equivalente à potência instalada sem controle automatizado. A potência de iluminação em uso deve ser determinada conforme o item B.III.3.1.

A potência de iluminação total da edificação real é representada pela Equação B.III.4.

$$PI_{T,real} = \sum (PI_U) + \sum (PI) + P_{ASP}$$ **Equação (B.III.4)**

Onde:
$PI_{T,real}$ é a potência de iluminação total (W);
PI_U é a potência de iluminação em uso (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 edificação (W), quando aplicável.

Nota 2: Para edificações que englobem mais de uma tipologia descrita pelo Anexo A, com diferentes horas de ocupação, deve-se individualizar a potência instalada de iluminação total para cada uma das tipologias. A separação das potências por atividade é necessária para a determinação do consumo de iluminação.

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 B.III.5.

$$P_{ASP} = (1{,}5 \cdot PI_{LD}) \qquad \textbf{Equação (B.III.5)}$$

Onde:
P_{ASP} é a potência de iluminação de ambientes sem projeto luminotécnico, ou, sem sistema instalado no momento da inspeção em campo da edificação (W);
PI_{LD} é a potência de iluminação limite para a classificação D (W).

B.III.3.1. 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 fatores de ajuste de potência (FAP), conforme o tipo de controle das luminárias, devem ser adotados segundo a Tabela B.III.1.

Tabela B.III.1 – 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	0,9
Controle com sensor de ocupação de desligamento automático	0,8
Controle com programação e desligamento automático	0,95

Nota: Unidades de hospedagem (quarto e banheiro) que possuem controle de ocupação, a exemplo dos sistemas de interruptor por cartão (chave cartão), também devem ser consideradas ambientes com “controles com sensor de ocupação de desligamento automático”. Nestes casos, adota-se o FAP equivalente a 0,8.

A redução do consumo de energia da edificação a partir do aproveitamento da iluminação natural por meio da instalação de fotossensores pode ser contabilizada pelo método simplificado utilizando o fator de ajuste de potência (FAP); ou, por meio da simulação de iluminação natural, conforme descrito no item C.II.

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 B.III.6.

$$PI_U = \sum [(PI_C \cdot FAP)] \qquad \textbf{Equação (B.III.6)}$$

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.

B.III.3.2. Condições gerais

Incluem-se, de maneira especial, considerações específicas para alguns ambientes:

a) Ambientes iluminados no subsolo devem fazer parte da avaliação do sistema de iluminação. Se estes ambientes atenderem a mais de uma edificação, deve-se ponderar a área do subsolo e a potência de iluminação de acordo com a área de cada edificação;
b) No caso de blocos conectados por uma cobertura única, a iluminação da cobertura deve ser contabilizada na avaliação. Quando o sistema de iluminação de apenas um bloco for avaliado, a iluminação da cobertura única deve ser ponderada pela área e potência dos blocos. No caso de apenas uma parcela do bloco ser avaliada, a iluminação da cobertura não será computada na avaliação. Este procedimento também deve ser adotado para a iluminação de blocos de edificações interligados para a iluminação dos blocos de ligação. Para as avaliações pelo método das atividades, a cobertura deve ser considerada como atividade de circulação.
c) Ambientes de átrio, pátio ou jardim de inverno descobertos, que permitem a ventilação natural, configuram ambiente externo. A iluminação destas áreas não faz parte da avaliação do sistema de iluminação. Entretanto, se forem cobertos, a iluminação destas áreas deve ser avaliada de acordo com a função do átrio, do pátio ou jardim de inverno.
d) Ambientes em que existem dois ou mais sistemas de iluminação independentes para atender as atividades de um mesmo espaço, e estão equipados com sistema de controle que evita o uso simultâneo, deverão ter a avaliação da potência instalada considerando a potência instalada do sistema de maior potência.

B.III.3.3. Potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível

O potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível pode ser obtido tanto pelo método simplificado (item B.III.3.3.1), quanto pelo método de simulação (item B.III.3.3.2). O potencial de integração é informativo, e não possui restrições quanto aos valores máximos ou mínimos a serem atingidos; no entanto, sua determinação é obrigatória para as edificações que almejam quantificar o aproveitamento de iluminação natural na avaliação da envoltória e do sistema de iluminação. Nestes casos, o valor da porcentagem da área com potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível será apresentado na ENCE.

B.III.3.3.1. Determinação do potencial de integração a partir do método simplificado

O potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível deve ser calculado considerando-se a razão entre a soma de todas as zonas primárias de luz natural e a área total construída. Devem ser contabilizadas todas as aberturas laterais e zenitais projetadas com o intuito de iluminar o ambiente, e que sejam totalmente voltadas para o exterior.

As zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais consistem nas áreas adjacentes à cada abertura vertical, sendo definidas em planta. Sua profundidade corresponde à altura da verga (HV) da janela, e a largura corresponde à largura do plano translúcido da janela, somando-se metade da altura da verga de janela para cada lado. Devem ser descontadas quaisquer porções da área que encontrem-se atrás de algum tipo de obstrução permanente, de 1,80 m ou mais alta, medidas a partir do nível do piso acabado. As Figuras B.III.1 e B.III.2 mostram um exemplo de definição das zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais.

Figura B.III.1 – Esquema em planta da definição das zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais

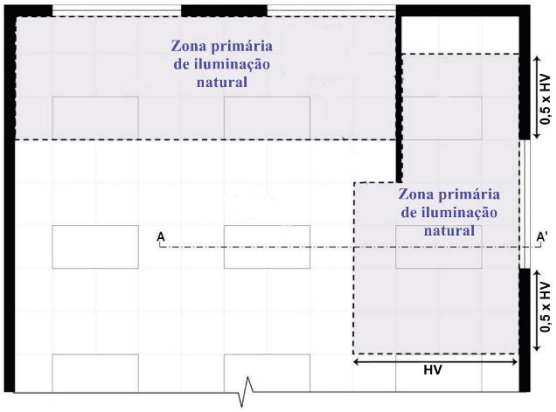
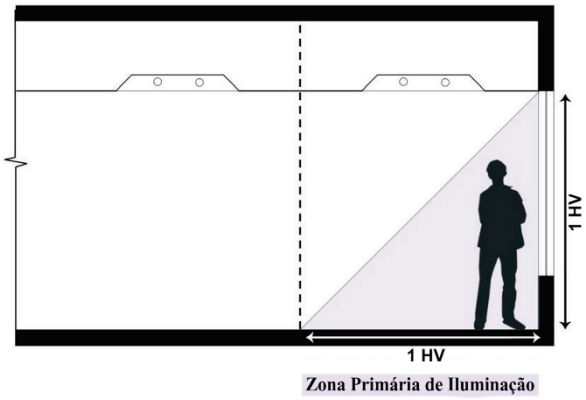


Figura B.III.2 – Esquema em corte da definição das zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais



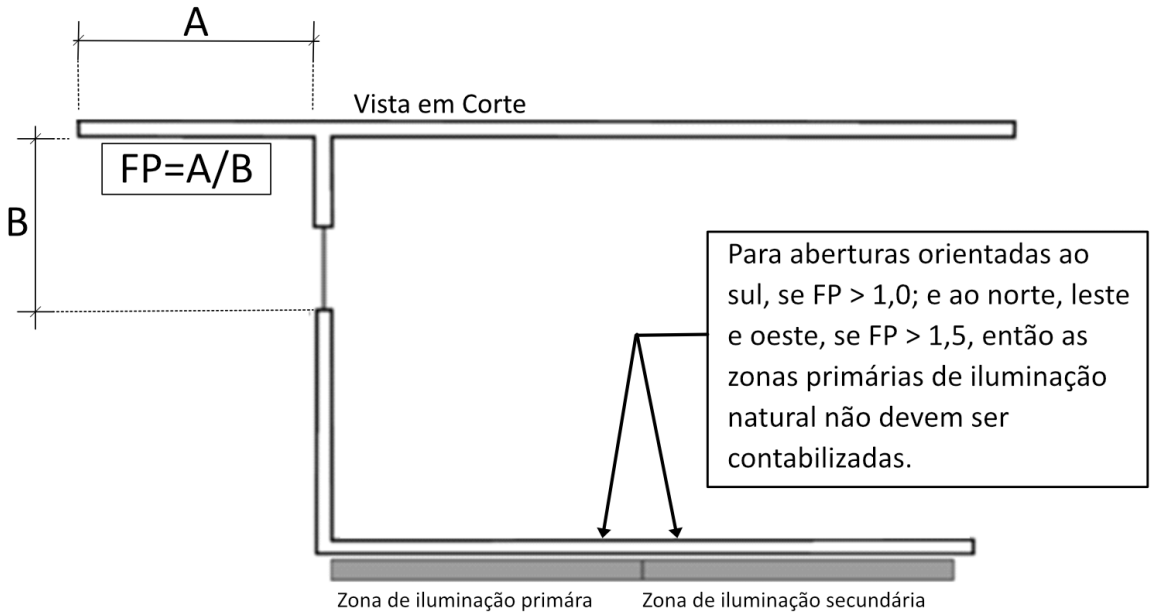
As zonas primárias de iluminação natural para as aberturas zenitais consistem na área imediatamente abaixo da abertura zenital, definidas em planta. Sua dimensão corresponde à área de projeção translúcida da abertura zenital, somada à medida de 0,7 vezes a altura média do teto para cada direção. A forma geométrica da zona de iluminação zenital deve ser idêntica à forma geométrica da projeção dessa abertura vista em plana baixa.

Devem ser descontadas quaisquer porções da área que se encontrem atrás de algum tipo de obstrução permanente, que seja mais alta do que a metade da distância do piso à base da abertura zenital. Caso a abertura zenital seja alocada no topo de um poço de luz, deve-se considerar a base do poço de luz.

Podem não ser contabilizadas no potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível, e serem isentas do controle independente do requisito mínimo descrito no item 7.2.2. as áreas que atendem aos itens abaixo:

a) Zonas primárias de iluminação natural associadas a aberturas laterais sombreadas por estrutura externa adjacente existente ou objeto natural, caracterizando-se como sombreamento significativo quando a diferença vertical entre o topo da obstrução e o topo da abertura for igual ou superior ao dobro da distância horizontal entre a abertura e a obstrução.;
b) Aberturas laterais com área total de vidro inferior a 1,86 m²;
c) Espaços destinados às áreas de varejo;
d) Zonas primárias de iluminação natural adjacentes às aberturas laterais que possuem projeções externas (projeções estas sem nenhuma outra abertura acima dela) com fator de projeção (FP) maior que 1,0 para projeções orientadas para o sul, ou maior que 1,5 para todas as outras orientações (ver Figura B.III.3).

Figura B.III.3 – Cômputo das zonas primárias de iluminação natural adjacentes às aberturas laterais que possuem projeção externa



Fonte: adaptado de ASHRAE 90.1 (2019).

B.III.3.3.2. Determinação do potencial de integração a partir do método de simulação

Por este método, o potencial de integração entre o sistema de iluminação elétrica e de iluminação natural disponível deve ser determinado a partir da simulação da autonomia da luz natural espacial (ALNE). Devem ser consideradas "áreas com autonomia da luz natural espacial" aquelas que possuem abertura para iluminação natural e, sendo de permanência prolongada, apresentarem, no mínimo,250 lux em pelo menos 50% das horas ocupadas ($ALNE_{250lx,50\%}$). Sendo de permanência transitória, devem apresentar, no mínimo, 100 lux em pelo menos 50% das horas ocupadas ($ALNE_{100lx,50\%)}$. Ambos devem considerar um período de luz natural de 10 horas. Os procedimentos para a simulação devem seguir o Anexo C.II, simulação de iluminação natural.

B.III.4. Determinação da potência de iluminação limite

A determinação da potência de iluminação limite pelo método simplificado deve ser realizada por meio de um dos seguintes métodos:

a) Método do edifício completo:
O método do edifício completo deve ser adotado na avaliação de edifícios considerando uma a três atividades principais distintas. Cada atividade deve representar o mínimo de 30% da área total da edificação, incluindo áreas abertas e cobertas. A determinação de atividades deve ser realizada em função da Tabela B.III.2.

Por agrupar funções secundárias às atividades principais, este método é menos detalhado e pode não representar as necessidades específicas da edificação.

Nota 1: No caso em que se realize a avaliação de uma parcela da edificação, este método somente é aplicável caso a parcela avaliada represente uma das atividades listadas na Tabela B.III.2, e com no mínimo 30% da área da edificação completa.

b) Método das atividades do edifício:

O método das atividades do edifício estabelece densidades de potência para cada uma das atividades separadamente. A determinação de atividades deve ser realizada em função da Tabela B.III.3 e é independente da tipologia do edifício determinada pelo Anexo A. Este método deve ser adotado somente quando não for possível utilizar o método do edifício completo.

Para avaliações pelo método das atividades, está prevista a Potência Adicional Permitida (PAP), que permite adaptar a densidade de potência limite de ambientes que tenham necessidades específicas de iluminação.

Nota 2: O método das atividades do edifício permite a avaliação parcial da edificação, sendo indicado para o caso de edifícios de múltiplos proprietários em que se requer a classificação de apenas parte da edificação.

B.III.4.1. Método do edifício completo

O método do edifício completo atribui um único valor de densidade de potência de iluminação limite representativo da ponderação entre a(s) atividade(s) principal(is) e as atividades secundárias da edificação.

Para a determinação da potência de iluminação limite por meio do método do edifício completo, deve-se identificar a(s) atividade(s) principai(s) da edificação de acordo com a Tabela B.III.2, e a(s) sua(s) respectiva(s) densidade(s) de potência de iluminação limite para a condição de referência, equivalente à classificação D (PI_{LD}), e a condição equivalente à classificação A (PI_{LA}).

Para edificações com atividades não listadas na Tabela B.III.2, deve-se adotar uma atividade equivalente.

Nota: Deve-se justificar e comprovar a utilização da atividade equivalente adotada.

O cálculo da potência de iluminação limite se dá em função do produto entre a área iluminada (AI) de cada uma da(s) atividade(s) principal(is) da edificação e sua respectiva densidade de potência de iluminação limite (DPI_L), conforme mostra a Equação B.III.7. O mesmo procedimento deve ser realizado para a condição equivalente à classificação A.

$$\mathrm{PI_L} = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n=3}} (\mathrm{A_I} \cdot \mathrm{DPI_L}) \qquad \textbf{Equação (B.III.7)}$$

Onde:
PI_L é a potência de iluminação limite para cada classificação (A ou D) em W;
n é um número equivalente à quantidade de atividades principais da edificação, sendo de no máximo três atividades;
AI é a área iluminada para cada uma das atividades, se houver mais de uma (m²);
DPI_L é a densidade de potência limite para cada uma das atividades, se houver mais de uma, em W/m².

Tabela B.III.2 – Limite máximo de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para as classificações A e D – método do edifício completo

Atividade principal do edifício	DPI_L Classificação A (W/m²)	DPI_L Classificação D (W/m²)
ESCRITÓRIOS		
Escritório	6,7	14,1
Prefeitura, instituição governamental	7,2	14,4
Tribunal	8,0	16,4

Atividade principal do edifício	DPI_L Classificação A (W/m²)	DPI_L Classificação D (W/m²)
EDUCACIONAL		
Escola, universidade	7,5	15,5
HOSPEDAGEM		
Hospedagem, dormitório Deve ser utilizada por estabelecimentos menores, como os albergues ou pousadas, bem como aqueles sem espaço para convenções, entretenimentos ou restaurantes.	5,6	9,6
Hotel	5,7	15,7
EAS, exceto hospital		
Posto de saúde, clínica	8,3	13,6
VAREJO E SERVIÇOS		
Armazém	4,8	10,3
Correios	6,8	13,6
Comércio	8,4	21,9
Venda e locação de veículos	7,9	12,8
SUPERMERCADOS E MERCADO	8,4	16,3
SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO		
Restaurante	7,0	13,9
Restaurante: bar, lazer	8,0	15,5
Restaurante: cafés, fast-food	7,5	14,1
OUTROS		
Academia	7,8	13,8
Biblioteca	9,0	18,4
Bombeiros	6,0	11,0
Centro de convenções	6,8	16,8
Cinema	4,6	12,9
Estádio de esportes	7,8	12,2
Garagem, edifício garagem	1,8	3,9
Ginásio	8,1	15,7
Igreja, templo	7,1	16,4
Museu	6,0	16,5
Oficina	9,3	18,7
Penitenciária	7,0	15,1
Posto policial	6,6	14,9
Teatro	8,8	21,8
Transportes	6,0	12,0

B.III.4.2. Método das atividades do edifício

O método das atividades do edifício estabelece valores de densidade de potência de iluminação para as atividades principais e secundárias separadamente. O uso deste método oferece maior flexibilidade para

a descrição do sistema de iluminação, embora resulte em mais tempo para o cálculo da classificação da edificação.

Nota: O método das atividades do edifício permite a avaliação parcial da edificação, sendo indicado para o caso de edifícios de múltiplos proprietários em que se requere a classificação parcial do sistema de iluminação.

B.III.4.2.1. Potência Adicional Permitida (PAP) à PIL_A

A Potência Adicional Permitida (PAP) pode ser utilizada nas situações listadas nas alíneas "a" e "b" a seguir descritos. Os pontos de iluminação aplicáveis à PAP devem ter sistema de controle independente da iluminação geral, permitindo o desligamento fora do horário de funcionamento do estabelecimento. Esta potência adicional deve ser utilizada apenas para as luminárias específicas, sendo a sua aplicação impossibilitada em qualquer caso que não os citados.

Nota: O valor da potência destas luminárias específicas, ou o valor máximo indicado nas alíneas abaixo, deve ser adicionado ao valor da potência limite para a classificação A (PI_{LA}).

a) Em casos em que haja iluminação decorativa direcional, complementar à iluminação geral, específica para ressaltar objetos, a exemplo de obras de arte. O adicional referente à iluminação complementar de destaque não pode ultrapassar 7,53 W/m² para cada espaço. Se ultrapassado, o valor da potência adicional não pode ser somado à potência limite.
b) Para equipamentos de iluminação instalados em áreas de vendas, não incluindo vitrines, onde a iluminação foi projetada para o destaque de produtos. Nesse caso, deve ser considerado um adicional na potência limite de acordo com a Equação B.III.8.

$$PAP = 750 + (A1 \cdot 4{,}3\ W/m^2) + (A2 \cdot 4{,}3\ W/m^2) + (A3 \cdot 7{,}53\ W/m^2) + (A4 \cdot 10{,}76\ W/m^2) \quad \textbf{Equação (B.III.8)}$$

Onde:
PAP é a potência adicional permitida (W);
A1 é a área do ambiente que não se enquadra em A2, A3 e A4 (m²);
A2 é a área do ambiente utilizado para venda de veículos, artigos esportivos e eletrônicos pequenos (m²);
A3 é a área do ambiente utilizado para venda de mobílias, roupas, cosméticos e obras de arte (m²); e
A4 é a área do ambiente utilizado para venda de joias, bijuterias e porcelanas (m²).

B.III.4.2.2. Cálculo da potência de iluminação limite

O método das atividades do edifício atribui valores independentes de densidade de potência limite (DPI_L) para as diferentes atividades da edificação. 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 do ambiente de acordo com a Tabela B.III.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 edificações com atividades não listadas na Tabela B.III.3, deve-se adotar uma atividade equivalente.

Nota: Deve-se justificar e comprovar a utilização da atividade equivalente adotada.

O cálculo da potência de iluminação limite para a condição de referência se dá em função do produto entre a área iluminada (AI) de cada uma da(s) atividade(s), e sua respectiva densidade de potência de

iluminação limite (DPI_L), utilizando-se a Equação B.III.9. O mesmo procedimento deve ser realizado para a condição equivalente à classificação A.

$$PI_L = \sum_{i=1}^{n} (A_I \cdot DPI_L) \qquad \textbf{Equação B.III.9}$$

Onde:
PI_L é a potência de iluminação limite para cada classificação (W);
n é um número equivalente à quantidade de atividades da edificação;
AI 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).

Tabela B.III.3 – Limite máximo de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para as classificações A e D – método das atividades do edifício

Ambientes/Atividades	**DPI_L Classificação A (W/m^2)**	**DPI_L Classificação D (W/m^2)**
Armazém		
Material pequeno/leve	7,40	16,32
Material médio/volumoso	3,60	8,00
Átrio		
< 6,1 m de altura	3,50	8,90
até 12,20 m de altura	4,40	11,06
acima de 12,20 m de altura	5,50	12,23
Auditórios e Anfiteatros		
Auditório	6,10	13,60
Cinema	2,90	14,97
Teatro	11,80	41,92
Ginásio	2,50	13,00
Estádio	2,90	13,00
Demais áreas de cadeiras para audiência	2,5	4,70
Banco/escritório - área de atividades bancárias	6,00	23,84
Banheiros	8,00	13,73
Biblioteca		
Área de arquivamento	6,00	12,48
Área de leitura	8,85	16,00
Área de estantes	12,70	29,44
Casa de máquinas	7,60	9,60
Centro de convenções		
Espaço de exposições	5,40	24,96
Circulação	4,80	11,36
Comércio		
Área de vendas/espaços comuns	9,10	28,96
Provador	4,90	16,32
Saguão (átrio de shoppings), instalações de varejo (lojas ou quiosques), espaços específicos	6,10	16,32
Salão de beleza, cabelo	7,00	14,59
Salão de beleza, unhas	8,10	17,17
Massagem	8,70	15,21

Ambientes/Atividades	DPI_L Classificação A (W/m²)	DPI_L Classificação D (W/m²)
Correio - triagem	7,30	7,60
Cozinhas/áreas de preparação de alimentos	10,40	17,12
Depósitos		
< 4,6 m²	5,20	8,00
≥ 4,6 m²	3,80	8,00
Dormitórios – alojamentos	5,20	10,47
Corpo de bombeiros – dormitórios/alojamentos	2,40	10,47
Escadas	Mesma DPI do ambiente em que a escada está inserida	
Escadas		
Caixa de escadas	5,00	11,84
Escritório		
Escritório com área ≤ 13,9 m²	7,90	16,80
Escritório com 13,9 < área ≤ 27,9 m²	7,10	16,80
Escritório com área > 27,9 m²	6,00	16,80
Garagem	1,20	3,20
Garagem de veículos de emergência	5,50	12,23
Ginásio/ Academia / Arena esportiva		
Área de ginástica/exercícios	8,80	12,48
Área de jogos	8,80	12,48
Arquibancada	5,38	13,00
Esportes de ringue	13,80	28,37
Quadra de esportes – classe 4 (Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores)	9,20	18,85
Quadra de esportes – classe 3 (Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores)	13,80	28,37
Quadra de esportes – classe 2 (Para competições em estádios e ginásios com capacidade para menos de 5.000 espectadores)	21,30	33,12
Quadra de esportes – classe 1 (Para competições em estádios e ginásios de grande capacidade, acima de 5.000 espectadores. Quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores)	30,80	51,84
Hall de entrada - vestíbulo		
Elevador	6,30	8,32
Cinemas	2,10	12,80
Hotel	5,20	12,80
Salas de espetáculos	13,00	20,50
Outros	8,60	12,07
Estabelecimentos Assistenciais de Saúde		
Circulação	6,50	15,36
Hall	8,30	20,42
Emergência	14,30	38,88
Enfermaria	7,53	15,20
Exames simples	12,38	22,85
Exames/tratamento	14,30	28,64
Farmácia	10,76	19,68
Fisioterapia	8,80	15,68
Sala de espera, estar	7,30	18,40

Ambientes/Atividades	DPI_L Classificação A (W/m^2)	DPI_L Classificação D (W/m^2)
Recuperação	12,70	19,84
Sala de enfermeiros	11,50	15,04
Sala de operação	24,90	32,48
Quarto de pacientes	8,40	10,72
Suprimentos médicos	6,00	21,92
Igreja/ Templo		
Assentos	7,80	26,40
Altar, coro	8,10	26,40
Sala de comunhão – nave	5,40	11,04
Laboratórios		
para salas de aula	11,30	16,32
médicos e pesquisa	13,00	31,20
Lavanderia	5,50	10,40
Museus		
Restauração	13,40	17,60
Sala de exibição	3,30	18,08
Oficina mecânica	6,40	9,60
Oficina – seminário, cursos	12,60	27,36
Quartos de hotel	5,60	9,60
Serviços de alimentação / Restaurantes		
Salão	5,60	15,36
Lanchonete/café	3,90	11,20
Bar/lazer	8,20	14,08
Demais áreas de alimentação	4,50	13,24
Refeitório de penitenciária	3,80	20,66
Sala ou cabine de controle / edição	7,90	18,98
Sala de Aula, treinamento		
Sala de Aula de oficinas	12,60	30,74
Demais salas de aula, treinamento	7,70	16,32
Sala de espera, convivência	5,40	9,60
Sala de reuniões, conferência, multiuso	9,50	19,04
Vestiário	4,60	12,96
Transportes		
Área de bagagem/esteiras	3,00	12,00
Saguão	5,30	6,24
Assentos – Espera	7,70	16,32
Aeroporto Hangar	14,60	27,16
Área de embarque	7,70	17,60
Bilheteria	4,30	18,56
Instalações para pessoas com necessidades visuais especiais (É necessário apresentar documentação que comprove a existência de necessidade visual para permitir sua aplicação)		
Área de refeição	13,10	43,06
Área de uso comum/recreação	12,90	31,96
Corredor	6,50	16,04
Hall de entrada	15,50	24,47
Banheiro	10,30	15,50

ANEXO B.IV – SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

Neste Anexo são descritos os critérios para a avaliação do sistema de aquecimento de água de edificações comerciais, de serviços e públicas 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 real com o consumo da condição de referência.

B.IV.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 ($C_{AA,real}$), e condição de referência ($C_{AA,ref}$), seguindo-se a Equação B.IV.1.

$$\mathrm{RedC_{AA}} = ((\mathrm{C_{AA,refD}} - \mathrm{C_{AA,real}}) / \mathrm{C_{AA,refD.}}) \cdot 100 \qquad \textbf{Equação (B.IV.1)}$$

Onde:
$RedC_{AA}$ é o percentual de redução do consumo de energia primária para a demanda de água quente (%);
$C_{AA,refD}$ é o consumo de energia primária para a demanda de água quente da condição de referência (kWh/ano);
$C_{AA,real}$ é o consumo de energia primária para a demanda de água quente da edificação real (kWh/ano).

B.IV.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.IV.2. Tal procedimento deve ser realizado para a edificação real e sua condição de referência.

$$\mathrm{C_{AA,real\ ou\ refD}} = (\mathrm{C_{AAE,real\ ou\ refD}} \cdot \mathrm{fc_E}) + (\mathrm{C_{AAT,real}} \cdot \mathrm{fc_T}) \qquad \textbf{Equação (B.IV.2)}$$

Onde:
C_{AA} é o consumo total de energia primária para aquecimento de água da edificação em sua condição real ($C_{AA,real}$) e em sua condição de referência ($C_{AA,refD}$) em kWh/ano;
C_{AAE} é o consumo total para aquecimento de água proveniente de fontes de energia elétrica em sua condição real ($C_{AAE,real}$) e condição de referência ($C_{AAE,refD}$) em kWh/ano;
fc_E 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 real ($C_{AAT,real}$) em kWh/ano;
fc_T é o fator de conversão de energia térmica para energia primária.

O consumo referente à energia elétrica (C_{AAE}) para a edificação real e condição de referência deve ser calculado por meio da Equação B.IV.3.1 e B.IV.3.2, respectivamente, e à energia térmica (C_{AAT}), quando existente, apenas para a edificação real conforme a Equação B.IV.4. 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.

$$\mathrm{C_{AAE,real}} = \mathrm{N_{ano}} \cdot \frac{\mathrm{E_{AAE}} - \mathrm{E_{AA,rec,sol}} + \mathrm{E_{per,E}}}{\mathrm{r_{aq,E}}} \qquad \textbf{Equação (B.IV.3.1)}$$

$$C_{AAE,refD} = N_{ano} \cdot \frac{E_{AAE} + E_{per,E}}{r_{aq,E}}$$ **Equação (B.IV.3.2)**

Onde:
C_{AAE} é o consumo de energia elétrica para aquecimento de água da edificação real ($C_{AAE,real}$) e sua condição de referência ($C_{AAE,refD}$) em kWh/ano;
N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano de acordo com a tipologia de acordo com a tipologia da edificação ou da parcela em que há uso de água quente, conforme Tabela Anexo A;
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); é importante destacar que 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.

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

Onde:
C_{AAT} é o consumo de energia térmica para aquecimento de água da edificação real (kWh/ano);
N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano de acordo com a tipologia de acordo com a tipologia da edificação ou da parcela em que há uso de água quente, conforme Tabela Anexo A;
E_{AAT} é a energia térmica requerida para o atendimento da demanda de água quente (kWh/dia);
$E_{AA,rec,sol}$ 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 rendimento do equipamento aquecedor de água de fonte térmica.
Quando houver o uso de energia proveniente das 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.IV.12) deve ser contabilizada em apenas uma das equações; ou seja, considera-se a energia dos sistemas de recuperação de calor na Equação B.IV.3, ou na Equação B.IV.4.

Nota: O consumo de energia térmica para o aquecimento de água deverá ainda ser expresso m³/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 m³ 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.IV.5 e B.IV.6.

$$E_{per,E} = E_{A,per,tot} \cdot PE_{AAE}$$ **Equação (B.IV.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.

$$E_{per,T} = E_{A,per,tot} - E_{per,E}$$ **Equação (B.IV.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.IV.7. Observa-se que a energia compensada pelo sistema térmico solar e de recuperação de calor não é contabilizada no cálculo deste percentual.

$$PE_{AAE} = \frac{E_{AAE}}{E_{AAE} + E_{AAT}} \qquad \textbf{Equação (B.IV.7)}$$

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.IV.3. Condições gerais

O consumo de energia necessário para o aquecimento de água em edificações comerciais, de serviços e públicas 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;
   b.1) Em edificações de uso misto, a parcela de energia gerada por sistemas de recuperação de calor e/ou por energia solar térmica que atenda também a parcela comercial de outra tipologia e/ou residencial deve ser distribuída proporcionalmente ao consumo de cada tipologia. Contabiliza-se as três parcelas principais da parte comercial da tipologia analisada (alíneas "a", "b" e "c") e se calcula sua participação percentualmente no total da edificação para a aplicação da fração respectiva aos sistemas que recuperam calor e/ou por energia solar térmica.

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;
   c.4) Em edificações de uso misto, as parcelas de compensação de perdas térmicas de componentes que também atendam à parcela comercial de outra tipologia, e/ou residencial, devem ser distribuídas proporcionalmente ao consumo de cada tipologia. Contabiliza-se as três parcelas principais da parte comercial da tipologia analisada (alíneas "a", "b" e "c") e se calcula sua participação percentualmente no total da edificação para a aplicação da fração respectiva a energia necessária para compensação de perdas térmicas do sistema de distribuição e de armazenamento;

d) Rendimento do equipamento aquecedor de água.

B.IV.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.IV.8), e para a energia térmica (Equação B.IV.9), visto que estas são atribuídas, posteriormente, às equações de consumo.

$$E_{AAE} = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V_{dia,e} \cdot \left(\theta_{A,uso} \text{ ou } \theta_{A,arm} - \theta_{A,0}\right)}{3600} \qquad \textbf{Equação (B.IV.8)}$$

Onde:
E_{AAE} é a energia elétrica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);
ρ 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 (m³/dia);
$\theta_{A,uso}$ ou $\theta_{A,arm}$ é a temperatura de uso da água para sistemas sem acumulação ou a temperatura de armazenamento para sistemas com acumulação (°C);
$\theta_{A,0}$ é a temperatura da água fria (°C).

$$E_{AAT} = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V_{dia,t} \cdot \left(\theta_{A,uso} \text{ ou } \theta_{A,arm} - \theta_{A,0}\right)}{3600} \qquad \textbf{Equação (B.IV.9)}$$

Onde:
E_{AAT} é a energia térmica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);
ρ 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 (m³/dia);
$\theta_{A,uso}$ ou $\theta_{A,arm}$ é a temperatura de uso da água para sistemas sem acumulação ou a temperatura 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.IV.5.2, deve ser realizado por meio da Equação B.IV.10.

$$E_{AA} = E_{AAE} + E_{AAT} \qquad \textbf{Equação (B.IV.10)}$$

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 sistemas com armazenamento de água quente, e para a avaliação do sistema em sua condição real, deve-se adotar valores compatíveis com as temperaturas de uso e características do sistema, conforme determinado em projeto. Para a avaliação do sistema em sua condição de referência, deve-se adotar 50 °C como o valor da temperatura de armazenamento ($\theta_{A,arm}$).

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>.

O volume diário de água quente na temperatura de uso para os sistemas sem acumulação deve ser calculado por meio da Equação B.IV.11a. Este é definido de acordo com a tipologia da edificação (ou da parcela da edificação cujo sistema de água quente é avaliado), utilizando-se a Tabela B.IV.1.

Para sistemas com acumulação, deve-se aplicar uma correção no volume diário de água quente a ser consumido que é calculado a partir da Equação B.IV.11a, considerando-se que nestes casos existe uma parcela de água quente a ser misturada com água fria para se atingir a temperatura de uso. É importante ressaltar que, desta forma, em ambos os sistemas o volume final de água a ser consumido é o mesmo.

Assim, a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente em sistemas com acumulação deverá ser calculada somente para a parcela de água quente misturada e, portanto, o volume diário demandado deverá ser corrigido utilizando-se a Equação B.IV.11b. Este volume corrigido deve, então, ser utilizado nas equações B.IV.8 ou B.IV.9, de acordo com a fonte de energia requerida.

$$V_{dia,e\ ou\ t} = \frac{\sum V_{dia,f} \cdot f}{1000} \qquad \textbf{Equação (B.IV.11a)}$$

Onde:
V_{dia} é o volume diário de consumo de água quente (m³/dia), para sistemas térmicos ($V_{dia,t}$) ou elétricos ($V_{dia,e}$);
$V_{dia,f}$ é o volume diário do consumo de água quente, por unidade considerada, em sistemas elétricos ou térmicos (L); deve-se adotar os valores da Tabela B.IV.1 conforme tipologia;
f é o número de unidades levadas em consideração e relacionado à tipologia da edificação, a atividade desenvolvida ou à classificação da edificação. Na Tabela B.IV.1 são exemplificadas algumas unidades, como “pessoas”, “leitos” ou “refeições”.

$$V_{corrigido} = \frac{V_{dia,e\ ou\ t} \cdot (\theta_{A,uso} - \theta_{A,0})}{(\theta_{A,arm} - \theta_{A,0})} \qquad \textbf{Equação (B.IV.11b)}$$

Onde:
$V_{corrigido}$ é o volume diário referente à parcela de água quente (m³/dia) corrigido, para sistemas com acumulação;
V_{dia} é o volume diário de consumo de água quente (m³/dia), para sistemas térmicos ($V_{dia,t}$) ou elétricos ($V_{dia,e}$);
$\theta_{A,uso}$ é a temperatura de uso da água conforme a região do Brasil (°C);
$\theta_{A,0}$ é a temperatura da água fria (°C);
$\theta_{A,arm}$ é a temperatura de armazenamento para sistemas com acumulação (°C);

Tabela B.IV.1 – Volume diário de consumo de água quente por tipologia

Tipologia*	**Volume de água (litros)**
Edificações educacionais	
Escola com alojamento, internatos (L/dia/pessoa)	50
Edificações de hospedagem	
Hotel (4 a 5 estrelas) com lavanderia (L/dia/leito)	120
Hotel (4 a 5 estrelas) sem lavanderia (L/dia/leito)	100
Hotel (1 a 3 estrelas) com lavanderia (L/dia/leito)	100
Hotel (1 a 3 estrelas) sem lavanderia (L/dia/leito)	70
Estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS)	
Clínica / Casa repouso (L/dia/leito)	120

Tipologia*	Volume de água (litros)
Edificações de alimentação	
Restaurante tradicional (L/dia/refeição)	10
Restaurante **self-service** (L/dia/refeição)	4
Lanchonete (L/dia/refeição)	2,6
Edificações esportivas	
Clubes e academias (L/dia/ponto de banho)	100

*Nas tipologias não existentes, devem ser utilizados dados de previsão de demanda de um projeto de água quente realizado por um profissional da área.
**O número de pessoas, leitos ou refeições deve ser informado pelo projetista.

B.IV.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.IV.12.

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

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, conforme item B.IV.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 o item B.IV.5.2.5 (kWh/dia).

Nota: No caso de coexistirem sistemas elétricos e térmicos de aquecimento de água em uma mesma edificação, 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.IV.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.IV.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, e se baseiam nos critérios especificados pela NBR 15569, em sua versão vigente. Os cálculos não são aplicáveis para sistemas de aquecimento em piscinas.

A determinação da energia para o aquecimento solar de água ($E_{AA,sol}$) pode ser realizada por um dos dois caminhos: 1) método detalhado, a partir da aplicação dos subitens B.IV.5.2.1 ao B.IV.5.2.5; 2) método simplificado, a partir do subitem B.IV.5.2.6, indicado para os casos em que as informações referentes ao

"fator de eficiência óptica do coletor, $F_R(\tau\alpha)_n$ " e do "coeficiente global de perdas do coletor - F_RU_L " não forem disponibilizadas pelos fabricantes de coletores solares.

B.IV.5.2.1. Energia solar 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.IV.13.

$$EI_{mês,i} = H_{dia} \cdot N_i \qquad \textbf{Equação (B.IV.13)}$$

Onde:
$EI_{mês,i}$ é a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores (kWh/(m².mês));
H_{dia} é a irradiação solar incidente no plano inclinado conforme a orientação do sistema (kWh/(m².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 – 2° Edição (2017), disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html>; tais informaçãoes 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;"
N_i é o número de dias do mês "i".

B.IV.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.IV.14.

$$E_{SAmês,i} = S_c \cdot F'_R(\tau\alpha) \cdot EI_{mês,i} \qquad \textbf{Equação (B.IV.14)}$$

Onde:
$E_{SAmês,i}$ é a energia solar mensal absorvida pelos coletores do mês "i" (kWh/mês), tal que i = 1, 2, 3, ..., 12;
S_c é a superfície de absorção total dos coletores solares (m²);
$EI_{mês,i}$ é a energia solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês "i" (kWh/(m².mês));
$F'_R(\tau\alpha)$ é o fator adimensional, calculado por meio da Equação B.IV.15.

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

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);
$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ é o modificador do ângulo de incidência; na ausência desta informação, adotar 0,96 para coletores com cobertura de vidro;
F'_R/F_R é o fator de correção do conjunto coletor/trocador; na ausência desta informação, adotar 0,95.

B.IV.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.IV.16.

$$EP_{mês,i} = S_c \cdot F'_R U_L \cdot \left(100 - \theta_{amb,i}\right) \cdot \Delta_{t,i} \cdot K_1 \cdot K_{2,i} \qquad \textbf{Equação (B.IV.16)}$$

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 (m²);
F'_RU_L é um fator de correção, em kW/(m².K), calculado pela Equação B.IV.17;
$\theta_{amb,i}$ 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.IV.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.IV.19.

$$F'_R U_L = F_R U_L \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot 10^{-3} \qquad \textbf{Equação (B.IV.17)}$$

Onde:
F_RU_L é o coeficiente global de perdas do coletor, obtido por meio de informações fornecidas pelos fabricantes de coletores solares (kW/(m².K));
F'_R/F_R é o fator de correção do conjunto coletor/trocador; na ausência desta informação, recomenda-se adotar 0,95.

Nota: O fator de eficiência óptica do coletor $(F_R(\tau\alpha)_n)$ e o coeficiente global de perdas do coletor (F_RU_L) são dados que eram anteriormente fornecidos pelas tabelas do PBE para coletores solares.

$$K_1 = \left[\frac{V}{75 \cdot S_C}\right]^{-0,25} \qquad \textbf{Equação (B.IV.18)}$$

Onde:
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 (m²).

$$K_2 = \frac{\left(11,6 + 1,18\,\theta_{A,uso} + 3,86\,\theta_{A,0} - 2,32\,\theta_{amb,i}\right)}{\left(100 - \theta_{amb,i}\right)} \qquad \textbf{Equação (B.IV.19)}$$

Onde:
$\theta_{A,uso}$ 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.IV.5.2.4. Fração solar mensal

O cálculo da fração solar mensal a partir dos valores de D1 e D2 é descrito por meio da Equação B.IV.20.

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

Onde:
f_i é a fração solar mensal (adimensional);
$D_{1,i}$ é o parâmetro do mês "i" calculado conforme a Equação B.IV.21;
$D_{2,i}$ é o parâmetro do mês "i" calculado conforme a Equação B.IV.22.

$$D_{1,i} = \frac{E_{SAmês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \qquad \textbf{Equação (B.IV.21)}$$

Onde:
$E_{SAmês,i}$ é a energia solar mensal absorvida pelos coletores (kWh/mês), obtida pela Equação B.IV.14;
N_i é o número de dias do mês "i";
E_{AA} é a energia requerida no atendimento da demanda de água quente (kWh/dia), calculada conforme a Equação B.IV.10.

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

Onde:
$EP_{mês,i}$ é a energia solar mensal não aproveitada pelos coletores (kWh/mês), obtida pela Equação B.IV.16;
E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela Equação B.IV.10;
N_i é o número de dias do mês "i".

B.IV.5.2.5. Energia para aquecimento solar de água

A energia para o 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.IV.23.

$$E_{AA,sol} = \frac{\sum_{i=1}^{12}(f_i \cdot E_{AA} \cdot N_i)}{365}$$ **Equação (B.IV.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} a energia total requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela Equação B.IV.10;
N_i é o número de dias do mês "i".

B.IV.5.2.6. Método simplificado para a determinação da energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico

Alternativamente ao método exposto no item B.IV.5.2.5, pode-se optar pelo método simplificado descrito neste item, que estima a energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico a partir da produção média mensal de energia do coletor solar térmico, fornecida nas tabelas do PBE (aplicação banho).

O cálculo da energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico é descrito na Equação B.IV.S.1.

$$E_{AA,sol} = P_{ES,dia} \cdot \left(\frac{H_{ano}}{5{,}350}\right)$$ **Equação (B.IV.S.1)**

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);
$P_{ES,dia}$ é a produção média diária de energia do sistema (kWh/dia), obtida pela Equação B.IV.S.2;
H_{ano} é a irradiação solar incidente no plano inclinado conforme a localidade e orientação do sistema (kWh/(m².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 – 2° Edição (2017), disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html";

$$P_{ES,dia} = \frac{\left(P_{ME,mês}.\ N_c\right)}{30{,}42}$$ **Equação (B.IV.S.2)**

Onde:
$P_{ES,dia}$ é a produção média diária de energia do sistema (kWh/dia);
$P_{ME,mês}$ é a produção média mensal de energia por coletor (kWh/mês), obtida pelas tabelas do PBE para coletores solares térmicos (aplicação banho);
N_c é o número de coletores solares do sistema.

B.IV.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.IV.24.

$$\mathrm{E_{A,per,tot}} = \mathrm{E_{A,per,tub}} + \mathrm{E_{A,per,recirc}} + \mathrm{E_{A,res}}$$ **Equação (B.IV.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.IV.6.1 até o B.IV.6.3.

B.IV.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 provenientes do 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.IV.25 deve ser utilizada para cálculo das perdas térmicas relativas à tubulação do sistema de distribuição de água quente.

$$\mathrm{E_{A,per,tub}} = \sum_{\mathrm{i}}^{\mathrm{n}} \left(\frac{\mathrm{H_{per,dist,i}}.\ \mathrm{F_{per,tub,i}} \cdot \mathrm{L_{tub,i}} \cdot \left(\theta_{\mathrm{A,dist\ ou\ arm}} - \theta_{\mathrm{A,0}}\right)}{1000} \right)$$ **Equação (B.IV.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 ($\mathrm{H_{per,dist}} = 2{,}083.\ \mathrm{V_{dia}}$) (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.IV.26;
$L_{tub,i}$ é o comprimento da tubulação do trecho "*i*" considerado (m);
$\theta_{A,dist\ ou\ arm}$ é a temperatura de da água na saída do aquecedor ($\theta_{A,dist}$) ou de armazenamento no reservatório ($\theta_{A,arm}$)(°C);
$\theta_{A,0}$ é a temperatura da água fria (°C).

Nota: A temperatura na saída do aquecedor ($\theta_{A,dist}$) deve estar de acordo com o especificado em projeto e demais premissas adotadas pelo projetista.

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

O cálculo do fator de perda em tubulações com isolamento deve ser efetuado por meio da Equação B.IV.26a e sem isolamento por meio da Equação B.IV.26b, ambas adaptadas da EN 15316-3-2 (2007).

$$F_{per,tubi\ ou\ per,recirc,i} = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda}\ln\frac{d_A}{d_R} + \frac{1}{\alpha_A . d_A}} \qquad \textbf{Equação (B.IV.26a)}$$

Onde:
$F_{per,tubi}$ é o valor do fator de perda em tubulaçõesdo sistema de distribuição (W/(m.K));
$F_{per,recirc,i}$ é o valor do fator de perda em tubulações do sistema de recirculação (W/(m.K));
λ 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);
α_A é o coeficiente de transferência de calor (W/(m².K)); adotar 8 W/(m².K) para tubulações com isolamento.

$$F_{per,tub,i\ ou\ per,recirc,i} = \alpha_A \cdot \pi \cdot d_A \qquad \textbf{Equação (B.IV.26b)}$$

Onde:
$F_{per,tub,i}$ é o valor do fator de perda em tubulações do sistema de distribuição (W/(m.K));
$F_{per,recirc,i}$ é o valor do fator de perda em tubulações do sistema de recirculação (W/(m.K));
d_A é o diâmetro da tubulação (m);
α_A é o coeficiente de transferência de calor (W/(m².K)); adotar 14 W/(m².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.IV.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.IV.27.

$$E_{A,per,recirc} = \sum_{i}^{n}\left(\frac{H_{per,recirc} \cdot F_{per,recirc,i} \cdot L_{recirc,i} \cdot \left(\theta_{A,setpoint} - \theta_{A,0}\right)}{1000}\right) \qquad \textbf{Equação (B.IV.27)}$$

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 adotado o número de horas indicado em projeto de recirculação, conforme automação ou acionamento da rede de distribuição do sistema. Caso contrário, utilizar 24 horas ($H_{per,recirc}$=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.IV.26;
$L_{recirc,i}$ é o comprimento da tubulação do sistema de recirculação (m), para o trecho "i" considerado;
$\theta_{A,setpoint}$ é a temperatura de **setpoint** do sistema de recirculação (°C);
$\theta_{A,0}$ é a temperatura da água fria (°C).

Nota: A temperatura de **setpoint** deve estar de acordo com o especificado em projeto e demais premissas adotadas pelo projetista.

B.IV.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 podem ser 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.IV.28.

As perdas térmicas associadas ao(s) reservatório(s) de água quente, indiretamente aquecido(s), 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.IV.28. Caso exista mais de um reservatório, deve-se calcular as perdas térmicas para uma unidade e então multiplicar o $E_{A,res}$ obtido pela quantidade de reservatórios do projeto.

$$E_{A,res} = \frac{(\theta_{A,arm} - \theta_{A,0})}{\Delta\theta_{A,res,sby}} \cdot E_{A,res,sby} \qquad \textbf{Equação (B.IV.28)}$$

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.IV.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.IV.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 a demanda total é composto por mais de um aquecedor, a contribuição de cada aquecedor deve ser calculada por meio da 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 deve ser 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 do Inmetro, para os equipamentos que fazem parte do programa. Para equipamentos que não fazem parte do PBE, pode-se adotar as informações com base em métodos, procedimentos e referências técnicas reconhecidos por mecanismos de avaliação da conformidade, desde que especificados, ou, utilizar os valores determinados na Tabela B.IV.2. Para equipamentos com mais de 10 anos, ou na ausência de valores de eficiência de ambos os casos, deve-se adotar o valor de referência disponibilizado na Tabela B.IV.3.

Nota: Na ocasião do uso de valores de referência fornecidos na Tabela B.IV.3, há uma penalização que automaticamente resultará em maior consumo de energia.

Tabela B.IV.2 –Tipos de sistemas de aquecimento de água e eficiências de equipamentos que não fazem parte do PBE

Sistema de água quente	**Eficiência (%)**
Sistema de aquecimento por resistência elétrica em imersão (**boiler**)	85
Aquecedor de acumulação a combustível sólido (lenha)	55
Bomba de calor elétrica para aquecimento exclusivo de água	200

Tabela B.IV.3 –Tipos de sistemas de aquecimento de água e eficiências de equipamentos com mais de 10 anos

Sistema de água quente	**Eficiência (%)**
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

ANEXO C – MÉTODO DE SIMULAÇÃO

Neste Anexo são estabelecidos os critérios para a avaliação de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas por meio dos métodos de simulação computacional termoenergética (C.I) e de iluminação natural (C.II).

As tipologias de edificações que podem ser avaliadas pelos métodos descritos pela INI são: escritório, educacionais, hospedagem, estabelecimentos assistenciais de saúde (exceto hospitais), varejo, alimentação e outras tipologias, conforme descrito no Anexo A. Não devem ser avaliadas por esta normativa as tipologias de hospitais, edificações cuja atividade principal seja a operação de data centers ou atividades industriais. A presença de áreas destinadas a data centers não impede a avaliação da edificação, desde que tais áreas representem até 20% da área útil da edificação.

Também não devem ser avaliados por esta normativa os ambientes de permanência prolongada que possuírem ventilação natural permanente.

Demais tipologias e edificações podem ser avaliadas a partir do método de simulação termoenergética, sendo este obrigatório para as edificações que não atendem às condições definidas na Tabela 6.1 do item 6 (subitem 6.1). Portanto, as edificações que possuírem aquecimento artificial, aberturas zenitais, bem como vidro em frente das paredes da fachada, fachadas ventiladas, ambientes de elevada geração de carga interna, dispositivos móveis de sombreamento interno automatizados, vidros com comportamento dinâmico a exemplo dos eletrocrômicos ou outras soluções de desempenho inovadoras, devem ser

avaliadas pelo método de simulação termoenergética, desde que essas soluções estejam implementadas nas tipologias descritas.

A partir das simulações termoenergéticas obtém-se o consumo final por uso dos sistemas individuais em energia elétrica. Os resultados obtidos pelos dados de saída da simulação devem ser utilizados no cálculo do consumo de energia primária da condição real ($C_{EP,real}$) e condição de referência ($C_{EP,ref}$), para posterior identificação da classificação de eficiência energética desta INI-C.

O método de simulação de iluminação natural aplica-se a todas as edificações nas quais se deseja computar o aproveitamento da iluminação natural com maior precisão. Podem ser estimados a redução da carga térmica total anual da da edificação para a avaliação da envoltória, o consumo de energia do sistema de iluminação artificial e o potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível.

ANEXO C.I – SIMULAÇÃO TERMOENERGÉTICA

C.I.1. Características do programa computacional para a simulação termoenergética

O programa computacional de simulação termoenergética deve possuir, no mínimo, as seguintes características:

e) Ser um programa para a análise do consumo de energia em edifícios;
f) Ser validado pela ASHRAE **Standard** 140;
g) Modelar 8.760 horas por ano;
h) Modelar variações horárias de ocupação, potência de iluminação e equipamentos, sistemas de condicionamento de ar e ventilação natural definidos, separadamente, para cada dia da semana e feriados;
i) Modelar efeitos de inércia térmica;
j) Modelar trocas de calor entre a edificação e o solo;
k) Calcular cargas térmicas latente e sensível;
l) Ser capaz de simular o sombreamento proveniente de elementos externos às zonas térmicas, como **brises**, sacadas e o entorno (quando considerado);
m) Ser capaz de simular os efeitos da ventilação cruzada em um ambiente, ou entre dois ou mais 4 ambientes.
n) Permitir a modelagem de multi-zonas térmicas;
o) Ter capacidade de simular os efeitos das estratégias bioclimáticas adotadas no projeto;
p) Caso a edificação proposta utilize sistema de condicionamento de ar, o programa deve permitir modelar todos os sistemas de condicionamento de ar presentes na edificação;
q) Determinar a capacidade solicitada pelo sistema de condicionamento de ar;
r) Calcular as horas não atendidas pelo sistema de condicionamento de ar;
s) Calcular as curvas de desempenho de carga parcial para o sistema de condicionamento de ar;
t) Calcular as curvas de correção de capacidade e eficiência para o sistema de aquecimento e refrigeração;
u) Caso a edificação proposta utilize ventilação natural, o programa deve permitir modelar os dados de entrada referentes ao funcionamento da ventilação natural na edificação; e
v) Produzir relatórios horários do uso final de energia.

C.I.2. Arquivo climático

O arquivo climático deve possuir informações que sejam representativas do clima da cidade onde a edificação está localizada. Deve-se utilizar os arquivos climáticos disponibilizados por meio do endereço: <http://pbeedifica.com.br/arquivos-climaticos>.

Caso a cidade de implantação da edificação não possua arquivo climático, deve ser utilizado o arquivo climático de uma cidade próxima, com clima semelhante. A semelhança entre climas deve considerar . A semelhança entre climas deve considerar a zona bioclimática do arquivo climático e da cidade, conforme ABNT NBR 15220-3, e a comparação da distância euclidiana, ponderando latitude, longitude e altitude.

O arquivo climático utilizado deve fornecer valores mensais de temperatura média do solo (°C) para todos os meses do ano, além dos seguintes valores horários representativos das 8.760 horas do ano climático típico:

– Temperatura de bulbo seco (°C);
– Temperatura do ponto de orvalho (°C);
– Umidade relativa (%);
– Pressão atmosférica (Pa);
– Intensidade de radiação horizontal de onda longa (Wh/m²);
– Radiação horizontal global (Wh/m²);
– Radiação normal direta (Wh/m²);
– Radiação horizontal difusa (Wh/m²);
– Direção do vento (°), considerando o sentido horário a partir da direção Norte; e
– Velocidade do vento (m/s).

C.I.3. Procedimento para a simulação

O método de simulação computacional avalia a eficiência energética da edificação real em relação à condição de referência. Neste método devem ser elaborados dois modelos:

a) O modelo na condição real, que conserva as características geométricas da edificação, as propriedades térmicas e as composições dos elementos transparentes, paredes e cobertura e as cargas internas;
b) O modelo na condição de referência, que representa a edificação avaliada, mas com características de referência, conforme item C.I.4.

Ambos os modelos da edificação devem ser simulados considerando o cálculo da carga térmica de refrigeração anual (CgTR) e de aquecimento anual (CgTA) das zonas térmicas. O cálculo da carga térmica de aquecimento deve ser contabilizado somente nas edificações em que há sistema de aquecimento previsto em projeto. A carga térmica total anual (CgTT) é o somatório da CgTR e da CgTA, e é utilizada para determinação da redução de carga térmica total anual (RedCgTT) da edificação e posterior definição da classificação de eficiência energética da envoltória da edificação, conforme item 8.2.1, assim como é utilizada também para o cálculo do percentual de redução do consumo de energia primária (RedCEP). Em edificações totalmente ou parcialmente ventiladas naturalmente ou híbridas, é possível calcular a fração de horas em desconforto (FHdesc) e descontar essa parcela da CgTR. O FHdesc é inversamente proporcional ao percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT). Mesmo para edificações 100% ventiladas naturalmente, é necessário calcular o valor da CgTT, a menos que o PHOCT da edificação seja maior ou igual a 90%.

Nota: Caso a edificação na sua condição real obtenha um valor de PHOCT maior ou igual a 90%, não deve ser calculada a CgTT para condição real e de referência. Neste caso, a classificação da envoltória será

automaticamente A e os consumos de energia voltados à refrigeração e ao aquecimento serão iguais a 0 (zero).

O cálculo da RedCgTT e da CgTT estão descritos no item C.I.7 deste Anexo, assim como o cálculo do consumo total de energia elétrica (CEE) e térmica (CET) da edificação. O cálculo do consumo de energia primária (CEP) e a sua redução RedCEP são descritas no item 8.1.

C.I.3.2 Método de avaliação

O procedimento de simulação termoenergética requer a modelagem de toda a edificação, incluindo as áreas de permanência prolongada (APP) e as áreas de permanência transitória (APT). Quando houver sistema de condicionamento de ar previsto em projeto para uma APT, essa área deve ser tratada como APP.

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

Pavimentos-tipo sequenciais, idênticos quanto à geometria e às características construtivas, podem ser modelados uma única vez, tendo os resultados de suas zonas térmicas atribuídos às respectivas zonas térmicas nos demais pavimentos-tipo. Pavimentos-tipo com cobertura ou piso parcialmente expostos devem ser modelados individualmente. Quando existentes, pavimentos no subsolo devem ser representados conforme o projeto.

Pavimentos com ambientes semienterrados devem ser contabilizados na avaliação de eficiência energética, desde que sejam constituídos de APPs.

Em edificações de uso misto, com pavimentos não residenciais e residenciais, a parcela da edificação com unidades habitacionais é tratada como residencial. É importante que as condições de contorno dos pavimentos avaliados sejam mantidas, para que o modelo se aproxime ao máximo do projeto. Portanto, para esses casos, modelar da seguinte forma:

a) Pavimentos residenciais em contato com pavimentos não-residenciais: O pavimento deve ser modelado como um único bloco, considerando a sua volumetria total e áreas envidraçadas conforme projeto, representado como APT;
b) Espaços residenciais e não-residenciais em um mesmo pavimento: A parcela residencial deve ser modelada como um bloco único, representada como APT;
c) Pavimentos residenciais que não estão em contato com pavimentos não-residenciais: Os pavimentos podem ser modelados como um volume único e suas áreas envidraçadas desconsideradas, representado como APT;

Quando o sistema de iluminação artificial for avaliado, o método de entrada da potência de iluminação deverá ser o mesmo para o modelo em sua condição real e para o modelo em sua condição de referência, podendo ser utilizada a densidade de potência de iluminação (DPI), em W/m², ou a potência de iluminação (PI), em W.

Quando a DPI for utilizada como dado de entrada, deverão ser adotados, no modelo em sua condição real, os valores de DPI conforme o projeto e, no modelo em sua condição de referência, os valores de DPI de referência estabelecidos conforme seção C.I.4. Quando a PI for utilizada como dado de entrada, deverão ser adotados, no modelo em sua condição real, os valores de PI conforme o projeto. Para o modelo em sua condição de referência, a PI deverá ser calculada a partir da multiplicação da DPI de referência estabelecida conforme A seção C.I.4 pela área de projeto de cada ambiente.

Em ambos os casos, a área utilizada para o cálculo da potência de iluminação deverá ser a área de projeto de cada ambiente. O sistema de iluminação artificial deverá ser considerado na simulação em todos os ambientes (APPs e APTs) onde houver previsão de instalação de iluminação artificial no projeto luminotécnico.

No modelo na condição real, é permitida a adoção do Fator de Ajuste de Potência (FAP), conforme item B.III.3.1, para sistemas com sensor de ocupação com desligamento automático e com programação e desligamento automáticos. Os ajustes de potência de iluminação decorrentes de controles relacionados à iluminação natural devem ser considerados somente a partir dos resultados obtidos pelo método apresentado no Anexo C.II.

Se não houver avaliação do sistema de iluminação artificial, deve ser adotado o valor de DPI de referência somente nos APPs, conforme os valores incluídos nas Tabelas do Anexo A, e de acordo com a tipologia, para o modelo na condição real e de referência.

Se a eficiência energética da parcela residencial da edificação for avaliada pelo método de simulação presente na INI-R, esses espaços podem ser modelados como unidades habitacionais, conforme o método de simulação da INI-R determina. A parcela residencial não deve ser avaliada pelo método da INI-C.

Para a análise da eficiência energética da envoltória da edificação, o modelo real deve representar a edificação a ser analisada, conforme as suas características volumétricas, de exposição ao exterior (incluindo o piso), percentuais de elementos transparentes e fator de abertura para ventilação, propriedades térmicas dos sistemas construtivos e presença de elementos de sombreamento externos fixos na fachada, ou entre-vidros, quando existentes (por exemplo, brises, beirais, venezianas e outros).

O modelo na condição de referência deve representar a edificação a ser analisada, adotando-se características de referência. Este modelo deve manter as características volumétricas do modelo real, sua exposição ao exterior (incluindo o piso), e alterando as características descritas nas Tabelas do Anexo A e no item C.I.4.

Quando houver espaços destinados à APP e ligados por APT, sem a presença de portas, deve-se considerar a APT integrada ao espaço de APP, englobando-a na zona térmica.

A modelagem das portas internas é opcional, sendo recomendada a sua consideração nas avaliações em modo naturalmente ventilado. Quando consideradas, as portas internas devem ser modeladas de forma idêntica nas condições real e de referência.

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

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

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

O entorno da edificação pode ser considerado ou não, a depender do projestista ou analista. Se considerado, deve ser modelado da mesma forma no modelo real e no modelo de referência. Devem ser representadas a sombra e a reflexão da radiação solar ocasionadas pelas principais superfícies do entorno, incluindo a influência do relevo, da pavimentação, de edificações e de corpos d’água. Devem ser considerados os elementos de entorno implantados até a data de aplicação dos procedimentos deste

documento, podendo ser incluídas estruturas cuja construção esteja prevista no mesmo projeto da edificação em análise. Eventuais modificações do entorno, ao longo da vida útil da edificação, podem impactar no desempenho inicialmente determinado, não implicando a não conformidade do projeto.

O condicionamento de ar dos ambientes da edificação dever ser modelado conforme o item C.I.6.

O aproveitamento da luz natural pode ser contabilizado pelo método de simulação e, quando contabilizado, deve ser incluído somente no modelo do edifício real, de acordo com o item C.II.

C.I.4. Edificação na condição de referência

O método de simulação computacional exige a modelagem da edificação real e do modelo na condição de referência para a definição da classificação de eficiência energética da edificação. O modelo na condição de referência é a edificação avaliada considerando características de sistemas construtivos e PAF, conforme a classificação D de eficiência energética da envoltória. Caso seja avaliado o sistema de iluminação e/ou do sistema de condicionamento de ar, a densidade de potência de iluminação (DPI) e o coeficiente de eficiência energética do ar-condicionado (CEE), respectivamente, devem ser considerados conforme condição de referência.

O modelo na condição de referência considera os valores estabelecidos nas tabelas do Anexo A e as definições do item C.I.4.1.

Para o percentual de área de abertura na fachada (PAF), o valor a ser considerado deverá atender ao especificado no Anexo A, por fachada.

Caso o consumo do sistema de iluminação (C_{IL}) for obtido via método de simulação, deverão ser adotados valores de Densidade de Potência de Iluminação Limite (DPIL) conforme o método adotado para a avaliação do sistema de iluminação (método do edifício completo ou método das atividades do edifício).Se não houver avaliação do sistema de iluminação artificial, deve ser adotado o valor de DPI de referência em todos os ambientes condicionados, conforme os valores incluídos nas Tabelas do Anexo A, e de acordo com a tipologia, para o modelo na condição real e de referência.

No modelo na condição de referência não são considerados os elementos de sombreamento externos fixos na fachada, como **brises** e venezianas, assim como não é considerada a presença de sacadas. Outros elementos que podem causar ângulos de sombreamento verticais ou horizontais nas fachadas, como circulações externas, devem ser considerados na condição real e de referência. Para o modelo de simulação computacional, elementos na cobertura que não são caracterizados como estratégias de eficiência energética, como por exemplo a caixa d'água, devem ser considerados no modelo real e de referência. O autossombreamento causado pela volumetria de edificações com formato L ou U deve ser considerado em ambos os modelos real e de referência.

O modelo na condição de referência deve ser modelado considerando as mesmas características de volume interno da edificação real, as áreas de superfícies expostas ao exterior, o norte geográfico e a área de piso total dos ambientes da edificação projetada. O modelo na condição de referência deve possuir a mesma divisão de zonas térmicas do modelo na condição real, assim como as demais características mencionadas anteriormente.

Os modelos na condição real e de referência devem manter a mesma condição de contato com o solo, exposição de pisos e cobertura, dentre outras condições de contorno.

Os dados de entrada não mencionados neste item devem ser modelados da mesma maneira para o modelo na condição real e para o modelo na condição de referência, respeitando as características da condição real.

C.I.4.1 Dados de entrada no método de simulação para o modelo na condição de referência

Para os sistemas construtivos devem ser adotados os valores de referência presentes nas tabelas do Anexo A, sendo inseridas as características térmicas presentes na Tabela A.9. Para as paredes internas, devem ser adotadas as mesmas características térmicas presentes no Anexo A. Entretanto, para a absortância, o valor a ser adotado nas superfícies internas deve ser o mesmo do modelo na condição real.

Nota 1: Quando o layout da edificação e a definição das zonas térmicas ainda não estiverem estabelecidos em projeto, pode ser adotada a divisão conforme zonas “perimetrais e internas”. Nesse caso, as separações entre zonas que não correspondam a elementos construtivos do projeto devem ser modeladas como “paredes de ar”, de forma idêntica nas condições real e de referência. Quando o zoneamento estiver definido no projeto, as zonas térmicas devem ser modeladas de acordo com essa definição.

Nota 2: Quando a divisão das zonas térmicas seguir o **layout** de paredes previsto em projeto, estas paredes internas entre zonas devem ser modeladas, na condição real, conforme o projeto; e, na condição de referência, conforme as características definidas no Anexo A.

A representação dos elementos transparentes da edificação na condição de referência deve ser realizada a partir do redimensionamento das áreas destes elementos no modelo real, de modo a atender ao especificado para o PAF das tabelas do Anexo A. O posicionamento dos elementos transparentes no modelo na condição de referência deve respeitar o mesmo posicionamento dos respectivos elementos transparentes do modelo na condição real. Para fachadas com duas ou mais aberturas com fechamento translúcido ou transparente, a modelagem na condição de referência pode considerar uma abertura única, respeitando o PAF estipulado no Anexo A. Caso a zona térmica possua duas ou mais fachadas com aberturas com fechamento translúcido ou transparente, na condição de referência essas mesmas fachadas deverão possuir elementos transparentes, respeitando o PAF estipulado no Anexo A em cada fachada.

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

Nas portas externas constituídas por elementos transparentes e pertencentes às zonas térmicas (como portas para varandas, terraços, sacadas, etc), deve-se utilizar os percentuais descritos nas tabelas do Anexo A para modelar a abertura no modelo na condição de referência, mesmo que as suas proporções finais resultem em dimensões incompatíveis com as de uma porta usual.

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

No modelo na condição de referência, o fator solar e a transmitância térmica dos elementos transparentes da zona térmica devem ser considerados com os valores das tabelas do Anexo A.

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

Áticos não ocupados, localizados entre a laje de cobertura do último pavimento e a cobertura da edificação, podem ser modelados explicitamente como zona térmica ou, de forma simplificada, como câmara de ar no sistema construtivo, em ambos os modelos, real e referência.Os dados de entrada não

mencionados nesta subseção devem ser modelados da mesma maneira para o modelo na condição real e para o modelo na condição de referência, respeitando as características do modelo na condição real

C.I.5. Padrão de uso da edificação: ocupação e cargas internas

A modelagem da edificação deve considerar a ocorrência de cargas internas por meio da ocupação dos usuários nas zonas térmicas, constituídas de áreas de permanência prolongada (APP) e do uso de iluminação artificial e de equipamentos. A modelagem das horas de ocupação e das horas de uso das cargas internas deve ser realizada igualmente para o modelo na condição real e para o modelo na condição de referência, conforme os padrões de uso estabelecidos na Tabela C.1.

Em edificações que existirem duas ou mais tipologias, conforme as descritas no Anexo A, cada tipologia deverá ser modelada considerando a carga interna da sua respectiva tipologia.

Tabela C.1 – Rotina de uso da edificação: pessoas, sistema de iluminação e equipamentos

Horário	Rotina de uso [%]							
	Tipologias com 8h de ocupação		Tipologias com 10h de ocupação		Tipologias com 12h de ocupação		Tipologias com 24h de ocupação[1]	
	Dias de semana	Demais dias	Dias de semana	Demais dias	Dias de semana	Demais dias	Dias de semana	Demais dias
00:00 – 00:59	0	0	0	0	0	0	100	100
01:00 – 01:59	0	0	0	0	0	0	100	100
02:00 – 02:59	0	0	0	0	0	0	100	100
03:00 – 03:59	0	0	0	0	0	0	100	100
04:00 – 04:59	0	0	0	0	0	0	100	100
05:00 – 05:59	0	0	0	0	0	0	100	100
06:00 – 06:59	0	0	0	0	0	0	100	100
07:00 – 07:59	0	0	100	0	100	0	100	100
08:00 – 08:59	0	0	100	0	100	0	100	100
09:00 – 09:59	100	0	100	0	100	0	100	100
10:00 – 10:59	100	0	100	0	100	0	100	100
11:00 – 11:59	100	0	100	0	100	0	100	100
12:00 – 12:59	100	0	100	0	100	0	100	100
13:00 – 13:59	100	0	100	0	100	0	100	100
14:00 – 14:59	100	0	100	0	100	0	100	100
15:00 – 15:59	100	0	100	0	100	0	100	100
16:00 – 16:59	100	0	100	0	100	0	100	100
17:00 – 17:59	0	0	0	0	100	0	100	100
18:00 – 18:59	0	0	0	0	100	0	100	100
19:00 – 19:59	0	0	0	0	0	0	100	100
20:00 – 20:59	0	0	0	0	0	0	100	100
21:00 – 21:59	0	0	0	0	0	0	100	100
22:00 – 22:59	0	0	0	0	0	0	100	100
23:00 – 23:59	0	0	0	0	0	0	100	100

[1] Nas tipologias com 24h de ocupação, o número de pessoas é reduzido para 60% da ocupação total.

Nota 1: Para os dias de ocupação do ano, devem ser adotados os valores definidos nas tabelas de tipologias do Anexo A.

Nota 2: A densidade de potência de equipamentos (DPE) deve ser calculada em função da área das zonas térmicas, considerando os valores pré-determinados para cada tipologia das Tabelas do Anexo A, devendo ser igual na condição real e condição de referência. Na modelagem devem ser adotados os valores de calor metabólico apresentados na Tabela C.2, expressos em watts (W) de acordo com a tipologia da

edificação. Esses valores correspondem a taxas médias de geração de calor sensível e latente associadas ao nível de atividade característico de cada ambiente, devendo ser aplicados na definição das cargas internas correspondentes aos ocupantes.

Tabela C.2 – Calor metabólico por pessoa segundo a tipologia da edificação (W).

Tipologia	**Calor produzido por uma pessoa de 1,80 m² de área de superfície corporal (W)**
Escritórios	125
Educacionais	180
Hospedagem	100
Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), exceto hospitais	125
Varejo e serviços	180
Supermercados e mercados	180
Serviços de alimentação	235

Fonte: adaptado de BS EN ISO 7243 (2017).

Nota 3: No caso de tipologia não descrita na Tabela C.3, o projetista deve declarar em memorial entregue ao OIA o valor de calor metabólico adotado no modelo de simulação termoenergética.

C.I.6. Modelagem do sistema de condicionamento de ar da edificação

Este subitem está dividido em duas partes. O subitem C.I.6.1 estabelece a modelagem com o sistema de cálculo de carga térmica ideal, aplicável a todas as edificações, inclusive as atendidas por sistemas centrais pelo método central simplificado, do qual se obtém a carga térmica de refrigeração anual (CgTR) empregada no SPLV. O subitem C.I.6.2 estabelece a modelagem explícita do sistema de condicionamento de ar real, exigida no caso das edificações atendidas por sistemas centrais avaliadas pelo método central completo.

C.I.6.1 Determinação da carga térmica pelo sistema de cálculo de carga térmica ideal

Para a classificação da envoltória, de acordo com o item 8.2.1, todas as edificações devem ser avaliadas considerando o percentual de redução de carga térmica total (RedCgTT) do modelo real em relação ao modelo de referência. A RedCgTT deve ser obtida por meio da simulação da carga térmica. Para a classificação geral da edificação, de acordo com o item 8.1, deve ser calculado o consumo de energia elétrica para refrigeração (C_R) e de energia elétrica e/ou térmica para aquecimento (C_{AE} e C_{AT}) do sistema de condicionamento de ar, este último quando existente.

O cálculo da RedCgTT, C_R, C_{AE} e C_{AT} a partir dos resultados do método de simulação deve seguir as equações determinadas no item C.I.7.

Os modelos devem utilizar, nas zonas térmicas, um sistema de cálculo da carga térmica de refrigeração que seja considerado ideal, ou seja, que opere sem perdas de energia na retirada ou adição de calor da zona térmica. O cálculo da carga térmica de refrigeração deve considerar a temperatura de **setpoint** de 24 °C, com acionamento somente nos períodos em que a zona térmica estiver ocupada.

Os modelos (na condição real e de referência) devem adotar taxa de renovação de ar adequada conforme os parâmetros da NBR 17037 e NBR 16401, em suas versões vigentes.

Para as edificações em que há o projeto do sistema de condicionamento de ar voltado ao aquecimento, deverá ser modelado o sistema ideal de cálculo de carga térmica para aquecimento, tanto para a condição real quanto para de referência, adotando-se o setpoint de 21 °C, com acionamento condicionado à

ocorrência de ocupação da zona térmica. Tanto para o modelo real quanto para a referência deverá ser obtida a carga térmica de aquecimento da edificação (CgTA).

O cálculo da carga térmica deve ser equivalente à soma das cargas térmicas sensíveis e latentes, incluindo a carga térmica devido a renovação de ar (ar externo).

Neste modelo, todas as portas e janelas devem permanecer fechadas, considerando a infiltração por frestas conforme a Tabela C.3.

Nota 1: É possível modelar o sistema de condicionamento de ar real (conforme projeto) na simulação termoenergética e, quando considerado, deve ser adotado somente no modelo do edifício real. Para a consideração do sistema real de condicionamento de ar, o máximo de horas ocupadas em que as condições de conforto térmico não foram atendidas pelo sistema de condicionamento e ar deve ser de 10% das horas de funcionamento do sistema. Neste caso, para o modelo real deve ser obtido como resultado da simulação a carga térmica de refrigeração (CgTR) e o consumo do sistema de condicionamento de ar para a refrigeração (C_R). Caso a edificação tenha de aquecimento, deve ser obtida a carga térmica de aquecimento (CgTA) e o consumo para aquecimento do sistema de condicionamento de ar (C_{AE} e/ou C_{AT}).

Nota 2: A edificação de referência sempre considerará a simulação do sistema ideal de carga térmica. A partir dessa simulação serão obtidos os resultados de carga térmica de refrigeração (CgTR) e de aquecimento (CgTA), este somente quando necessário. O cálculo do consumo do sistema de condicionamento de ar para a refrigeração (C_R) e aquecimento (C_{AE}) deve ser realizado conforme o item C.I.7.

Nota 3: Caso a edificação seja 100% ventilada naturalmente, sem a previsão de uso de ar-condicionado, é possível simular somente o modelo ventilado naturalmente. Entretanto, todos os ambientes de permanência prolongada da edificação deverão apresentar percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) maior ou igual a 90%.

Em edificações híbridas, em que há a previsão de uso da ventilação natural em alguns períodos, é possível simular o modelo na condição real considerando um segundo modo de climatização, em que há a abertura das janelas a fim de resfriar os ambientes. Neste modo de operação deve ser calculado o PHOCT, e posteriormente a fração de horas de desconforto por calor (FH_{des}), conforme item C.I.7. Com este indicador, é possível reduzir o valor da CgTR do modelo na condição real antes do cálculo da $CgTT_{REAL}$, a fim de contabilizar o potencial da ventilação natural em reduzir as temperaturas internas. Neste caso, é necessário simular dois modos de climatização, um com o sistema ideal de carga térmica e o outro com o uso da ventilação natural. O potencial da ventilação natural em resfriar os ambientes deve ser considerado somente no modelo na condição real.

Nota 4: Caso a edificação tenha APPs em que não há a previsão de uso de ar-condicionado, mas que será permitida a ventilação natural, e também APPs com a previsão de uso de ar-condicionado, há a possibilidade de simular os dois tipos de climatização em um único modelo. Assim, onde há a previsão do uso de ar-condicionado, deve-se simular considerando o sistema ideal de carga térmica, e onde não há, simular os ambientes ventilados naturalmente. Entretanto, tais ambientes devem garantir o PHOCT mínimo de 90%. Caso contrário, a simulação da climatização deverá seguir o estipulado anteriormente; ou seja, deve ser simulado dois modelos distintos de climatização, um com o sistema ideal de carga térmica para todos os ambientes e o outro com uso da ventilação natural para posterior desconto do FH_{desc} na CgTR.

Para o desconto do FH_{desc}, no caso de todas as zonas térmicas serem híbridas ou ventiladas naturalmente, é possível descontar a FH_{desc} da CgTR total da edificação. Caso a edificação seja parcialmente híbrida ou naturalmente ventilada, a FH_{desc} deve ser descontada da CgTR da zona térmica em que a ventilação natural é permitida.

A determinação do percentual das horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) deve seguir as diretrizes da ABNT NBR 16401-2 em sua versão vigente.

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

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

Assim como o modelo com o sistema ideal de carga térmica, as janelas das zonas térmicas devem considerar a infiltração por frestas, quando fechadas, adotando-se os coeficientes da Tabela C.3. Quanto às portas internas e externas, todas devem ser consideradas como fechadas, e com infiltração por frestas, adotando-se os coeficientes da Tabela C.3.

As janelas das APTs devem ser consideradas sempre fechadas e com infiltração por frestas, durante todo o ano, de acordo com a Tabela C.3.

Tabela C.3 – Descrição dos parâmetros da ventilação natural para portas e janelas nas zonas térmicas

Parâmetros	**Portas**	**Janelas**
Coeficiente de fluxo de ar por frestas, quando a abertura está fechada (kg/(s.m))	0,0024	0,00063
Expoente de fluxo de ar por frestas quando a abertura está fechada (adimensional)	0,59	0,63
Coeficiente de descarga (C_d) da abertura (adimensional)	0,60	0,60

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

C.I.6.2 Sistemas centrais e sistema de condicionamento de ar de referência

As edificações atendidas por sistemas centrais devem ser avaliadas por meio do SPLV, conforme o Anexo B.II, subitem B.II.4.2. No método central simplificado, a carga térmica de refrigeração anual (CgTR) é obtida conforme o subitem C.I.6.1, e o SPLV é tratado integralmente conforme especificado no Anexo B.II. Este subitem C.I.6.2 estabelece os requisitos da modelagem explícita do sistema real, exigida apenas no método central completo.

No método central completo, deve ser modelado explicitamente apenas o sistema real, no modelo da edificação em sua condição real, do qual se obtém diretamente o $C_{R,real}$. A modelagem deve compreender o sistema completo, incluindo componentes e seus tipos de controle. O sistema de referência não deve ser modelado. Neste caso, o $C_{R,ref}$ deve ser obtido pela Equação C.I.3, dividindo-se a $CgTR_{ref}$ pelo SPLV de referência, conforme a Tabela B.II.2.

C.I.7. Saídas da simulação, classificação geral da edificação e dos sistemas individuais da envoltória e iluminação

Os dados de saída da simulação devem ser solicitados a cada hora, para todos os modelos analisados, apresentando um total de 8.760 valores para cada variável.

A partir da simulação termoenergética, deverão ser obtidos os valores referentes à carga térmica total anual de refrigeração e aquecimento (quando existente) da edificação, bem como os consumos de energia dos sistemas individuais aplicáveis (ar condicionado ou sistema de iluminação).

O modelo com o uso da ventilação natural deve solicitar como variável de saída a temperatura operativa horária de cada zona térmica da edificação, para os horários em que há ocupação na zona térmica.

Em ambos os modelos, é necessário extrair também o dado de saída referente ao período de ocupação da zona térmica.

Para a avaliação da classificação geral é necessário o cálculo da redução do consumo de energia primária da edificação na condição real em relação à condição de referência ($RedC_{EP}$). Este cálculo deve ser realizado de acordo com as equações 8.1, 8.2, 8.3 e 8.4, determinadas no item 8.1 deste documento. Essas equações utilizam o consumo total de energia elétrica (C_{EE}) e térmica (C_{ET}) da edificação, que devem ser calculados de acordo com as equações a partir da Equação C.I.1.

O consumo total de energia elétrica da edificação em sua condição real ($C_{EE,real}$), e condição de referência ($C_{EE,ref}$) é composto pela soma dos consumos de refrigeração ($C_{R,real\ e\ ref}$) e aquecimento do sistema de condicionamento de ar em energia elétrica ($C_{AE,real\ e\ ref}$), iluminação ($C_{IL,real\ e\ refD}$), aquecimento de água em energia elétrica ($C_{AAE,real\ e\ ref}$) e consumo de equipamentos (C_{EQ}), conforme descrito pela Equação C.I.7.1.

$$C_{EE,real\ ou\ refD} = C_{R,real\ ou\ refD} + C_{AE,real\ ou\ refD} + C_{IL,real\ ou\ refD} + C_{AAE,real\ ou\ refD} + C_{EQ}$$ **Equação C.I.1**

Onde:

C_{EE} é o consumo total de energia elétrica da edificação real ($C_{EE,real}$) ou condição de referência ($C_{EE,refD}$) (kWh/ano);
C_R é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar da edificação real ($C_{R,real}$) ou condição de referência ($C_{R,refD}$) (kWh/ano);
C_{AE} é o consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar em energia elétrica da edificação real ($C_{AE,real}$) ou condição de referência ($C_{AE,refD}$) (kWh/ano);
C_{IL} é o consumo do sistema de iluminação da edificação real ($C_{IL,real}$) ou condição de referência ($C_{IL,refD}$) (kWh/ano);
C_{AAE} é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia elétrica da edificação real ($C_{AAE,real}$) ou condição de referência ($C_{AAE,refD}$) (kWh/ano);
C_{EQ} é o consumo de equipamentos (kWh/ano).

O consumo de equipamentos deve ser obtido via simulação, e o seu valor deve ser igual para a edificação real e sua condição de referência, conforme determinado no subitem B.I.2.2.2.1.

O consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar da edificação na condição de referência ($C_{R,ref}$) deve ser calculado de acordo com a Equação C.I.2, a partir do resultado de carga térmica total de refrigeração da edificação na condição de referência ($CgTR_{ref}$) dividido pelo valor 3,24, que corresponde ao CEE_R do sistema de condicionamento de ar da edificação na condição de referência.

$$C_{R,ref} = CgTR_{ref}/3{,}24$$ **Equação C.I.2**

Onde:

$C_{R,ref}$ é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar da edificação na condição de referência (kWh/ano);
$CgTR_{ref}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação na condição de referência (kWh/ano).
Nota: Quando a CgTR é calculada por meio do método de simulação, esta deve incluir a carga térmica devido a renovação de ar.

Nas edificações atendidas por sistemas centrais, o valor "3,24" da Equação C.I.3 deve ser substituído pelo SPLV do sistema central de referência, obtido na Tabela B.II.2, para ambos os métodos (método central simplificado e completo).

O consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar da edificação na condição de referência proveniente de fonte elétrica ($C_{AE,ref}$) deve ser calculado de acordo com a Equação C.I.3, a partir do resultado de carga térmica total de aquecimento da edificação na condição de referência ($CgTA_{ref}$), dividido pelo valor 3,24, que corresponde ao CEE_A do sistema de condicionamento de ar da edificação na condição de referência.

$$C_{AE,ref} = CgTA_{ref}/3{,}24 \qquad \textbf{Equação C.I.3}$$

Onde:
$C_{AE,ref}$ é o consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar em energia elétrica da edificação na condição de referência (kWh/ano);
$CgTA_{ref}$ é a carga térmica de aquecimento anual da edificação na condição de referência (kWh/ano).
Nota: Quando CgTA é calculada por meio do método de simulação, esta deve incluir a carga térmica devido a renovação de ar.

O consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar da edificação real ($C_{R,real}$) deve ser calculado de acordo com a Equação C.I.5, a partir do resultado de carga térmica total de refrigeração da edificação real ($CgTR_{real}$) dividido pelo valor de CEE_R do sistema de condicionamento de ar da edificação real, determinado conforme Anexo B.II. Caso seja modelado o sistema de condicionamento real, o valor do $C_{R,real}$ deve ser obtido diretamente da simulação e, portanto, não deve ser dividido pelo CEE_R.

Nas edificações atendidas por sistemas centrais, e avaliadas pelo método central simplificado, o CEE_R da Equação C.I.4 deve ser o SPLV do sistema real, determinado conforme o Anexo B.II, subitem B.II.4.2, sem o desconto da fração de horas de desconforto (FH_{desc}), que deve ser aplicado uma única vez por meio da $CgTR_{final,real}$.

$$C_{R,real} = CgTR_{final,real}/CEE_R \qquad \textbf{Equação C.I.4}$$

Onde:
$C_{R,real}$ é o consumo de refrigeração do sistema de condicionamento de ar da edificação real (kWh/ano);
$CgTR_{final,real}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação real, já descontado o valor do FH_{desc}, caso existente (kWh/ano); quando a CgTR é calculada por meio do método de simulação, esta deve incluir a carga térmica devido a renovação de ar.CEE_R é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração.

Caso seja considerado o aproveitamento da ventilação natural, deve-se computar a fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação (FH_{desc}). Dessa forma, o valor da $CgTR_{final,real}$ é o valor da carga térmica de refrigeração da edificação na condição real ($CgTR_{real}$) descontada a fração das horas ocupadas em desconforto FH_{desc}, conforme a Equação C.I.5. Caso não seja considerada a ventilação natural, a $CgTR_{final,real}$ é igual à $CgTR_{real}$.

$$CgTR_{final,real} = CgTR_{real} \cdot FH_{desc} \qquad \textbf{Equação C.I.5}$$

Onde:
$CgTR_{final,real}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação real, já descontado o valor do FH_{desc}, caso existente (kWh/ano);
$CgTR_{real}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação real (kWh/ano);
FH_{desc} é a fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação.

O FH_{desc} é calculado com base no valor do percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT), conforme a Equação C.I.6.

$$FH_{desc} = (100 - PHOCT)/100$$ **Equação C.I.6**

Onde:
FH_{desc} é a fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação (adimensional);
PHOCT é o percentual de horas ocupadas em conforto térmico (%).

O consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar da edificação real ($C_{AE,real}$) deve ser calculado de acordo com a Equação C.I.7, a partir do resultado de carga térmica total de aquecimento da edificação real ($CgTA_{real}$) dividido pelo valor de CEE_A do sistema de condicionamento de ar da edificação real. Caso seja modelado o sistema de condicionamento real, o valor do $C_{A,real}$ deve ser obtido diretamente da simulação e, portanto, não deve ser dividido pelo CEE_A.

$$C_{R,real} = CgTA_{real}/CEE_A$$ **Equação C.I.7**

Onde:
$C_{R,real}$ é o consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar da edificação real (kWh/ano);
$CgTA_{real}$ é a carga térmica de aquecimento anual da edificação real (kWh/ano);
CEE_A é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para aquecimento. Para sistemas de condicionamento de ar **split** e de janela, deve-se considerar o valor de 1,72 + (0,5. CEE_R) para todas as zonas bioclimáticas para o modelo real, ou dado do fabricante.

O consumo total de energia térmica da edificação é exclusivo da condição real ($C_{ET,real}$), sendo equivalente ao somatório do consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar em energia térmica ($C_{AT,real\ e\ ref}$) e do sistema de aquecimento de água em energia térmica ($C_{AAT,real}$), quando existentes, conforme Equação C.I.8.

$$C_{ET,real} = C_{AT,real} + C_{AAT,real}$$ **Equação C.I.8**

Onde:
$C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real (kWh/ano);
$C_{AT,real}$ é o consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar em energia térmica da edificação real ($C_{AT,real}$) (kWh/ano);

$C_{AAT,real}$ é o consumo do sistema de aquecimento de água em energia térmica da edificação real (kWh/ano).
O consumo de aquecimento do sistema de condicionamento de ar da edificação real em energia térmica ($C_{AT,real}$), assim como o consumo do sistema de condicionamento de ar para refrigeração ($C_{RE,real}$) e aquecimento ($C_{AE,real}$) em energia elétrica, quando modelado o sistema real de ar-condicionado, deve ser obtido diretamente da simulação termoenergética da edificação em sua condição real.

Nota 1: Edificações que utilizam fontes de energia térmica voltadas para o atendimento da demanda de água quente e/ou para o sistema de condicionamento de ar, terão sempre como condição de referência o consumo de energia de fonte elétrica.

Para a classificação geral da edificação, os valores do consumo de energia elétrica do sistema de iluminação em sua condição real ($C_{IL,real}$) e condição de referência ($C_{IL,refD}$), provenientes da simulação termoenergética, devem ser utilizados no cálculo do consumo total de energia elétrica da edificação na condição real ($C_{EE,real}$) e de referência ($C_{EE,refD}$). Para a classificação do sistema de iluminação, esses valores também devem ser utilizados no cálculo do percentual de redução do consumo de iluminação ($RedC_{IL}$), conforme a Equação B.III.1 do Anexo B.III. Em seguida, deve-se seguir com a classificação de eficiência energética do sistema de iluminação de acordo com os procedimentos descritos em 8.2.3.

Para a avaliação da envoltória, os valores de carga térmica total anual da edificação em sua condição real ($CgTT_{real}$) e condição de referência ($CgTT_{ref}$), provenientes da simulação termoenergética, devem ser utilizados no cálculo do percentual de redução da carga térmica total anual da envoltória (RedCgTT), conforme a C.I.9. Em seguida, deve-se seguir com a classificação de eficiência energética do sistema de acordo com os procedimentos descritos em 8.2.1.

$$RedCgTT = ((CgTT_{refD} - CgTT_{real})/CgTT_{refD}).100 \qquad \textbf{Equação C.I.9}$$

Onde:
RedCgTT é o percentual de redução da carga térmica total anual da envoltória (%);
$CgTT_{refD}$ é a carga térmica total anual da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);
$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual da edificação em sua condição real (kWh/ano).

O cálculo da carga térmica total anual da edificação na sua condição de referência ($CgTT_{refD}$) corresponde ao somatório da carga térmica do sistema de condicionamento de ar da condição de referência para a refrigeração ($CgTR_{ref}$) e de aquecimento ($CgTA_{ref}$), quando existente, conforme Equação C.I.10.

$$CgTT_{refD} = CgTR_{ref} + CgTA_{ref} \qquad \textbf{Equação C.I.10}$$

Onde:
$CgTT_{refD}$ é a carga térmica total anual da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);
$CgTR_{ref}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação na condição de referência (kWh/ano);
$CgTA_{ref}$ é a carga térmica de aquecimento anual da edificação na condição de referência (kWh/ano).

O cálculo da carga térmica total anual da edificação na sua condição real ($CgTT_{real}$) corresponde ao somatório da carga térmica do sistema de condicionamento de ar da condição real voltada à refrigeração ($CgTR_{final,real}$) e de aquecimento ($CgTA_{real}$), quando existente, conforme Equação C.I.11. A $CgTR_{final,real}$ deve considerar o desconto do FH_{desc} quando este for analisado, conforme Equação C.I.6.

$$CgTT_{real} = CgTR_{final,real} + CgTA_{real} \qquad \textbf{Equação C.I.11}$$

Onde:
$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual da edificação em sua condição real (kWh/ano);
$CgTR_{final,real}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação real, já descontado o valor do FH_{desc}, caso existente (kWh/ano);
$CgTA_{real}$ é a carga térmica de aquecimento anual da edificação na condição real (kWh/ano).

ANEXO C.II – SIMULAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL

O método de simulação deve ser aplicável tanto para a determinação do potencial de integração entre o sistema de iluminação elétrica e de iluminação natural (subitem B.III.3.3), quanto para o cômputo da redução do consumo energético em função da instalação de fotossensores (envoltória, subitem B.I.2.2.2.2 e sistema de iluminação, subitemB.III.3).

C.II.1. Características do programa computacional para a simulação de iluminação natural

O programa computacional de simulação de iluminação natural deve possuir, no mínimo, as seguintes características:

a) Ser um programa para a análise da iluminação natural em edifícios;
b) Possibilitar a modelagem climática anual horária ou sub-horária por meio de arquivos climáticos, conforme item C.II.2 (modelar 8.760 horas por ano);

c) Modelar a posição e a intensidade solar, bem como a luminância e a distribuição da abóboda celeste utilizando os modelos de céu de Perez et al. (1993a e 1993b) ou por meio da CIE ISO 15569:2004 (ISO, 2004);
d) Utilizar divisão de céu para a modelagem do sol com ângulo inferior a 5°, ou com mais de 2.305 divisões;
e) Utilizar programas que adotem o algoritmo do raio traçado ou da radiosidade;
f) Permitir a modelagem espacial geométrica e das propriedades dos materiais como as transmintâncias e refletâncias, bem como das soluções tecnológicas ou de geometrias complexas a serem avaliadas, conforme descrito no item C.II.3;
g) Permitir a modelagem e operação de persianas e cortinas conforme o algoritmo presente na versão mais atual da IES LM-83; e
h) O programa deve oferecer resultados em formato que permita aos usuários examiná-los graficamente, incluindo a geometria avaliada, a malha de pontos e a sua relação com o norte verdadeiro. Deve-se permitir a leitura dos resultados de ALNE para cada plano de análise individualmente, bem como de ALN para cada ponto de análise.

C.II.2. Arquivo climático para a simulação de iluminação natural

O arquivo climático utilizado deve possuir, no mínimo, as seguintes características:

a) Conter uma série temporal anual de 8.760 valores horários anuais (365 dias);
b) Fornecer os parâmetros requeridos pelo programa de simulação computacional, tais como irradiação/iluminância horizontal global, irradiação/iluminância direta normal e irradiação/iluminância difusa horizontal;
c) Os dados climáticos devem ser representativos da classificação climática onde o projeto proposto será locado e, caso o local do projeto não possuir arquivo climático, deve-se utilizar dados climáticos de uma região próxima que possua características climáticas semelhantes; e
d) Devem ser utilizados, preferencialmente, arquivos climáticos publicados no endereço: <http://pbeedifica.com.br/arquivos-climaticos>; a seleção de outro tipo de arquivo climático deve ser devidamente justificada. Caso seja realizada a simulação termoenergética, deve ser utilizado, para a simulação de iluminação natural, o mesmo arquivo climático adotado na simulação termoenergética.

C.II.3. Procedimentos de modelagem para a simulação de iluminação natural

C.II.3.1. Modelagem da edificação

O modelo da edificação deve contemplar as seguintes características:

a) A volumetria da edificação deve ser modelada como um todo, independentemente de quais ambientes serão avaliados.
b) Modelar qualquer abertura que seja capaz de permitir a entrada de luz natural no interior dos ambientes avaliados, seja de forma direta ou indireta. As aberturas devem ser modeladas com os vidros fechados.
c) Todos os detalhes das aberturas, como esquadrias, peitoril, batentes e montantes, etc, maiores do que 5 cm devem ser modelados[3]. Alternativamente, esses detalhes das aberturas podem ser agrupados e a sua área calculada como “área de oclusão”. Essa área é utilizada para se determinar

[3] Quando os detalhes das esquadrias não forem conhecidos, deve-se assumir um fator de redução em relação ao vão de abertura de 20% para aberturas laterais, e de 10% para as zenitais.

a razão entre a área de oclusão e a área bruta do vão, resultando no fator de redução da transmissão visível do vidro, conforme a Equação C.II.1. A área de abertura adotada para a simulação deve ser a área do vão da abertura e a transmissão visível, corrigida pelo fator de redução, conforme a Equação C.II.2.

$$\mathrm{FR_{Tvis}} = \frac{\mathrm{A_O}}{\mathrm{A_B}} \qquad \textbf{Equação (C.II.1)}$$

Onde:
FR_{Tvis} é o fator de redução da transmissão visível do vidro (adimensional);
A_O é a área de oclusão (m²); e
A_B é a área bruta da abertura (m²).

$$\mathrm{T'_{vis}} = \mathrm{T_{vis}} \cdot (100 - \mathrm{FR_{Tvis}}) \qquad \textbf{Equação (C.II.2)}$$

Onde:
T'_{vis} é a transmissão visível do vidro corrigida;
T_{vis} é a transmissão visível do vidro; e
FR_{Tvis}é o fator de redução da transmissão visível do vidro.

d) A transmissão luminosa visível dos vidros deve ser modelada descontando-se o fator de depreciação por sujeiras. O fator de depreciação para aberturas verticais deve ser de 5%; para aberturas inclinadas a ângulos verticais entre 85° e 20° deve ser de 10%, e para aberturas horizontais ou com inclinação menor que 20°, de 15%;
e) Modelar elementos de proteção solar fixos ou móveis, incluindo toldos. Deve-se especificar a condição usada para a simulação de elementos móveis. Elementos de proteção solar ou redirecionadores de luz devem ser modelados com acuracidade em relação ao ângulo, dimensão, posição e propriedades óticas. Quando a refletância das superfícies desses elementos for desconhecida, considerar 30%;
f) As refletâncias das superfícies devem ser as mesmas das superfícies acabadas. Caso as refletâncias não sejam conhecidas, deve-se adotar:

— piso interno: 20%;
— paredes e estruturas fixas internas: 50%;
— teto: 70%; e
— superfícies externas da edificação: 40%.

g) Não modelar mobiliário e nenhum elemento interno móvel; e
h) As portas devem ser modeladas fechadas.

Se outros dados do ambiente a ser avaliado não estiverem disponíveis, suposições podem ser empregadas. Todas as suposições feitas devem ser declaradas.

C.II.3.2. Modelagem do entorno

A modelagem do entorno da edificação deve considerar os seguintes aspectos:

a) As obstruções externas devem ser modeladas considerando-se as edificações e topografia do entorno imediato**.** Deverá ser considerada toda a obstrução que esteja a uma distância de até 30 m das fachadas da edificação.
b) O entorno pode ser modelado apenas como superfícies planas, sem detalhamento;

c) A refletância média adotada deve ser de 40% para as edificações e de 10% para o piso (CEN, 2018). Caso sejam levantadas as refletâncias do entorno, esses valores podem ser utilizados e devidamente declarados; e
d) A modelagem da vegetação é facultativa em função da variabilidade de suas características, seja por motivos naturais ou alterações paisagísticas. Caso haja interesse na modelagem da vegetação, podem ser utilizadas formas simplificadas (esferas, cones ou cilindros) nos tamanhos apropriados e com 20% de refletância.

C.II.3.3. Malha de pontos

A definição da malha de pontos deve seguir as seguintes características:

a) Deve-se definir uma malha de pontos individual para cada um dos ambientes avaliados. Podem ser considerados como exceção os ambientes descritos no item B.III.3.3.1.;
b) Altura do plano de referência de 75 cm;
c) Células da malha de pontos que se aproximem de um quadrado são preferíveis; a razão de comprimento para largura de uma célula da malha deve ser mantida preferencialmente entre 0,5 e 2,0;
d) A área dos pontos de grade, dentro de um ambiente, deve excluir uma faixa de 0,5 m das paredes, exceto se especificada de outra forma, como, por exemplo, para ambientes com área igual ou inferior a 9 m².

C.II.4. Procedimento para a simulação de iluminação natural para determinação do potencial de integração entre o sistema de iluminação elétrica e de iluminação natural

Para avaliações do potencial de integração entre o sistema de iluminação elétrica e de iluminação natural, simular a autonomia da luz natural espacial, ALNE, tanto para ambientes de permanência prolongada quanto para ambientes de permanência transitória, conforme indicado no item B.III.3.3.2. As áreas que atingirem esta autonomia serão consideradas como zonas primárias. Caso haja mais de uma fileira de luminárias paralela à abertura dentro da zona primária obtida por simulação computacional, deve-se separar o acendimento das luminárias da zona primária em linhas paralelas às aberturas.

C.II.5. Procedimento para a simulação de iluminação natural para a avaliação da redução do consumo de energia primária da edificação

C.II.5.1 Ambientes de permanência transitória

Para avaliações da redução do consumo de energia primária da edificação das áreas de permanência transitória, simular a autonomia da luz natural espacial, ALNE, conforme indicado no item B.III.3.3.2.

C.II.5.2 Ambientes de permanência prolongada

Para ambientes de permanência prolongada, inicialmente, deve ser realizada a simulação da Exposição Anual à Luz Solar Direta ($EAS_{1000lx,250h}$) para a identificação das horas em que persianas ou cortinas devem ser fechadas de forma a evitar o risco de ofuscamento nas áreas aplicáveis.

Para modelar condições de risco de ofuscamento, deve-se considerar, em ambos os casos abaixo descritos (a e b), hipoteticamente, que cortinas ou persianas serão fechadas a fim de evitar desconforto do usuário causado pelo excesso de iluminação. O algoritmo de operação das cortinas/persianas deve adotar o

disposto no item C.II.5.2.1 e o protocolo de modelagem em função da Exposição Solar Direta Anual ($EAS_{1000lx,250h}$) da IES LM 83 em sua versão mais atual.

C.II.5.2.1 Modelagem e operação das persianas ou cortinas

Janelas de ambientes de permanência prolongada voltadas para o exterior, devem ser modeladas com persianas ou cortinas com operação de forma a bloquear a luz direta do sol.

Exceções:

a) Janelas em que não há previsão de instalação de persianas por razões relacionadas ao seu uso; e
b) Quando a simulação da exposição anual à luz solar direta mostrar que o plano de análise associado a determinado grupo de janelas atende aos critérios de exposição anual à luz solar direta máxima, conforme os critérios de operação de persianas da IES LM-83, em sua versão mais recente.

Os grupos de janelas podem ser fechados em qualquer combinação, desde que os critérios associados ao recebimento de luz solar direta sejam atendidos.

Um grupo de janelas é definido como um grupo de janelas coplanares, com características de sombreamento semelhantes, no que diz respeito à própria edificação ou ao entorno. As janelas devem pertencer à mesma orientação e os dispositivos de sombreamento, quando houver (ou "se existirem"), devem ser semelhantes e com o mesmo tipo de operação. Os grupos de janelas devem ser definidos a partir de uma área de análise.

Quando não houver informações sobre a previsão de instalação de persianas ou cortinas, devem ser consideradas persianas hipotéticas com operação, modelagem e propriedades ópticas de acordo com o protocolo da IES LM-83, em sua versão mais recente.

Caso sejam especificadas persianas ou cortinas automatizadas, o protocolo de operação do fabricante, no que diz respeito ao controle da luz natural, deve ser utilizado. Da mesma forma, caso haja vidros com propriedades dinâmicas, como os eletrocrômicos, o protocolo de controle da transmissão visível horária deve ser adotado.

Para a modelagem das persianas e cortinas, bem como de suas propriedades ópticas, deve-se considerar a função **Bidirectional Scattering Distribution Function** (BSDF) de acordo com a norma ISO/CIE 25176 "**Light and lighting — Daylight in buildings — BSDF data generation for complex fenestration systems**" na sua versão mais recente. A posição e o ângulo das aletas das persianas ou das cortinas, devem ser modelados assumindo-se que bloqueiam a luz solar direta do menor ângulo solar recebido pela fachada, segundo a sua orientação, baseada em dados do arquivo climático, para o período de análise de 10 horas.

Caso não seja possível a utilização de Bidirectional Scattering Distribution Function (BSDF), as propriedades ópticas das persianas e cortinas devem ser modeladas de acordo com o protocolo da versão mais recente da IES LM 83.

Para o cômputo da redução do consumo de energia energético em função da instalação de fotossensores (envoltória, subitem B.I.2.2.2.2 e sistema de iluminação, subitemB.III.3), deve-se simular a operação do sistema de iluminação elétrica e, consequentemente, a potência de iluminação em uso de controles (PIU). Na ausência de fotossensores instalados no ambiente, a redução do consumo de energia associada a esse tipo de controle não poderá ser contabilizada.

C.II.6. Cálculo do consumo do sistema de iluminação total considerando a redução proveniente do uso da iluminação natural

Para computar o potencial de integração entre o sistema de iluminação elétrica e a iluminação natural disponível em ambientes em que dispositivos de controle do sistema de iluminação artificial sejam instalados, deve-se estimar o padrão de uso da potência instalada, resultante da operação desses controles. O padrão de uso anual do sistema controlado gerado pela simulação pode ser utilizado para calcular o consumo de iluminação ou a potência de iluminação em uso (PI_U)

Os dados gerados pela simulação de iluminação natural podem ser utilizados em combinação, tanto com o método simplificado dos Anexos B.I e B.III, subitens B.I.2.2.2.2 e B.III.2, quanto com o método de simulação termoenergética da edificação, conforme descrito no item C.I.

C.II.6.1. Utilização da iluminação natural para a redução do consumo de energia

Os resultados da simulação da iluminação natural podem ser utilizados para a classificação do sistema de iluminação, item 8.2.3, e para o cálculo da carga térmica da edificação, conforme descrito no item B.I.2.

C.II.6.1.1. Determinação do consumo de iluminação por meio da simulação da iluminação natural

Para a simulação, a disposição dos fotossensores deve ser a mesma do projeto. Uma vez não sendo possível a disposição exata por conta do posicionamento dos pontos na malha, deve-se adotar o ponto mais próximo possível dos fotossensores e de maior afastamento em relação a fonte de luz natural. O cálculo da potência instalada de iluminação considerando a redução da potência controlada pelos sensores deve ser a mesma definida em projeto.

O consumo da parcela controlada por sensores deve ser obtido em base anual horária, considerando-se o padrão de ocupação de acordo com a tipologia da edificação conforme as tabelas do Anexo A.

A simulação pode ser realizada apenas nos ambientes em que serão instalados os sensores, ou de forma completa. Caso todo o sistema de iluminação seja incluído na simulação, o resultado desta será o valor utilizado para a classificação do sistema. Quando a simulação incluir apenas os conjuntos de iluminação controlados pelo fotossensor, o resultado da simulação deve ser somado à parcela do sistema de iluminação não controlado por fotossensores.

C.II.6.1.2. Determinação da PI_U para cálculo da carga térmica

Os resultados da simulação de iluminação natural podem ser utilizados para o cálculo do desempenho térmico da edificação, sendo contabilizado como carga interna. Para a combinação dos resultados da simulação de iluminação natural com o método simplificado para a estimativa da carga térmica (Anexo B.I.2), é necessário calcular a potência de iluminação e convertê-la em densidade de potência de iluminação em uso (DPI_U), conforme Equação C.II.3.

Para as simulações com o resultado em consumo (kWh/ano), deve-se transformá-lo primeiramente em potência, em função da ocupação adotada na simulação, conforme Equação C.II.3.

$$PI_U = \frac{C_{IL,U} \cdot 1000}{(h \cdot N_{ano})}$$ **Equação (C.II.3)**

Onde:

PI_U é a potência de iluminação em uso (W);

$C_{IL,U}$ é o consumo anual do sistema de iluminação com o uso de controles (kWh/ano);

h são as horas de uso da edificação por dia, conforme a tipologia (consultar tabelas do Anexo A);

N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano (dias), definido conforme a tipologia da edificação (consultar tabelas do Anexo A).

C.II.6.2. Utilização da iluminação natural no método de simulação termoenergético

Caso a edificação for avaliada pelo método da simulação termoenergética (Anexo C.I), pode-se utilizar os resultados da simulação de iluminação natural nesta avaliação.

Assim, deve-se utilizar o arquivo de padrão de uso (**schedule**) do sistema de iluminação gerado pela simulação de iluminação natural como dado de entrada para a simulação anual termoenergética. Esse arquivo será utilizado em substituição ao padrão de uso (**schedule**) que seria adotado caso não houvesse o aproveitamento da luz natural. A adoção do padrão de uso gerado restringe-se ao conjunto de luminárias e respectiva potência instalada, controlada pelos sensores de luz natural, que deve ser especificado na simulação.

ANEXO D – GERAÇÃO DE ENERGIA RENOVÁVEL

A avaliação do uso de sistemas de geração de energia por meio de fontes renováveis em edificações comerciais, de serviços e públicas, bem como a avaliação de Edificações de Energia Quase Zero (NZEBs) e Edificações de Energia Positiva (EEPs) deve ser realizada conforme estabelecido neste Anexo.

O sistema de geração de energia renovável poderá estar instalado na própria edificação, em outro local ou associado a outra unidade consumidora, desde que a energia atribuída à edificação avaliada possa ser contabilizada em seu balanço energético, nos termos das modalidades previstas na legislação e regulamentação vigentes aplicáveis à geração distribuída, incluindo geração junto à carga, autoconsumo remoto, geração compartilhada e demais modalidades equivalentes que venham a substituí-las.

A consideração da energia gerada para fins de avaliação da edificação depende da existência de vínculo entre o sistema de geração e a unidade consumidora da edificação avaliada, bem como da possibilidade de individualização da parcela de energia a ela atribuída, em conformidade com a legislação e regulamentação vigentes aplicáveis à geração distribuída.

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 atendido pela energia gerada por meio de fontes locais renováveis.

$$\mathrm{PG} = \left(\frac{\mathrm{G_{EE}} \cdot fc_E}{\left(\mathrm{C_{EE,real}} \cdot \mathrm{fc_E}\right) + \left(\mathrm{C_{ET,real}} \cdot \mathrm{fc_T}\right)} \right) \cdot 100 \qquad \textbf{Equação (D.1)}$$

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 edificação na condição real (kWh/ano);
$C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação na condição real (kWh/ano);
fc_E é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;
fc_T 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 edificação é considerada edificação de energia quase zero (NZEB).

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

Nota: para obter a classificação NZEB ou EEP, a edificação deve ser eficiente energeticamente, comprovada pela obtenção da classificação A de eficiência energética sem considerar o desconto da parcela referente à geração de energia renovável; ou seja, baseando-se na classificação a partir do consumo de energia primária total da edificação real ($C_{EPT,real}$), conforme a equação 8.4.

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_2) provenientes dos sistemas de edificações comerciais, de serviços e públicas. Esta avaliação tem caráter informativo nesta INI-C, e não altera a classificação de eficiência energética da edificação. Sua determinação baseia-se na comparação entre as emissões de dióxido de carbono da edificação 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_{CO2}) 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_2. Caso o resultado seja positivo, há um aumento nas emissões de dióxido de carbono em relação à edificação de referência.

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

Onde:
P_{CO2} é o percentual de redução ou acréscimo das emissões de dióxido de carbono (%);
$E_{CO2,real}$ é a emissão total de dióxido de carbono da edificação real (tCO_2/ano);
$E_{CO2,ref}$ é a emissão total de dióxido de carbono da edificação em sua condição de referência (tCO_2/ano);

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

O valor relativo às emissões deve ser calculado para a edificação 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 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 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 podem ser consultados no site do PBE Edifica[4], 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

[4] https://www.pbeedifica.com.br/fatoresconversaoINIs

Todas as tipologias		
Sistema individual	**Condição real**	**Condição de referência**
Condicionamento de ar	Condição real	Consumo elétrico da condição de referência
Iluminação artificial	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 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_2 para a queima direta de combustíveis convertida em energia térmica (kWh)

Combustível	**Fatores de Emissão de CO_2 ($kg.CO_2/kWh$)**
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_2 por geração de eletricidade

Geração de eletricidade	**Fatores de Emissão de CO_2 ($kg.CO_2/kWh$)**
SIN – Sistema Interligado Nacional	0,090
SIS – Sistemas Isolados	0,753

Fonte: MCTI (2019).

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

Onde:
$E_{CO2,real}$ é a emissão total de dióxido de carbono da edificação real (tCO_2/ano);
$C_{EE,real}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação real (kWh/ano);
C_{EQ} é o consumo de equipamentos (kWh/ano);
$C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real (kWh/ano);
fe_E é o fator de emissão de dióxido de carbono na geração de energia elétrica ($kg.CO_2/kWh$);
fe_T é o fator de emissão de dióxido de carbono na queima de combustível ($kg.CO_2/kWh$);
G_{EE} é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano).

$$\mathrm{E_{CO_2,ref}} = \frac{(\mathrm{C_{EE,ref}} - C_{EQ}) \cdot \mathrm{fe_E}}{1000} \qquad \textbf{Equação (E.3)}$$

Onde:
$E_{CO2,ref}$ é a emissão total de dióxido de carbono da edificação em sua condição de referência (tCO_2/ano);
$C_{EE,ref}$ é o consumo total de energia elétrica da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);
C_{EQ} é o consumo de equipamentos (kWh/ano);
fe_E é o fator de emissão de dióxido de carbono na geração de energia elétrica ($kg.CO_2/kWh$).

Nota: O consumo de equipamentos deve ser excluído do consumo total de energia elétrica da edificação buscando garantir que o cálculo das emissões de CO_2 considere apenas os usos diretamente associados à operação dos sistemas de condicionamento de ar, aquecimento de água e iluminação.

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 comerciais, de serviços e públicas. Esta avaliação tem caráter informativo nesta INI-C, e não altera a classificação de eficiência energética da edificação. Sua determinação baseia-se na comparação entre o consumo de água potável da edificação 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 e fontes alternativas de água não potável.

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

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

Onde:
$Red_{água}$ é o percentual anual de redução no consumo de água potável (%);
$C_{água,ref}$ é o consumo anual de água da edificação na condição de referência (L/ano);
$C_{água,real}$ é o consumo anual de água da edificação na condição real (L/ano);
$O_{água,não\ potável}$ 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 da Equação F.2, que utiliza a ocupação em dias/ano conforme tipologias das tabelas do Anexo A. O padrão de uso adotado é fixo por tipologia, e tem seus valores adaptados do LEED v.4 (2015). A ocupação, em número de dias ao ano, também é fixa conforme a tipologia.

Para as tipologias não descritas anteriormente, deve-se adotar os valores de referência conforme os valores da tipologia mais próxima à avaliada.

$$C_{água,ref} = N_{ano} \cdot \left(C_{água,ref,BS,MIC} + Q_{ref,TL} \cdot t_{TL} \cdot UD_{TL} \cdot Oc + Q_{ref,CH} \cdot t_{CH} \cdot UD_{CH} \cdot Oc + Q_{ref,TC} \cdot t_{TC} \cdot UD_{TC} \cdot Oc\right) \qquad \textbf{Equação (F.2)}$$

Onde:
$C_{água,ref}$ é o consumo anual de água da edificação em sua condição de referência (L/ano);
N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano conforme a tipologia da edificação, ver tabelas do Anexo A;
$C_{água,ref,BS,MIC}$ é o consumo diário de água das bacias sanitárias e mictórios na condição de referência (L/dia), calculado conforme Equação F.3;
$Q_{ref,TL}$ é a vazão da torneira de lavatório na condição de referência (L/minuto) conforme Tabela F.1;
t_{TL} é a duração do uso da torneira de lavatório (minutos), conforme Tabela F.2;
UD_{TL} é o número de uso diário da torneira de lavatório por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme Tabela F.3;
$Q_{ref,CH}$ é a vazão do chuveiro na condição de referência (L/minuto), conforme Tabela F.1;
t_{CH} é a duração do uso do chuveiro (minutos), conforme Tabela F.2;
UD_{CH} é o número de uso diário do chuveiro por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme Tabela F.3;
$Q_{ref,TC}$ é a vazão da torneira da pia da cozinha na condição de referência (L/minuto) conforme 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 uso diário da torneira da pia da cozinha por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme Tabela F.3;
O_C é a quantidade de pessoas que ocupam a edificação analisada em sua condição real e de referência, calculada conforme Equação F.4.

Nota: Para a tipologia de hospedagem, o consumo anual de água da torneira da pia da cozinha na edificação em sua condição real e de referência (Equações F.2 e F.5) deve ser equivalente à 60% do valor calculado, refletindo 60% de sua ocupação conforme especificado na tabela de referência do Anexo A. Dessa forma, deve-se considerar em ambas as equações a parcela tal como "$0{,}60 \cdot Q_{ref,TC} \cdot t_{TC} \cdot UD_{TC} \cdot Oc$".

O consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios da edificação na sua condição de referência é determinado por meio da Equação F.3.

$$C_{água,ref,BS,MIC} = Q_{ref,BS,M} \cdot UD_{BS,M} \cdot Oc_M + Q_{ref,BS,F} \cdot UD_{BS,F} \cdot Oc_F + Q_{ref,MIC} \cdot t_{MIC} \cdot UD_{MIC} \cdot Oc_M \quad \textbf{Equação (F.3)}$$

Onde:
$CA_{ref,BS,MIC}$ é o consumo diário de água de bacias sanitárias e mictórios na condição de referência (L/dia);
$Q_{ref,BS,M}$ é a vazão da bacia sanitária para uso masculino 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 ($t_{BS,M}$), conforme valores da Tabela F.2;
$UD_{BS,M}$ é o número de uso diário da bacia sanitária de uso masculino (usos/dia.pessoa), conforme Tabela F.3. Ressalta-se que para edificações sem mictórios, este valor deve ser equivalente ao valor adotado para uso feminino, conforme nota de rodapé da Tabela F.3;
$Q_{refBS,F}$ é a vazão da bacia sanitária para uso feminino 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 ($t_{BS,F}$), conforme valores da Tabela F.2;
$UD_{BS,F}$ é o número de uso diário da bacia sanitária de uso feminino (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela F.3;
$Q_{ref,MIC}$ é a vazão do mictório na condição de referência (L/minuto), conforme a Tabela F.1;
t_{MIC} é a duração do uso do mictório (minutos), conforme Tabela F.2;
UD_{MIC} é o número de uso diário do mictório para uso masculino (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela F.3;
O_{CM} é a quantidade de usuários masculinos (pessoas). Quando em situações não particulares, adotar 50% da ocupação da edificação.
O_{CF} é a quantidade de usuários femininos (pessoas). Quando em situações não particulares, adotar 50% da ocupação da edificação.
O_C é a quantidade de pessoas que ocupam a edificação analisada em sua condição real e de referência, e deve ser calculada conforme Equação F.4.

$$O_C = \frac{A_{tot}}{DO_C} \quad \textbf{Equação (F.4)}$$

Onde:
O_C é a quantidade de usuários que ocupam a edificação;
DO_C é a densidade de ocupação da edificação (m^2/pessoa), conforme a Tabela F.4;
A_{tot} é a área total da edificação (m^2).

Tabela F.1 – Vazão de dispositivos da edificação em sua condição de referência

Tipo de dispositivo / Tipologia	Vazão (L/min)			
	Escritório	Hospedagem/ EAS	Varejo e Serviços/ Supermercados e mercados/ Alimentação	Educacionais
Bacia sanitária (caixa de descarga)	6,8 L/fluxo	6,8 L/fluxo	6,8 L/fluxo	6,8 L/fluxo
Bacia sanitária (válvula de descarga)	102,0 L/min.	102,0 L/min.	102,0 L/min.	102,0 L/min.
Mictórios (Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório)	9,0 L/min.	9,0 L/min.	9,0 L/min.	9,0 L/min.
Torneira de lavatório	9,0 L/min.	9,0 L/min.	9,0 L/min.	9,0 L/min.
Banho/chuveiro	12,0 L/min.	12,0 L/min.	-	12,0 L/min.
Torneira da pia da cozinha	15,0 L/min.	15,0 L/min.	15,0 L/min.	15,0 L/min.

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

Tabela F.2 – Duração do uso de dispositivos de edificações em sua condição real e de referência

Tipo de dispositivo / Tipologia	Duração (minutos)			
	Escritório	Hospedagem/ EAS	Varejo e Serviços/ Supermercados e mercados/ Alimentação	Educacionais
Bacia sanitária (válvula de descarga)	0,08[1]	0,08[1]	0,08[1]	0,08[1]
Mictórios	0,08[1]	0,08[1]	0,08[1]	0,08[1]
Torneira de lavatório	0,50	1,00	0,50	0,50
Banho/chuveiro	5,00	8,00	-	5,00
Torneira da pia da cozinha	0,25	1,00	1,00	1,00

[1]Considerada a duração média das descargas de 5 segundos.
Fontes: ABNT NBR 8.160: 1999; adaptado de LEED, v.4, (2015).

Tabela F.3 – Número de usos por dia de dispositivos da edificação em sua condição real e de referência

Tipo de dispositivo / Tipologia	Usos por dia			
	Escritório	Hospedagem/ EAS	Varejo e Serviços/ Supermercados e mercados/ Alimentação	Educacionais
Bacia sanitária (feminino)	3,0	5	0,2	3
Bacia sanitária (masculino)*	1,0	5	0,1	1
Mictórios (masculino)	2,0	-	0,1	2
Torneira de lavatório	3,0	5	0,2	3
Banho / chuveiro	0,1	1	-	1

Tipo de dispositivo / Tipologia	Usos por dia			
	Escritório	Hospedagem/ EAS	Varejo e Serviços/ Supermercados e mercados/ Alimentação	Educacionais
Torneira da pia da cozinha	1,0	4	-	4

*Em casos em que a edificação não possui mictórios, considerar a mesma quantidade de usos por dia da bacia sanitária (feminino) para a bacia sanitária (masculino).
Fonte: Adaptado de LEED, v.4 (2015).

Tabela F.4 – Densidade de ocupação da edificação em sua condição real e de referência

Tipologia		DOc – Densidade de ocupação (m²/pessoa)
Edificações de escritórios	Escritórios	12,0
Edificações educacionais	Educação infantil	2,5
	Ensino fundamental/médio	1,5
	Ensino superior	1,5
Edificações de hospedagem	Hotéis pequenos	16,1
	Hotéis médios e grandes	20,0
Estabelecimentos assistenciais de saúde	Estabelecimentos assistenciais de saúde	5,0
Edificações de varejo: comércio	Pequenas, grandes e shopping	5,0
Edificações de varejo: mercado	Mercados	5,0
Edificações de alimentação	Restaurantes e praças de alimentação	5,0

*Nas tipologias não listadas na tabela, a ocupação deverá ser informada.

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.5, e o consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) em sua condição real é calculado conforme a Equação F.6.

$$C_{água,real} = N_{ano} \cdot \left(C_{água,real,BS,MIC} + Q_{real,TL} \cdot t_{TL} \cdot UD_{TL} \cdot Oc + Q_{real,CH} \cdot t_{CH} . UD_{CH} \cdot Oc + Q_{realTC} \cdot t_{TC} \cdot UD_{TC} \cdot Oc\right) \quad \textbf{Equação (F.5)}$$

Onde:
$CA_{água,real}$ é o consumo anual de água da edificação na condição real;
N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano conforme a tipologia da edificação (Tabelas Anexo A);
$CA_{real,BS,MIC}$ é o consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) na condição real;
$Q_{real,TL}$ é a vazão da torneira de lavatório na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação real;
t_{TL} é a duração do uso da torneira de lavatório (minutos), conforme Tabela F.2;
UD_{TL}é o número de uso diário da torneira de lavatório (minutos), conforme Tabela F.3;
$Q_{real,CH}$ é a vazão do chuveiro na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;
t_{CH} é a duração do uso do chuveiro (minutos), conforme Tabela F.2;
UD_{CH} é o número de uso diário do chuveiro por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela F.3;
$Q_{real,TC}$ é a vazão da torneira da pia da cozinha na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;
t_{TC} é a duração do uso da torneira da pia da cozinha (minutos), conforme Tabela F.2;
UD_{TC} é o número de uso diário da torneira da pia da cozinha por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela F.3;

O_C é a quantidade de pessoas que ocupam a edificação.

$$C_{água,real,BS,MIC} = Q_{real,BS,M} \cdot UD_{BS,M} \cdot Oc_M + Q_{real,BS,F} \cdot UD_{BS,F} \cdot Oc_F + Q_{real,MIC} \cdot t_{MIC} \cdot UD_{MIC,M} \cdot Oc_M \quad \textbf{Equação (F.6)}$$

Onde:
$C_{água,real,BS,MIC}$ é o consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) na condição real;
$Q_{real,BS,M}$ é a vazão da bacia sanitária para uso masculino na condição real para determinado tipo de dispositivo (L/minuto ou L/fluxo), conforme projeto da edificação. Caso a bacia sanitária possua válvula de descarga, deve-se ainda multiplicar a vazão pelo tempo de uso ($t_{BS,M}$), conforme valores da Tabela F.2;
$UD_{BS,M}$ é o número de usos diários da bacia sanitária para uso masculino (usos/dia.pessoa). Ressalta-se que para edificações sem mictórios este valor deve ser equivalente ao valor adotado para uso feminino, conforme nota de rodapé da Tabela F.3;
$Q_{real,BS,F}$ é a vazão da bacia sanitária para uso feminino na condição real para determinado tipo de dispositivo (L/minuto ou L/fluxo), conforme projeto da edificação. Caso a bacia sanitária possua válvula de descarga, deve-se ainda multiplicar a vazão pelo tempo de uso ($t_{BS,F}$), conforme valores da Tabela F.2;
$UD_{BS,F}$ é o número de usos diários da bacia sanitária para uso feminino (uso/dia.pessoa), conforme Tabela F.3;
$Q_{real,MIC}$ é a vazão do mictório na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;
t_{MIC} é a duração do uso do mictório (minutos), conforme Tabela F.2;
$UD_{MIC,M}$ é o número de usos diários do mictório para uso masculino (usos/dia.pessoa), conforme Tabela F.3;
O_{CM} é a quantidade de usuários masculinos (pessoas). Considerar 50% da ocupação da edificação;
O_{CF} é a quantidade de usuários femininos (pessoas). Considerar 50% da ocupação da edificação.

F.4. Oferta de água não potável

A oferta de água não potável considerada nesta INI-C 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.