



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C)

Florianópolis, Dezembro de 2020

lab **EEE**

 **PROCEL**
EDIFICA

 **Eletrobras**

 **FEESC**



INSTRUÇÃO NORMATIVA INMETRO PARA A CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS

SUMÁRIO

1. OBJETIVO	1
2. SIGLAS	1
3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	3
4. DEFINIÇÕES	5
5. VISÃO GERAL	18
6. CONDIÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO NA ENVOLTÓRIA	20
6.1. Método simplificado para as edificações condicionadas artificialmente	20
6.2. Método simplificado para as edificações ventiladas naturalmente ou híbridas	21
7. CONDIÇÕES DE ELEGIBILIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO A	22
7.1. Sistema de condicionamento de ar	22
7.1.1. Condições específicas por equipamento	23
7.1.2. Critérios específicos por sistema	27
7.2. Sistema de iluminação	37
7.2.1. Potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível	37
7.2.2. Contribuição da luz natural	39
7.2.3. Controle local	40
7.2.4. Desligamento automático do sistema de iluminação	40
7.3. Sistema de aquecimento de água	41
7.3.1. Automação do sistema de recirculação	41
7.3.2. Isolamento térmico do circuito de recirculação	42
7.3.3. Reservatório de água quente	42
7.3.4. Sistema de controle de acionamento de múltiplos aquecedores	42
8. PROCEDIMENTOS PARA A DETERMINAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS	42
8.1. Classificação da eficiência energética geral da edificação	43
8.2. Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais	55
8.2.1. Determinação da classificação de eficiência energética da envoltória	55
8.2.2. Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar ...	64
8.2.3. Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de iluminação	64
8.2.4. Determinação da classificação de eficiência energética do sistema de aquecimento de água	65
ANEXO A – TABELAS PARA A CONDIÇÃO DE REFERÊNCIA DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICAS	66
A.1. Condições de referência	66
A.2. Elementos construtivos das paredes externas e cobertura	66
ANEXO B – MÉTODO SIMPLIFICADO	83

ANEXO B.I – ENVOLTÓRIA	84
B.I.1. Determinação do percentual de redução da carga térmica total anual	84
B.I.2. Determinação da carga térmica total anual da envoltória.....	84
ANEXO B.II – SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR	96
B.II.1. Determinação do percentual de redução do consumo de refrigeração	96
B.II.2. Determinação do consumo de refrigeração.....	96
B.II.3. Condições gerais	97
B.II.4. Cálculo da eficiência do sistema.....	98
ANEXO B.III – SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	105
B.III.1. Determinação do percentual de redução do consumo de iluminação	106
B.III.2. Determinação do consumo de iluminação.....	106
B.III.3. Cálculo da potência de iluminação total da edificação real	107
B.III.4. Determinação da potência de iluminação limite.....	109
ANEXO B.IV – SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA.....	116
B.IV.1. Determinação do percentual de redução do consumo de energia primária	116
B.IV.2. Determinação do consumo de energia para a demanda de água quente.....	116
B.IV.3. Condições gerais.....	118
B.IV.4. Energia requerida para o atendimento da demanda de água quente.....	119
B.IV.5. Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de energia solar térmica ou que recuperam calor.....	121
B.IV.6. Consumo de energia associado às perdas térmicas.....	125
B.IV.7. Eficiência dos equipamentos aquecedores de água	128
ANEXO C – MÉTODO DE SIMULAÇÃO.....	130
ANEXO C.I – SIMULAÇÃO TERMO ENERGÉTICA	131
C.I.1. Características do programa computacional para a simulação termo energética.....	131
C.I.2. Arquivo climático	131
C.I.3. Procedimento para a simulação	132
C.I.4. Características em comum entre o modelo do edifício real e o modelo do edifício de referência.....	133
C.I.5. Condição da edificação real	133
C.I.6. Edifícios ou ambientes condicionados naturalmente.....	134
C.I.7. Condição da edificação de referência.....	135
ANEXO C.II – SIMULAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL	137
C.II.1. Características do programa computacional para a simulação de iluminação natural.....	137
C.II.2. Arquivo climático para a simulação de iluminação natural.....	137
C.II.3. Procedimento para a simulação de iluminação natural	138

C.II.4. Determinação da malha de pontos mínima para o plano de referência.....	141
C.II.5. Modelagem e operação das persianas ou cortinas	141
C.II.6. Cálculo do consumo do sistema de iluminação total considerando a redução proveniente do uso da iluminação natural	142
ANEXO D – GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL.....	145
D.1. Determinação do potencial de geração de energia elétrica a partir do uso de fontes locais de energia renovável	145
D.2. Condições para a avaliação de NZEB.....	145
D.3. Condições para a avaliação de EEP.....	146
ANEXO E – EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO	147
E.1 Determinação do percentual de redução ou acréscimo da emissão de dióxido de carbono	147
E.1 Determinação da emissão total de dióxido de carbono da edificação.....	147
ANEXO F – USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES	149
F.1. Determinação do percentual anual de redução no consumo de água potável.....	149
F.2. Consumo de água da edificação na condição de referência.....	149
F.3. Consumo de água da edificação na condição real.....	152
F.4. Oferta de água não potável	153
ANEXO G – GRUPOS CLIMÁTICOS	154

1. OBJETIVO

Estabelecer 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.

2. SIGLAS

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

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
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 Vizinha
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
CDD18	Cooling Degree-day Base 18
Cgcre	Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro
CgT	Carga Térmica
CIE	Commission Internationale de l'éclairage

COP	Coeficiente de Performance
CSPF	Cooling Seasonal Performance Factor
CT	Capacidade Térmica
CTI	Cooling Technology Institute
DCI	Densidade de Carga Interna
DPE	Densidade de Potência de Equipamentos
DPI	Densidade de Potência de Iluminação
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
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
ENV	Envoltória
FF	Fator de Forma
GC	Grupo Climático
GN	Gás Natural
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
HSPF	Heating Seasonal Performance Factor
HV	Altura da Verga
ICOP	Coeficiente Integrado de Performance
IDRS	Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal
IES	Illuminating Engineering Society
INI	Instrução Normativa Inmetro
INI-C	Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
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
PI _U	Potência Instalada em Uso
OIA	Organismo de Inspeção Acreditado
RAC	Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações
SCOP	Coeficiente Sazonal de Performance
SIs	Sistemas Isolados
SIN	Sistema Interligado Nacional
SPLV	System Part-load Value
VRF	Sistema de Fluxo de Refrigerante Variável

3. DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para fins deste anexo, são adotados os documentos complementares seguintes, além dos citados no documento relativo aos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações (RAC).

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 15220-2:2005	Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.
ABNT NBR 16101:2012	Filtros para partículas em suspensão no ar — Determinação da eficiência para filtros grossos, médios e finos.
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 16783:2019	Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.
ABNT NBR 16401:2008	Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários.
ABNT NBR ISO 29463-1:2011	Filtros e meios filtrantes de alta eficiência para remoção de partículas no ar - Parte 1: Classificação, ensaio de desempenho e identificação.
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.
IES - LM83-12	Approved Method: IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE).

INMETRO: 2020	Portaria nº 234, de 29 de junho de 2020: Aperfeiçoamento parcial dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Condicionadores de Ar, estabelecendo o Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS), a reclassificação das categorias de eficiência energética e determinando outras providências para a disponibilização destes produtos no mercado nacional.
ISO 15: 2017 (en)	Rolling bearings — Radial bearings — Boundary dimensions, general plan.
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.
PEREZ, R. et al.	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.	ERRATUM to all-weather model for sky luminance distribution—preliminary configuration and validation. Solar Energy, vol. 51, n. 5, 1993, p. 423.
RACKES, A.	Natural Comfort – a new early stage design tool. Building Science and Engineering Group, Drexel University, 2016.
RORIZ, R.	Classificação de climas do Brasil – versão 3.0. ANTAC: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Grupo de Trabalho sobre Conforto Ambiental e Eficiência Energética de Edificações. São Carlos, SP. Março de 2014.
VERSAGE, R.	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 (que permite a entrada da luz), incluindo janelas, painéis plásticos, claraboias, portas de vidro e paredes de blocos de vidro. Excluem-se os vãos sem fechamentos, os elementos vazados como os cobogós e os caixilhos.

4.2 Aberturas para ventilação

Aberturas que permitem a passagem de ar.

4.3 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 absorvência de paredes externas, adota-se o termo α_{par} e para a absorvência de coberturas adota-se o termo α_{cob} .

4.4 Área condicionada artificialmente – AC (m²)

Área de piso atendida pelo sistema de condicionamento de ar.

4.5 Área da envoltória - A_{env} (m²)

Soma das áreas da envoltória (ver item relativo à definição de envoltória – 4.48).

4.6 Ângulos de sombreamento

Ângulos formados pela obstrução à radiação solar gerada por proteções solares existentes nas aberturas ou próximas à edificação. Nesta INI são utilizados três ângulos diferentes: ângulo vertical de sombreamento (AVS – referente às proteções horizontais, 4.7), ângulo horizontal de sombreamento (AHS – referente às proteções verticais, 4.8), e o ângulo de obstrução vizinha (AOV – referente à proteção gerada por edificações vizinhas, 4.9).

4.7 Ângulo vertical de sombreamento – AVS (°)

Ângulo de sombreamento entre a abertura e a proteção solar horizontal instalada; é formado entre dois planos que contêm a base da abertura: o primeiro é o plano vertical na base da folha de vidro (ou material translúcido); o segundo plano é formado pela extremidade mais distante da proteção solar horizontal até a base da folha de vidro (ou material translúcido).

4.8 Ângulo horizontal de sombreamento – AHS (°)

Ângulo de sombreamento entre a abertura e a proteção solar vertical instalada; é formado entre dois planos verticais: o primeiro é o que contém a base da folha de vidro (ou material translúcido); o segundo plano é formado pela extremidade mais distante da proteção solar vertical e a extremidade oposta da base da folha de vidro (ou material translúcido).

4.9 Ângulo de obstrução vizinha – AOV (°)

Ângulo que representa o efeito do sombreamento de uma edificação vizinha, representada por uma superfície paralela à fachada da zona térmica. Deve ser determinado pela combinação entre os ângulos formados pela altura e largura desta superfície em relação à abertura da zona térmica.

4.10 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, 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.

4.11 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.

4.12 Área iluminada – AI (m²)

Área de piso dos ambientes internos e externos que são iluminados artificialmente.

4.13 Área não condicionada artificialmente – ANC (m²)

Área de piso dos ambientes de permanência prolongada não atendida por sistema de condicionamento de ar.

4.14 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.

4.15 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.

4.16 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.

4.17 Caixilho

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

4.18 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_{par} e para a capacidade térmica de coberturas adota-se o termo CT_{cob} .

4.19 Carga térmica – CgT (kWh/ano)

Quantidade de calor a ser retirada ou fornecida a um ambiente, por unidade de tempo, para manter as condições térmicas desejadas.

4.20 Classificação de eficiência energética

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

4.21 Classe de eficiência energética dos condicionadores de ar

Classificação de eficiência energética adotada pelo Inmetro aos equipamentos de condicionamento de ar etiquetados.

4.22 Cobertura

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

4.23 Condutividade térmica – λ (W/(m.K))

Característica específica de cada material que quantifica a facilidade deste em conduzir calor, dependendo da temperatura, da pureza e das propriedades geométricas do material. É o inverso da resistividade térmica.

4.24 Coeficiente de performance – COP (W/W)

Relação entre a capacidade do resfriamento do sistema de condicionamento de ar e a potência absorvida pelos motores dos seus equipamentos em plena carga.

4.25 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 este opera em diferentes capacidades de carga.

4.26 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.

4.27 Coletor solar térmico

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

4.28 Condição 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.

4.29 Consumo energético (kWh/ano)

Valor consumido em quilowatt-hora pela edificação durante um ano (kWh/ano), em energia elétrica, térmica e primária.

4.30 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**.

4.31 Cooling degree-day, base 18 – CDD18 (°C)

Valor referente à diferença de temperatura entre a temperatura média externa em um período de 24 horas e uma determinada temperatura base (neste caso, 18 °C). É utilizado para a estimativa do uso da refrigeração artificial.

4.32 Cooling seasonal performance factor – CSPF

Fator de desempenho sazonal de resfriamento, determinado pela proporção entre a quantidade anual total de calor que o equipamento pode remover do ar interno, quando operado para refrigeração no modo ativo, e a quantidade anual total de energia consumida pelo equipamento durante o mesmo período. O CSPF considera o desempenho da máquina em 50% e 100% da carga, de acordo com os **bins** de temperatura, conforme definido pela norma ISO 16358-1:2013.

4.33 Densidade de carga interna – DCI (W/m²)

Densidade do ganho de calor total proporcionado pela ocupação dos ambientes ou da edificação e pelo 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 1000 W, operado 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 acionada em todo o período de ocupação, a DPI_U corresponde ao tempo ou a intensidade da potência acionada.

4.37 Densidade de potência de iluminação limite – DPI_L (W/m²)

Limite máximo aceitável de DPI.

4.38 Dias de ocupação – N_{ano}

Número de dias no 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 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.

4.42 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.

4.43 Eficiência energética

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

4.44 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.

4.45 ENCE geral

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia fornecida para edificações, ou parcela das edificações, que foram submetidas à 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.

4.46 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.

4.47 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.

4.48 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.

4.49 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 item 4.34), e definidos a partir de uma potência média.

4.50 Fachada

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

4.51 Fachada norte

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

4.52 Fachada nordeste

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

4.53 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 $-22,4^\circ$ a $+22,5^\circ$ em relação a essa orientação serão consideradas como fachada leste.

4.54 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 $-22,4^\circ$ a $+22,5^\circ$ em relação a essa orientação serão consideradas como fachada sudeste.

4.55 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.

4.56 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.

4.57 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.

4.58 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.

4.59 Fator de forma – FF

É o índice que representa as proporções da edificação, sendo calculado por meio da razão entre a área da envoltória (item 4.5) e o volume total da edificação (item 4.109). Para o cálculo do fator de forma, não devem ser considerados: i) ambientes de permanência transitória localizados acima da laje de cobertura, como a casa de máquinas e os depósitos; ii) reservatórios de água; iii) pavimentos de garagens, sem **hall** condicionado; iv) subsolos.

4.60 Fator da área da escada (adimensional)

Relação entre a área de circulação vertical e a área total do edifício. Para este fator, não devem ser considerados os elevadores e as escadas enclausuradas.

4.61 Fator de correção do vento

Fator de correção da velocidade do ar externo, levando em consideração o entorno de implantação da edificação, podendo ser: centros urbanos; áreas urbanas, suburbanas, industriais ou florestas; áreas rurais planas; e, regiões expostas aos ventos vindos do oceano.

4.62 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.

4.63 Fator solar – FS

Índice que representa a fração de ganho térmico devido à radiação solar que a abertura transmite diretamente, somada à parcela que é absorvida e re-emitada pela própria

abertura para o interior da edificação. O fator solar (FS), é conhecido internacionalmente como “g” (**solar factor** - ISO 9050) e SHGC (**Solar Heat Gain Coefficient** - ASHRAE **fundamentals** ou ANSI/NFRC 200).

4.64 Fontes alternativas de água não potável

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

4.65 Fração solar

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

4.66 Geração local de energia renovável

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

4.67 Grupo climático – GC

Agrupamento de cidades que possuem realidades climáticas próximas quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações do ambiente construído. Os critérios estabelecidos referentes ao arquivo climático da cidade para a definição destes agrupamentos foram: temperatura média anual, desvio padrão da média mensal das temperaturas médias diárias, amplitude média anual, desvio padrão da amplitude média mensal e a altitude das cidades.

4.68 Heating seasonal performance factor – HSPF

Razão entre o calor fornecido por uma bomba de calor durante o período em uso ao longo de um ano e a energia elétrica total durante o mesmo período.

4.69 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).

4.70 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** $\pm 0,2$ °C, durante o processo de simulação. O valor pode ser fracionário de acordo com o intervalo de tempo empregado na simulação.

4.71 Índice de desempenho de resfriamento sazonal – IDRS

Razão entre a quantidade anual total de calor que o equipamento pode remover do ar interno, quando operado para resfriamento no modo ativo, e a quantidade anual total de energia consumida pelo equipamento durante o mesmo período. O IDRS permite

considerar o desempenho da máquina em 50% e 100% da carga, para um clima brasileiro médio, conforme definido pela Portaria Inmetro nº 234, de 29 de junho de 2020.

4.72 Iluminação decorativa

Iluminação puramente ornamental e instalada para efeito estético.

4.73 Iluminação de emergência

Iluminação obrigatória destinada ao uso em ocasiões de emergência.

4.74 Iluminação de tarefa

Fontes de luz direcionadas a uma superfície ou área específica, que proporciona o nível de iluminamento adequado e sem ofuscamento para 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.

4.75 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.

4.76 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.

4.77 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:

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

onde:

A é o valor da eficiência energética do **chiller** (expressa 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** (expressa 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** (expressa 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** (expressa em kW/ton), operando em 25% de carga, nas condições definidas pela ANSI/AHRI **Standard** 551/591 (SI) 2015.

4.78 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).

4.79 Obstáculos do entorno

Obstáculos do entorno relativos à ventilação natural, podendo ser: sem proteção local ou obstruções; proteção local leve com poucas obstruções; proteção densa com muitas obstruções; proteção muito densa com muitas obstruções grandes; e, proteção completa.

4.80 Ocupação (m^2/pessoa)

Razão entre a área de uma edificação e o número de pessoas que a ocupam.

4.81 Paredes externas

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

4.82 Pé-direito – PD (m)

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

4.83 Percentual de abertura 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).

4.84 Percentual de área de abertura na fachada da zona térmica – PAF (%)

Razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada de uma zona térmica e a área total de fachada da mesma zona térmica. 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. Para a entrada do dado na interface do metamodelo a partir do uso do método simplificado, adota-se o valor na forma adimensional (exemplo: $30\% = 0,30$).

4.85 Percentual de área de abertura na fachada total – PAF_T (%)

Razão entre a soma das áreas de abertura para ventilação de cada fachada e a área total de fachada da edificação. 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. Para a entrada do dado na interface do metamodelo a partir do uso do método simplificado, adota-se o valor na forma adimensional (exemplo: $30\% = 0,30$).

4.86 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.

4.87 Pilotis

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

4.88 Potência instalada de iluminação – PI (W)

Potência instalada do sistema de iluminação, sem controle automatizado.

4.89 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.

4.90 Potência instalada de iluminação em uso – PI_U (W)

Potência instalada do sistema de iluminação com uso de controles automatizados.

4.91 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).

4.92 Sistema solar de aquecimento

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

4.93 Sistema fotovoltaico

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

4.94 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).

4.95 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.

4.96 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.

4.97 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.

4.98 Situação do piso

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

4.99 Temperatura de setpoint (°C)

Temperatura pré-estabelecida que um sistema de controle automático tentará alcançar quando acionado.

4.100 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.

4.101 Tipologia da edificação

Principal atividade desenvolvida na edificação avaliada.

4.102 Transmissão visível do vidro (%)

Quantidade de luz na parte visível do espectro que passa pelo vidro.

4.103 Transmitância térmica – U ($W/(m^2.K)$)

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_{par} ; para a transmitância térmica de coberturas, adota-se o termo U_{cob} ; e, para a transmitância térmica do vidro, U_{vid} .

4.104 Taxa de ocupação (%)

Relação percentual entre a projeção horizontal da área construída e a área do terreno em que se implanta a edificação.

4.105 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.

4.106 Volume total da edificação – V_{tot} (m³)

Volume delimitado pelos fechamentos externos da edificação (fachadas, pisos e cobertura), com exceção dos pátios externos descobertos. O último pavimento não deve entrar no cálculo do fator de forma caso este tenha característica de pavimento técnico, composto apenas por ATs, como sala de máquinas e depósitos.

4.107 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.

4.108 Zona primária de iluminação natural

Áreas da edificação substancialmente iluminadas pela luz do dia, seja por aberturas laterais ou aberturas zenitais.

4.109 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).

5. VISÃO GERAL

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

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

O foco desta INI é a eficiência energética e, portanto, o Inmetro e os organismos de inspeção acreditados (OIAS) se eximem dos problemas que por ventura possam ser causados à edificação e aos usuários pela não observância das normas da ABNT, que são de exclusiva atribuição do projetista.

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.

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 possibilidades descritas na tabela 6.1.

Tabela 6.1 – Combinações possíveis entre os sistemas individuais e os métodos de avaliação

			Método de simulação					
			Envoltória		Iluminação Natural	Iluminação artificial	Condic. de ar	Aquecimento de água
			Edif. CA	Edif. VN				
Método simplificado	Envoltória	Edif. CA		×	✓	✓	×	×
		Edif. VN	×		✓	✓	×	×
	Iluminação Natural		✓	✓		×	×	×
	Iluminação artificial		✓	✓	✓		✓	×
	Condic. de ar		×	×	✓	✓		×
	Aquecimento de água		✓	✓	✓	✓	✓	

Esta INI está organizada em anexos. No texto principal, são apresentadas as condições de aplicação dos métodos simplificado e de simulação (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 são apresentadas as tabelas com as tipologias incluídas nesta INI e suas características para a definição da condição de referência. 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 local 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 (CO₂) da edificação avaliada. No anexo F são estabelecidos os critérios para a avaliação do percentual anual de redução do consumo de água potável por meio do seu uso racional. E, finalmente, no anexo G são apresentados os

grupos climáticos e a lista com os 154 municípios brasileiros e suas respectivas classificações. A lista com os demais 5.564 municípios do Brasil e a relação com seu respectivo grupo climático está disponível em:

<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/all5564_with_subgroups_interface_2018.csv>.

Nos itens seguintes são apresentadas as condições para a aplicação dos métodos simplificado e de simulação, e de elegibilidade para a classificação A. Tais condições devem ser atendidas independentemente do método adotado (simplificado ou de simulação). Todas as condições aplicam-se à classificação geral da edificação no caso da ENCE completa, e aos sistemas individuais de condicionamento de ar (subitem 7.1), de iluminação (subitem 7.2) e de aquecimento de água (subitem 7.3).

6. CONDIÇÕES PARA A APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO NA ENVOLTÓRIA

Todos os sistemas podem ser avaliados pelo método simplificado ou de simulação, 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 para a classificação de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas.

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, 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 eletrocromicos ou outras soluções de desempenho inovadoras, devem ser avaliadas utilizando-se o método de simulação. Edificações que possuem sistema de aquecimento ambiental devem ser avaliadas pelo método de simulação.

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

Parâmetros	Limites	
	Valor mínimo	Valor máximo
Ângulo de obstrução vizinha (AOV)	0°	80°
Ângulo horizontal de sombreamento (AHS)	0°	80°
Ângulo vertical de sombreamento (AVS)	0°	90°
Capacidade térmica da cobertura (CT_{cob})	0,22 kJ/(m ² .K)	450 kJ/(m ² .K)
Capacidade térmica da parede externa (CT_{par})	0,22 kJ/(m ² .K)	450 kJ/(m ² .K)
Densidade de potência de equipamentos (DPE)	4 W/m ²	40 W/m ²
Densidade de potência de iluminação (DPI)	4 W/m ²	40 W/m ²
Fator solar do vidro (FS)	0,21	0,87
Pé-direito (PD)	2,6 m	6,6 m
Percentual de área de abertura da fachada (PAF)	0%	80%
Transmitância térmica da cobertura (U_{cob})	0,51 W/(m ² .K)	5,07 W/(m ² .K)
Transmitância térmica da parede externa (U_{par})	0,50 W/(m ² .K)	4,40 W/(m ² .K)
Transmitância térmica do vidro (U_{vid})	1,9 W/m ²	5,7 W/m ²

6.2. Método simplificado para as edificações ventiladas naturalmente ou híbridas

A aplicação do método simplificado para as edificações ventiladas naturalmente, ou parcialmente ventiladas naturalmente, é restrita às condições de aplicação do metamodelo utilizado para a análise, conforme lista de cidades disponibilizadas no campo “localização” da interface, disponível em <<http://pbeedifica.com.br/naturalcomfort>>.

Localidades não compreendidas na lista disponibilizada pela interface podem ser avaliadas pelo metamodelo de Rackes (2016)¹ e, nestes casos, o solicitante deve entregar memorial de cálculo e declaração de justificativa ao organismo inspetor.

A aplicação deste método restringe-se às edificações escolares e de escritórios, de geometria quadrada ou retangular, que seguem os horários de ocupação em concordância com a referida tipologia das tabelas do anexo A. A edificação deve possuir, obrigatoriamente, espaços internos com divisão e metragem quadrada similares (salas/espaços de tamanhos similares; a variação na metragem quadrada das APPs da edificação avaliada não deve superar 10%), além de aberturas para ventilação em todas as áreas de permanência prolongada. Demais tipologias não citadas, e os casos não compreendidos nos limites definidos na tabela 6.2 devem ser avaliados pelo método de simulação, disponível no anexo C.

¹<https://bseg.cae.drexel.edu/natural-comfort-a-new-early-stage-design-tool/>

Tabela 6.2 – Limites dos parâmetros de avaliação da envoltória atendidos pelo método simplificado para o aproveitamento da ventilação natural

Parâmetros	Limites (unidade)	
	Valor mínimo	Valor máximo
Absortância solar da cobertura (α_{cob})	0,2	0,8
Absortância solar das paredes externas (α_{par})	0,2	0,8
Ângulo vertical de sombreamento (AVS)	0°	45°
Área das APPs	9 m ²	400 m ²
Capacidade térmica da cobertura (CT _{cob})	10 kJ/(m ² .K)	400 kJ/(m ² .K)
Capacidade térmica da parede externa (CT _{par})	40 kJ/(m ² .K)	500 kJ/(m ² .K)
Comprimento total (maior dimensão entre os lados da edificação)	13 m	200 m
Fator da área da escada	0	0,28
Fator solar do vidro (FS)	0,2	0,8
Forma das aberturas para ventilação: razão entre a largura e a altura das aberturas para ventilação	0,1	50
Número de pavimentos	1	5
Pé-direito	2,75 m	4,25 m
Percentual de área de abertura na fachada total (PAF _T)	0,05	0,7
Profundidade total (menor dimensão entre os lados da edificação)	8 m	50 m
Transmitância térmica da parede externa (U _{par})	0,1 W/(m ² .K)	5 W/(m ² .K)
Transmitância térmica da cobertura (U _{cob})	0,1 W/(m ² .K)	5 W/(m ² .K)
Transmitância térmica do vidro (U _{vid})	1 W/(m ² .K)	6 W/(m ² .K)

*Todos os parâmetros relativos às propriedades térmicas das superfícies devem ser ponderados pela sua área.

7. CONDIÇÕES DE ELEGIBILIDADE PARA A CLASSIFICAÇÃO A

Para a edificação ser elegível à classificação geral A de eficiência energética, todas as condições dos sistemas individuais, quando aplicáveis, devem ser atendidas. No caso da avaliação individual dos sistemas, devem ser atendidas as condições específicas do referido sistema. Os critérios apresentados devem ser considerados independentemente do método de avaliação aplicado (simplificado ou de simulação).

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.

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, e 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	4,10 SCOP
≥ 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

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

** 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

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria	Eficiência mínima A
≥ 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
≥ 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	

Tipo de equipamento	Capacidade	Alternativa 1		Alternativa 2		Procedimento de teste
		Carga Total	IPLV	Carga Total	IPLV	
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 = 0.000015318 × (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 $\leq$ 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 fluidos. 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.

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

Onde:

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

r é o raio externo da tubulação (cm);

e é a espessura de isolamento térmico, listada na Tabela 7.7 para a temperatura de fluido e tamanho da tubulação em questão (cm);

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

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

Tabela 7.7 – Espessura mínima (cm) de isolamento térmico de tubulações dos sistemas de refrigeração do tipo expansão direta (**splits** convencionais e **inverter**)

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento térmico		Diâmetro nominal da tubulação (mm)		
	Condutividade térmica (W/(m.K))	Temperatura de ensaio (°C)	d $\leq$ 10	10 < d $\leq$ 30	d > 30
0 < T < 16	0,032 a 0,040	20	0,9	1,3	1,9

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 - 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 hidráulicos (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 (exemplos: museus, laboratórios de metrologia);
- 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.

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	$0,0017.V_s$	$0,0024.V_s$
Opção 2 – Potência de entrada do sistema de ventilação	$0,0015.V_s + A$	$0,0021.V_s + A$

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 $[\Delta p \times VD/650000]$. Δp é cada ajuste de perda de carga aplicável da tabela 7.10.

Tabela 7.10 – Ajuste de perda de carga

Dispositivo	Ajuste (Δp)	Créditos
Sistema de exaustão e/ou retorno do ar totalmente dutado	125 Pa (535 Pa para laboratórios e biotérios)	
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	

Dispositivo	Ajuste (Δp)	
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 m² e com densidade de ocupação superior a 25 pessoas por 100 m², 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 hidráulicos 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 hidráulicos 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
- c) No trocador de calor que requer o maior diferencial de pressão (exceto o trocador do resfriador de líquido); ou
- d) Próximo ao trocador de calor que requer o maior diferencial de pressão (exceto o trocador do resfriador de líquido); ou
- e) 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 hidráulicos 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 hidráulicos 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 hidráulicos 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 hidráulicos 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 fluido 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 (cm) de isolamento térmico das tubulações para sistemas de aquecimento

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento térmico		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	11,5	12,5	12,5	12,5	12,5
122 < T < 177	0,042 a 0,046	93	8,0	10,0	11,5	11,5	11,5
94 < T < 121	0,039 a 0,043	66	6,5	6,5	8,0	8,0	8,0
61 < T < 93	0,036 a 0,042	52	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0
41 < T < 60	0,032 a 0,040	38	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0

Fonte: ASHRAE Standard 90.1 (2016).

Tabela 7.12 – Espessura mínima (cm) 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		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	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
T < 4	0,032 a 0,040	10	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0

Fonte: ASHRAE Standard 90.1 (2016)

Tabela 7.13 – Espessura mínima (cm) 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		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	0,9	1,3	1,9

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 7.2.4 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, assim como informar o potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível.

O não atendimento aos critérios mínimos limita a classificação do sistema de iluminação e a classificação geral 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.

7.2.1. 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 7.2.1.1), quanto pelo método de simulação (item 7.2.1.2). 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 a classificação A do sistema.

7.2.1.1. 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 à partir do nível do piso acabado. As Figuras 7.1 e 7.2 mostram um exemplo de definição das zonas primárias de iluminação natural para aberturas laterais.

Figura 7.1 – Esquema em planta da definição zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais

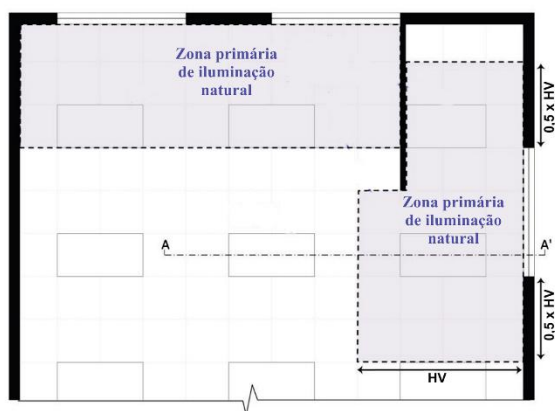
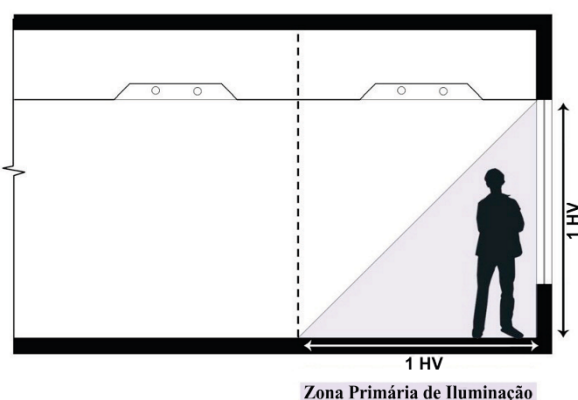


Figura 7.2 – Esquema em corte da definição zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais



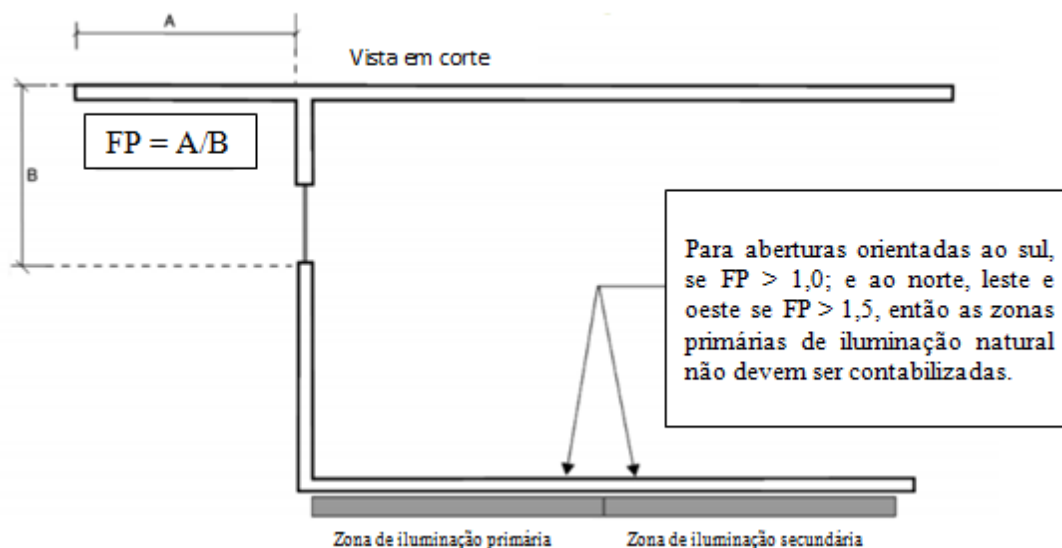
As zonas primárias de iluminação natural para as aberturas zenitais consistem na área imediatamente abaixo da abertura zenital, definidas em planta. Sua dimensão corresponde à área de projeção translúcida da abertura zenital, somada à medida de 0,7 vezes a altura média do teto para cada direção. A forma 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 encontrem-se 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.

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

- Zonas primárias de iluminação natural para as aberturas laterais em que o topo de qualquer estrutura adjacente existente, ou de objetos naturais, é pelo menos duas vezes mais alto que o topo das referidas aberturas, bem como de sua distância horizontal à frente das janelas;
- Aberturas laterais com área total de vidro inferior a 1,86 m²;
- Espaços destinados às áreas de varejo;
- 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 7.3).

Figura 7.3 – Cômputo das zonas primárias de iluminação natural adjacentes às aberturas laterais que possuem projeção externa



Fonte: adaptado de ASHRAE 90.1 (2019).

7.2.1.2. Determinação do potencial de integração a partir do método de simulação

Por este método, o potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível deve ser determinado a partir da simulação da autonomia da luz natural espacial. Devem ser consideradas “áreas com autonomia da luz natural” aquelas que apresentam no mínimo 300 lux em pelo menos 50% das horas diurnas ($ALNE_{300lx,50\%}$), considerando o acionamento de persianas hipotéticas a fim de se evitar o desconforto por ofuscamento. Os procedimentos para a simulação devem seguir o anexo C.II, simulação de iluminação natural.

7.2.2. 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 todas aquelas localizadas nas zonas primárias de iluminação natural, sendo elas laterais ou zenitais. As zonas primárias de iluminação natural devem ser definidas conforme descrito no item 7.2.1, e as áreas isentas do controle independente deste requisito devem ser definidas conforme descrito no item 7.2.1.1.

Destaca-se que essa condição aplica-se 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.

7.2.3. 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.

7.2.4. 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, de controle de acionamento de múltiplos aquecedores 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 do circuito de recirculação

Quando existentes, as tubulações destinadas à recirculação de água quente devem ser apropriadas para a função a que se destinam, possuindo isolamento térmico com espessura mínima e condutividade térmica determinadas na tabela 7.14.

Tabela 7.14 – Espessura mínima e condutividade térmica de isolamento de tubulações de recirculação e válvulas de água quente

Elemento	Condutividade térmica (W/(m.K))	Espessura mínima do isolamento (cm)
Tubulações internas	$\leq 0,040$	13,0
Válvulas	$\leq 0,040$	9,0

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

7.3.3. Reservatório de água quente

Quando existente, os reservatórios de água quente devem obedecer aos limites de perda específica de energia máxima, descritos no anexo B.IV, tabela B.IV.3.

7.3.4. Sistema de controle de acionamento de múltiplos aquecedores

Quando existirem múltiplos aquecedores de passagem trabalhando em conjunto, deve existir um sistema que controle o acionamento dos aquecedores de passagem de acordo com a demanda de água quente verificada, de modo a garantir a máxima eficiência do conjunto.

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 (Red_{EP}), comparando-se a edificação real com a edificação em sua condição de referência, equivalente à classificação D.

A Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) pode ser obtida para todos os sistemas em conjunto (ENCE geral), ou para diferentes combinações entre os sistemas, ou somente para a envoltória da edificação (ENCE parcial). A ENCE 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, ver tabelas do Anexo A).

Além da edificação completa, parcelas de edificações (pavimento ou conjunto de ambientes) podem ser avaliadas, conforme prevê o documento relativo aos Requisitos de Avaliação da Conformidade (RAC).

A condição de referência deve ser adotada conforme a tipologia da edificação, e as suas respectivas características, descritas no anexo A. Os percentuais de economia de uma

classificação para outra variam conforme a tipologia da edificação, seu fator de forma e clima no qual a edificação se insere. Para a verificação da influência do clima, esta INI-C adota a classificação climática proposta por Roriz (2014), que divide o território brasileiro em 24 grupos climáticos (GC).

8.1. Classificação da eficiência energética geral da edificação

A determinação da classificação da 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 à mesma edificação em sua condição de referência. O percentual de redução deve ser calculado com base na equação 8.1.

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

Onde:

$RedC_{EP}$ é o percentual de redução do consumo de energia primária entre a edificação real e a condição de referência;

$C_{EP,ref}$ é o consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

$C_{EP,real}$ 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 ($C_{EP,ref}$), devem ser calculados conforme a equação 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 local de energia renovável, quando existente.

O consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência ($C_{EP,ref}$) é definido pela soma de seu consumo estimado de energia elétrica ($C_{EE,ref}$, 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 local de energia renovável.

Os fatores de conversão da energia elétrica (fc_E) e térmica (fc_T) em energia primária estão descritos no site do PBE edifica, disponível em <<http://www.pbeedifica.com.br/node/134>>.

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

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.

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

Onde:

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

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

f_{cE} 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 ($C_{EP,ref}$), determinado conforme a equação 8.3.

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

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);

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

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

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 $C_{R,ref}$), iluminação ($C_{IL,real}$ e $C_{IL,ref}$), aquecimento de água em energia elétrica ($C_{AAE,real}$ e $C_{AAE,ref}$) e consumo de equipamentos (C_{EQ}), conforme descrito pela equação 8.5.

$$C_{EE,real \text{ ou } ref} = C_{R,real \text{ ou } ref} + C_{IL,real \text{ ou } ref} + C_{AAE,real \text{ ou } ref} + C_{EQ} \quad \text{Equação (8.5)}$$

Onde:

C_{EE} é o consumo total de energia elétrica da edificação real ($C_{EE,real}$) ou condição de referência ($C_{EE,ref}$) em 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 ($C_{R,ref}$) em kWh/ano;

C_{IL} é o consumo do sistema de iluminação da edificação real ($C_{IL,real}$) ou condição de referência ($C_{IL,ref}$) em 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 ($C_{AAE,ref}$) em kWh/ano;

C_{EQ} é o consumo de equipamentos em kWh/ano;

Nota 1: caso exista consumo no sistema de condicionamento de ar voltado para aquecimento, proveniente da avaliação a partir do método de simulação, este deve ser incluído ao somatório da equação 8.5.

O consumo de equipamentos para a edificação real e sua condição de referência deve ser o mesmo, conforme esclarece o subitem B.1.2.2.2.1. Sua determinação baseia-se na multiplicação entre a potência instalada de equipamento e o tempo de uso da edificação, conforme a equação 8.6.

$$C_{EQ} = P_i \cdot (h \cdot N_{ano}) \quad \text{Equação (8.6)}$$

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.

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.

$$C_{ET,real} = C_{AAT,real} \quad \text{Equação (8.7)}$$

Onde:

$C_{ET,real}$ é o consumo total de energia térmica da edificação real, em kWh/ano;

C_{AAT} é o consumo do sistema de aquecimento de água – energia térmica – da edificação real em kWh/ano.

Nota 2: 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 no fator de forma da edificação (equação 8.8), juntamente com o grupo climático em que esta se insere (anexo G).

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. Edificações com balanço energético positivo entre geração e consumo serão classificadas como A+.

O anexo G abrange uma lista simplificada de todos os grupos climáticos e suas principais cidades. A lista completa com todas as 5.564 cidades do território brasileiro e seus respectivos grupos climáticos pode ser acessada em:

<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/all5564_with_subgroups_interface_2018.csv>.

$$FF = \frac{A_{env}}{V_{tot}} \quad \text{Equação (8.8)}$$

Onde:

FF é o fator de forma da edificação (m^2/m^3);

A_{env} é a área da envoltória (m^2);

V_{tot} é o volume total construído da edificação (m^3).

Definidos o grupo climático e o fator de forma da edificação, é necessário obter o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC_{EPD-A}), utilizando as tabelas 8.2 a 8.9 e a tipologia da edificação descrita pelas tabelas do anexo A.

Nota 3: 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 4: edificações em blocos devem ser avaliadas separadamente, considerando-se assim um fator de forma para cada bloco e, conseqüentemente, uma ENCE para cada bloco. Inclui-se neste caso as edificações onde existe um bloco térreo de uso comercial (que deve ser etiquetado conforme esta INI-C), e demais pavimentos de uso residencial (que devem ser etiquetados conforme método descrito pela INI-R).

Os intervalos de classificação do consumo de energia primária são definidos a partir da variável “i”, determinada por meio da equação 8.9. O valor de “i” deve ser dividido em três parcelas iguais; cada parte se refere à uma classificação da escala de eficiência energética, conforme apresentado na tabela 8.1. Caso a edificação real apresente consumo de energia primária superior à condição de referência, sua classificação final será E.

$$i = \frac{(C_{EP,ref} \cdot CRC_{EPD-A})}{3} \quad \text{Equação (8.9)}$$

Onde:

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

$C_{EP,ref}$ é o consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

CRC_{EPD-A} é o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a A.

Tabela 8.1 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética geral

Classif. de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	–	$> C_{EP,ref} - 3i$	$> C_{EP,ref} - 2i$	$> C_{EP,ref} - i$	$> C_{EP,ref}$
Limite inferior	$\leq C_{EP,ref} - 3i$	$\leq C_{EP,ref} - 2i$	$\leq C_{EP,ref} - i$	$\leq C_{EP,ref}$	–

A classificação geral da edificação é determinada por meio da comparação entre os valores de consumo de energia primária da edificação real e os intervalos calculados, inseridos na tabela 8.1, identificando assim a classificação de eficiência energética geral.

Tabela 8.2 – Edificações de escritórios: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})					
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50	
GC 1- A	0,30	0,33	0,35	0,36	0,36	
GC 1- B			0,34	0,35		0,35
GC 2					0,35	
GC 3						
GC 4						
GC 5						
GC 6	0,29		0,33	0,34		0,36
GC 7						
GC 8	0,30		0,35	0,36	0,36	
GC 9	0,31		0,34	0,36	0,37	0,38
GC 10	0,30	0,33	0,35	0,36	0,36	
GC 11		0,32				
GC 12		0,29	0,31	0,33	0,34	0,35
GC 13						
GC 14	0,28	0,30	0,32	0,33	0,33	
GC 15						
GC 16		0,31	0,33	0,34	0,34	
GC 17						
GC 18	0,29	0,32	0,34	0,35	0,36	
GC 19						
GC 20		0,31	0,33	0,34	0,35	
GC 21						
GC 22		0,31	0,33	0,34	0,35	
GC 23						
GC 24						

Tabela 8.3 – Edificações educacionais: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})			
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40
GC 1- A	0,33	0,34	0,31	0,30
GC 1- B	0,31	0,32	0,30	0,29
GC 2	0,33	0,34	0,31	
GC 3				
GC 4				
GC 5	0,31	0,32	0,29	0,27
GC 6				0,28
GC 7				
GC 8				0,29
GC 9	0,32	0,33	0,31	
GC 10		0,32	0,34	0,30
GC 11	0,31	0,32	0,30	0,28
GC 12				
GC 13	0,30	0,31	0,29	
GC 14				
GC 15				0,27
GC 16				
GC 17	0,27	0,28	0,27	0,25
GC 18		0,29		
GC 19	0,28			0,30
GC 20				
GC 21		0,27		
GC 22				
GC 23	0,26			
GC 24				

Tabela 8.4 – Edificações de hospedagem: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})				
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40	
GC 1- A	0,36	0,35	0,34	0,34	
GC 1- B		0,34			
GC 2	0,37	0,35			0,34
GC 3					
GC 4					
GC 5	0,36	0,34	0,33	0,33	
GC 6			0,34		
GC 7				0,35	0,34
GC 8					
GC 9			0,34		
GC 10		0,34			
GC 11				0,34	
GC 12			0,34		
GC 13		0,34			
GC 14	0,34				
GC 15			0,35	0,33	0,33
GC 16					
GC 17	0,34	0,32	0,32	0,32	
GC 18					
GC 19			0,33	0,33	
GC 20					
GC 21	0,35	0,33	0,33	0,33	
GC 22					
GC 23	0,34	0,33	0,33	0,33	
GC 24					

Tabela 8.5 – Estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), exceto hospitais: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})			
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40
GC 1- A	0,18	0,16	0,16	0,16
GC 1- B		0,17		
GC 2		0,16	0,15	0,15
GC 3				
GC 4				
GC 5				
GC 6				
GC 7				
GC 8				
GC 9		0,17	0,17	0,17
GC 10		0,18		
GC 11			0,18	
GC 12		0,18		0,18
GC 13		0,17	0,17	
GC 14				
GC 15		0,17	0,17	
GC 16				
GC 17		0,18	0,19	0,19
GC 18		0,19		
GC 19				
GC 20		0,19		
GC 21				
GC 22		0,18	0,18	
GC 23				
GC 24				

Tabela 8.6 – Edificações de varejo – comércio: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})					
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50	
GC 1- A	0,30	0,30	0,31	0,32	0,37	
GC 1- B					0,36	
GC 2						
GC 3						
GC 4						
GC 5	0,29	0,29	0,30	0,31	0,34	
GC 6					0,35	
GC 7						
GC 8						
GC 9	0,30	0,30	0,31	0,32	0,36	
GC 10	0,31	0,31	0,32	0,33		
GC 11	0,30	0,30	0,31	0,32	0,34	
GC 12						
GC 13	0,29					0,29
GC 14						
GC 15		0,28	0,28	0,29	0,30	0,31
GC 16						
GC 17						
GC 18	0,29	0,29	0,30	0,31	0,32	
GC 19						
GC 20						
GC 21						
GC 22	0,30	0,31	0,30	0,32		
GC 23						
GC 24						

Tabela 8.7 – Edificações de varejo – mercado: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})									
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50					
GC 1- A	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29					
GC 1- B	0,27	0,27	0,27	0,27	0,28					
GC 2	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29					
GC 3										
GC 4										
GC 5		0,27	0,27	0,27	0,28					
GC 6										
GC 7										
GC 8										
GC 9	0,27	0,28	0,27	0,27	0,28					
GC 10										
GC 11	0,27	0,26	0,26	0,27	0,27					
GC 12										
GC 13						0,27				
GC 14										
GC 15										
GC 16										
GC 17	0,26	0,26	0,25	0,25	0,26					
GC 18										
GC 19	0,27		0,26	0,26	0,27					
GC 20										
GC 21	0,27									
GC 22										
GC 23	0,26				0,28					
GC 24										

Tabela 8.8 – Edificações de alimentação: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})							
	FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	0,50 < FF ≤ 0,60	FF > 0,60			
GC 1- A	0,23	0,23	0,22	0,22	0,23			
GC 1- B								
GC 2	0,22	0,22				0,22		
GC 3								
GC 4								
GC 5	0,23	0,22		0,21	0,22			
GC 6								
GC 7	0,22	0,22			0,23			
GC 8								
GC 9	0,23	0,23	0,23	0,22	0,24			
GC 10	0,24					0,23	0,23	
GC 11								
GC 12								
GC 13	0,23	0,22	0,22		0,23			
GC 14								
GC 15								
GC 16		0,23						
GC 17								
GC 18								
GC 19								
GC 20								
GC 21	0,24		0,23					
GC 22								
GC 23	0,23		0,22					
GC 24								

Tabela 8.9 – Edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para A (CRC_{EPD-A}), com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução do consumo de energia primária da classificação D para a classificação A (CRC _{EPD-A})			
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40
GC 1- A	0,21	0,24	0,25	0,27
GC 1- B				
GC 2	0,20	0,23	0,24	0,25
GC 3				
GC 4				
GC 5	0,21			0,26
GC 6				
GC 7	0,20			
GC 8				
GC 9	0,22	0,25	0,26	0,28
GC 10	0,23	0,26	0,27	0,29
GC 11	0,22	0,25		
GC 12				
GC 13				
GC 14				
GC 15	0,21	0,24	0,25	0,27
GC 16				
GC 17	0,22	0,25	0,26	0,28
GC 18				
GC 19				
GC 20				
GC 21	0,23	0,26	0,27	0,29
GC 22				
GC 23	0,22	0,25	0,26	0,28
GC 24				

8.2. Classificação da eficiência energética dos sistemas individuais

8.2.1. Determinação da classificação de eficiência energética da envoltória

A envoltória deve ser avaliada a partir do 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 da eficiência energética da envoltória deve ser construída a partir da carga térmica total anual da edificação em sua condição de referência ($CgTT_{ref}$), além do coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A ($CRCgTT_{D-A}$), conforme equação 8.10.

$$i = \frac{(CgTT_{ref} \cdot CRCgTT_{D-A})}{3} \quad \text{Equação (8.10)}$$

Onde:

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

$CgTT_{ref}$ é a carga térmica total da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

$CRCgTT_{D-A}$ é o coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A.

O coeficiente de redução de carga térmica total anual da classificação D para a A deve ser determinado a partir do fator de forma da edificação (FF), conforme equação 8.8, e o grupo climático (GC) no qual esta está inserida (anexo G). O coeficiente de redução difere para cada tipologia, devendo ser obtido por meio das tabelas 8.11 a 8.18.

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 assim um fator de forma para cada bloco e, consequentemente, uma classificação para cada bloco.

O intervalo dentro do qual a edificação proposta será classificada “i” deve ser subdividido em 3 partes; cada parte se refere a um intervalo 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 e dividido de “i”, deve-se preencher a tabela 8.10. Na sequência, deve-se comparar o valor da carga térmica total anual da edificação real ($CgTT_{real}$) com os limites baseados na carga térmica total anual de referência indicados na tabela 8.10, identificando a classificação de eficiência da envoltória da edificação em questão.

Tabela 8.10 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética da envoltória

Classificação de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	–	$> CgTT_{ref} - 3i$	$> CgTT_{ref} - 2i$	$> CgTT_{ref} - i$	$> CgTT_{ref}$
Limite inferior	$\leq CgTT_{ref} - 3i$	$\leq CgTT_{ref} - 2i$	$\leq CgTT_{ref} - i$	$\leq CgTT_{ref}$	–

Tabela 8.11 – Edificações de escritórios: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A (CRCgTT_{D-A}) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})					
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50	
GC 1- A	0,28	0,31	0,32	0,33	0,33	
GC 1- B	0,23	0,25	0,27	0,27	0,27	
GC 2	0,32	0,34	0,36	0,36	0,36	
GC 3						
GC 4						
GC 5	0,22	0,25	0,26	0,27	0,27	
GC 6						
GC 7	0,23	0,26	0,27	0,28	0,28	
GC 8						
GC 9	0,22	0,25	0,26	0,27	0,27	
GC 10	0,23	0,26	0,27	0,28	0,28	
GC 11	0,19	0,21	0,23	0,23	0,23	
GC 12						
GC 13						
GC 14						
GC 15	0,18	0,20	0,21	0,22	0,22	
GC 16						
GC 17	0,12	0,14	0,15	0,15	0,15	
GC 18		0,13	0,14			
GC 19		0,14	0,15		0,15	0,16
GC 20						
GC 21	0,14	0,17	0,18	0,18	0,18	
GC 22						
GC 23	0,13	0,15	0,16	0,17	0,17	
GC 24						

Tabela 8.12 – Edificações educacionais: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A ($CRCgTT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})					
	FF ≤ 0,20	0,20 <FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50	
GC 1- A	0,19	0,19	0,22	0,25	0,27	
GC 1- B	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	
GC 2	0,19	0,20	0,26	0,35	0,41	
GC 3						
GC 4						
GC 5	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	
GC 6						
GC 7	0,14		0,18	0,23	0,27	
GC 8						
GC 9			0,17	0,19	0,21	
GC 10	0,15	0,16	0,18	0,18	0,19	
GC 11	0,12	0,13	0,14	0,14	0,14	
GC 12						
GC 13	0,11	0,12	0,13			
GC 14		0,11				
GC 15				0,12	0,12	
GC 16						
GC 17	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	
GC 18						
GC 19	0,07		0,08			
GC 20						
GC 21	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	
GC 22						
GC 23		0,08		0,08	0,08	0,08
GC 24						

Tabela 8.13 – Edificações de hospedagem: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A (CRCgTT_{D-A}) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})			
	FF ≤ 0,20	0,20 <FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40
GC 1- A	0,41	0,41	0,42	0,44
GC 1- B	0,34	0,35	0,36	0,37
GC 2	0,45	0,46	0,48	0,49
GC 3				
GC 4				
GC 5	0,34	0,34	0,36	0,38
GC 6				
GC 7	0,35	0,35	0,37	
GC 8				
GC 9	0,33	0,34	0,35	0,36
GC 10	0,34	0,35	0,37	0,39
GC 11	0,29	0,29	0,31	0,33
GC 12			0,30	0,31
GC 13				
GC 14			0,30	0,31
GC 15	0,27	0,27	0,28	0,29
GC 16			0,28	
GC 17	0,19	0,19	0,20	0,20
GC 18	0,18		0,19	
GC 19			0,20	0,21
GC 20				
GC 21	0,22	0,22	0,23	0,24
GC 22				
GC 23	0,20	0,21	0,21	0,22
GC 24				

Tabela 8.14 – Estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), exceto hospitais: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A ($CRCgTT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})						
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40			
GC 1- A	0,28	0,25	0,23	0,21			
GC 1- B	0,24	0,21	0,18	0,17			
GC 2	0,17	0,16	0,16	0,14			
GC 3							
GC 4							
GC 5	0,25	0,23	0,21	0,20			
GC 6							
GC 7	0,26	0,19	0,15	0,14			
GC 8							
GC 9	0,22	0,20	0,18	0,17			
GC 10	0,24	0,21	0,19				
GC 11	0,20	0,18	0,16	0,14			
GC 12		0,17	0,14	0,13			
GC 13							
GC 14			0,15	0,14			
GC 15							
GC 16							
GC 17	0,14	0,11	0,10	0,09			
GC 18		0,12					
GC 19							
GC 20							
GC 21	0,16	0,13	0,11	0,10			
GC 22							
GC 23	0,15						
GC 24							

Tabela 8.15 – Edificações de varejo – comércio: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A (CRCgTT_{D-A}) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})						
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50		
GC 1- A	0,27	0,27	0,29	0,28	0,25		
GC 1- B	0,21	0,21	0,22	0,20	0,17		
GC 2	0,24	0,24	0,25	0,28	0,31		
GC 3							
GC 4							
GC 5	0,22	0,22	0,24	0,22	0,18		
GC 6							
GC 7	0,18	0,19	0,20		0,22		
GC 8							
GC 9	0,21	0,21	0,22	0,21	0,18		
GC 10	0,23	0,23	0,24		0,16		
GC 11	0,18	0,18	0,18	0,16	0,11		
GC 12							
GC 13	0,17	0,17	0,17	0,15	0,12		
GC 14							
GC 15	0,16	0,16	0,16	0,14	0,11		
GC 16							
GC 17	0,11	0,11	0,11	0,09	0,06		
GC 18					0,05		
GC 19	0,12	0,05					
GC 20							
GC 21	0,14	0,14	0,13	0,11	0,07		
GC 22							
GC 23	0,12	0,12	0,12	0,10	0,06		
GC 24							

Tabela 8.16 – Edificações de varejo – mercado: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A (CRCgTT_{D-A}) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})					
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40		
GC 1- A	0,31	0,29	0,28	0,28		
GC 1- B	0,25	0,22	0,21	0,21		
GC 2	0,24	0,27	0,34	0,39		
GC 3						
GC 4						
GC 5	0,27	0,26	0,24	0,24		
GC 6						
GC 7	0,22	0,23		0,25		
GC 8						
GC 9	0,24	0,22	0,20	0,20		
GC 10	0,25	0,21	0,19	0,19		
GC 11	0,21	0,17	0,14	0,14		
GC 12		0,16				
GC 13	0,20					
GC 14	0,20	0,16	0,15	0,15		
GC 15		0,17				
GC 16						
GC 17	0,13	0,09	0,07	0,07		
GC 18						
GC 19	0,14	0,10				
GC 20						
GC 21	0,15	0,11	0,09	0,09		
GC 22						
GC 23						
GC 24						

Tabela 8.17 – Edificações de alimentação: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A ($CRCgTT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})				
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	0,40 < FF ≤ 0,50	FF > 0,50
GC 1- A	0,35	0,34	0,32	0,30	0,30
GC 1- B	0,29	0,28	0,26	0,23	0,23
GC 2	0,33	0,33	0,35	0,38	0,42
GC 3					
GC 4					
GC 5	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29
GC 6					
GC 7	0,28	0,28	0,29	0,30	0,30
GC 8					
GC 9	0,29	0,27	0,25	0,23	0,23
GC 10	0,30	0,28		0,22	0,22
GC 11	0,26	0,24	0,21	0,17	0,17
GC 12					
GC 13	0,24	0,23	0,20		
GC 14					
GC 15	0,25			0,18	0,18
GC 16					
GC 17	0,17	0,15	0,13	0,10	0,10
GC 18					
GC 19	0,18	0,16			
GC 20					
GC 21	0,20	0,18	0,15	0,12	0,12
GC 22					
GC 23	0,19	0,17			
GC 24					

Tabela 8.18 – Edificações não descritas anteriormente: coeficiente de redução da carga térmica anual da classificação D para a A (CRCgTT_{D-A}) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classificação D para a A (CRCgTT _{D-A})			
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40
GC 1- A	0,38	0,40	0,41	0,43
GC 1- B	0,31	0,34	0,35	0,36
GC 2	0,40	0,41	0,41	0,42
GC 3				
GC 4				
GC 5	0,31	0,33	0,35	0,36
GC 6				
GC 7	0,32	0,35	0,36	0,38
GC 8				
GC 9	0,31	0,33	0,34	0,36
GC 10	0,32	0,35	0,36	0,37
GC 11	0,26	0,29	0,30	0,31
GC 12		0,28	0,29	
GC 13				
GC 14				
GC 15	0,25	0,27	0,28	0,29
GC 16				
GC 17	0,17	0,19	0,19	0,20
GC 18		0,18		
GC 19		0,19	0,20	0,21
GC 20				
GC 21	0,20	0,22	0,23	0,24
GC 22				
GC 23	0,19	0,21	0,22	0,23
GC 24				

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. O limite inferior do percentual de redução ($RedC_R$) para cada intervalo de classificação varia de acordo com o grupo climático, como exposto na tabela 8.19. Caso o valor de $RedC_R$ seja negativo, o sistema de condicionamento de ar recebe a classificação E.

Tabela 8.19 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética de acordo com o grupo climático do sistema de condicionamento de ar

Grupo Climático (GC)	RedC _R (%)			
	Classif. A	Classif. B	Classif. C	Classif. D
1a,1b,2,3,5,6,7,9,10	$RedC_R > 51$	$51 \geq RedC_R > 34$	$34 \geq RedC_R > 17$	$RedC_R \leq 17$
4,8,11,12,13,14,17,21	$RedC_R > 48$	$48 \geq RedC_R > 32$	$32 \geq RedC_R > 16$	$RedC_R \leq 16$
15,16,18,19,20,22,23,24	$RedC_R > 43$	$43 \geq RedC_R > 29$	$29 \geq RedC_R > 14$	$RedC_R \leq 14$

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 na potência de iluminação limite, considerando a classificação A (PI_{LA}) e classificação D (PI_{LD}). A definição das classes intermediárias da escala resulta da divisão do intervalo entre essas duas classes (A e D) em três partes, “i”, conforme equação 8.11.

$$i = \frac{(PI_{LD} - PI_{LA})}{3} \quad \text{Equação (8.11)}$$

Onde:

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

PI_{LD} é a potência de iluminação limite da classificação D (W);

PI_{LA} é a potência de iluminação limite da classificação A (W).

As potências de iluminação limite que determinam a classificação A (PI_{LA}) e D (PI_{LD}) devem ser calculadas com base no anexo B.III, subitem B.III.4.

Com o valor de “i” deve-se preencher a tabela 8.20. A classificação de eficiência energética do sistema de iluminação é feita a partir da comparação entre o valor da potência instalada total (PI_T – método de determinação no anexo B.III, subitem B.III.3) da edificação real com a escala resultante.

Tabela 8.20 – Limites dos intervalos das classificações de eficiência energética para o sistema de iluminação

Classificação de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	–	$> PI_{LD} - 3i$	$> PI_{LD} - 2i$	$> PI_{LD} - i$	$> PI_{LD}$
Limite inferior	$< PI_{LD} - 3i$	$\leq PI_{LD} - 2i$	$\leq PI_{LD} - i$	$\leq PI_{LD}$	–

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 8.21. Caso o valor de $RedC_{AA}$ seja negativo, o sistema de aquecimento de água recebe a classificação E.

Tabela 8.21 – 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
Com acumulação	$RedC_{AA} > 30$	$30 \geq RedC_{AA} > 20$	$20 \geq RedC_{AA} > 10$	$RedC_{AA} \leq 10$
Sem acumulação	$RedC_{AA} > 21$	$21 \geq RedC_{AA} > 14$	$14 \geq RedC_{AA} > 7$	$RedC_{AA} \leq 7$

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) Edificações de escritório (tabela A.1);
- b) Edificações educacionais: ensino médio, fundamental e superior (tabela A.2);
- c) Edificações de hospedagem: pequenas, médias e grandes (tabela A.3);
- d) Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), exceto hospitais (tabela A.4);
- e) Edificações de varejo: lojas, lojas de departamento e **shopping center** (tabela A.5);
- f) Edificações de varejo: mercados (tabela A.6);
- g) Edificações de alimentação: restaurantes e praças de alimentação (tabela A.7);

Nota 1: caso a tipologia a ser avaliada não se encontre nas descrições acima, deve-se adotar os parâmetros descritos na tabela A.8. Deve-se assumir esta tabela como referência e justificá-la para posterior análise e aprovação pelo OIA.

Nota 2: 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.

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 edificações 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 (%)	Condição real	50 (0,50)
Componentes construtivos		
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)
Upar - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39
α PAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede externa (kJ/m²K)	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06
α COB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K)	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*		Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	14,1**
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})****		260
Situação do piso		Condição real
Situação da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)*****		24,0
Aquecimento de água*****		-

* A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias de semana por ano, excluindo-se os fins de semana.

***** Caso exista a necessidade da 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.

***** Tipologia com consumo de água quente não significativo para a avaliação do sistema.

RASCUNHO - CB3E

Tabela A.2 – Valores de referência para edificações educacionais

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 (%)	Condição real	40 (0,40)		
Componentes construtivos				
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)		
Upar - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39		
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5		
CTpar - Capacidade térmica da parede externa (kJ/m²K)	Condição real	150		
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)		
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06		
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8		
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K)	Condição real	233		
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm		
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82		
Uvid - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7		
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0		
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0		
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*	Condição real			
Iluminação e ganhos				
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	15,5**		
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})****	200			
Situação do piso	Condição real			
Situação da cobertura	Condição real			
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento		
Condicionamento de ar (refrigeração)				
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60		
Temperatura setpoint (°C)*****	24,0			
Aquecimento de água*****				
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação ^a	Condição real	0,95		
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação ^b	Condição real	0,85		
Temperatura de armazenamento	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 armazenamento – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0
Perdas na tubulação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	0
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	0
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	0
Perdas na tubulação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm, $\lambda=0,03 \text{ W/m.K}$
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real	

* A utilização do ângulo de obstrução por vizinhança (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** 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.

***** Caso exista a necessidade da 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.

***** Válido para edificações educacionais com alojamento/internatos.

^a Sistema de referência: chuveiro elétrico

^b Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.3 – Valores de referência para edificações de hospedagem

Uso típico	Edificações de hospedagem		
	Condição real	Condição de referência	
		Pequenos	Médios e grandes
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 (%)	Condição real	45 (0,45)	
Componentes construtivos			
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9,0 cm), argamassa externa (2,5 cm)	
Upar - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39	
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5	
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m²K)	Condição real	150	
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)	
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06	
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8	
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K)	Condição real	233	
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm	
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82	
Uvid - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7	
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0	
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0	
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*	Condição real		
Iluminação e ganhos			
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	15,7**	
Densidade de ocupação (m²/pessoa)	Condição de referência	16,1	20,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)***	20,0		
Horas de ocupação (horas)	24		
Dias de ocupação (N _{ano}) ****	365		
Situação do piso	Condição real		
Situação da cobertura	Condição real		
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento	
Condicionamento de ar (refrigeração)			
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60	
Temperatura setpoint (°C)*****	24,0		
Aquecimento de água			
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação ^a	Condição real	0,95	
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação ^b	Condição real	0,85	
Temperatura de armazenamento	50 °C		
Temperatura de uso de água quente	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)		

Uso típico	Edificações de hospedagem		
	Condição real	Condição de referência	
		Pequenos	Médios e grandes
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real		
Perdas na tubulação –sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0	
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água sem acumulação	Condição real	0	
Perdas da recirculação – 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, $\lambda=0,03 \text{ W/m.K}$	
Perdas de armazenamento – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real		
Perdas da recirculação – sistema de aquecimento de água com acumulação	Condição real		

* A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base no total de dias dentro de um ano.

***** Caso exista a necessidade da 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.

^a Sistema de referência: chuveiro elétrico

^b Sistema de referência: **boiler** elétrico.

Tabela A.4 – Valores de referência para 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 (%)	Condição real	14 (0,14)
Componentes construtivos		
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9,0 cm), argamassa externa (2,5 cm)
Upar - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39
α PAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m²K)	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06
α COB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K)	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*		Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de Potência de Iluminação (W/m²)	Condição real	15,0**
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})****		365
Situação do piso		Condição real
Situação da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)*****		24,0
Aquecimento de água*****		

* A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base no total de dias dentro de um ano.

***** Caso exista a necessidade da 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.

***** Tipologia com consumo de água quente não significativo para a avaliação do sistema.

RASCUNHO - CB3E

Tabela A.5 – Valores de referência para edificações de varejo – comércio

Uso típico	Edificações de varejo			
	Condição real	Condição de referência		
		Pequenas	Grandes	Shoppings
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 (%)	Condição real	60% na fachada principal (0,60), e 5% nas demais (0,05)		
Componentes construtivos				
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9,0 cm), argamassa externa (2,5 cm)		
Upar - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39		
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5		
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m²K)	Condição real	150		
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)		
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06		
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8		
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K)	Condição real	233		
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm		
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82		
Uvid - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7		
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0		
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0		
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*	Condição real			
Iluminação e ganhos				
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	21,7**	18,3**	
Ocupação (m²/pessoa)	5,0			
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)***	20,00			
Horas de ocupação (horas)	12			
Dias de ocupação (N _{ano})****	300			
Situação do piso	Condição real			
Situação da cobertura	Condição real			
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento		
Condicionamento de ar (refrigeração)				
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60		
Temperatura setpoint (°C)*****	24,0			
Aquecimento de água*****				

* A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano, excluindo-se os domingos.

***** Caso exista a necessidade da 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.

***** Tipologia com consumo de água quente não significativo para a avaliação do sistema.

RASCUNHO - CB3E

Tabela A.6 – Valores de referência para edificações de varejo – mercados

Uso típico	Edificações de varejo	
	Condição real	Condição de referência
Geometria		
Área (m ²)		Condição real
Orientação solar		Condição real
Pé-direito (piso a teto) (m)		Condição real
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)	Condição real	60% na zona da fachada principal (0,60), e 10% nas demais (0,10)
Componentes construtivos		
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9,0 cm), argamassa externa (2,5 cm)
Upar - Transmitância da parede externa (W/m ² K)	Condição real	2,39
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m ² K)	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (> 5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m ² K)	Condição real	2,06
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m ² K)	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m ² K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução por vizinha (°)*		Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²)	Condição real	16,3**
Ocupação (m ² /pessoa)		5,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)*		40,0
Horas de ocupação		12
Dias de ocupação (N _{ano})*		350
Situação do piso		Condição real
Situação da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)*		24,0
Aquecimento de água*****		

* A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano.

***** Caso exista a necessidade da 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.

***** Tipologia com consumo de água quente não significativo para a avaliação do sistema.

RASCUNHO - CB3E

Tabela A.7 – Valores de referência para edificações de alimentação - restaurantes

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 (%)	Condição real	40 (0,40)
Componentes construtivos		
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)
Upar - Transmitância da parede externa (W/m²K)	Condição real	2,39
α PAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m²K)	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m²K)	Condição real	2,06
α COB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m²K) *	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m²K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*		Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m²)	Condição real	13,9**
Ocupação (m²/pessoa)		5,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m²)***		40,0
Horas de ocupação		8
Dias de ocupação (N _{ano})****		350
Situação do piso		Condição real
Situação da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)*****		24,0
Aquecimento de água		
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação ^a	Condição real	0,95
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação ^b	Condição real	0,85
Temperatura de armazenamento		60 °C
Temperatura de uso de água quente (°C)		38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)

Uso típico	Restaurantes	
	Condição real	Condição de referência
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, $\lambda=0,03 \text{ W/m.K}$
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real	
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real	

* A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano.

***** Caso exista a necessidade da 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.

^a Sistema de referência: chuveiro elétrico

^b 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 (m ²)		Condição real
Orientação solar		Condição real
Pé-direito (piso a teto) (m)		Condição real
Aberturas		
PAF - Percentual de área de abertura da fachada (%)	Condição real	60 (0,60)
Componentes construtivos		
Parede	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9 cm), argamassa externa (2,5 cm)
Upar - Transmitância da parede externa (W/m ² K)	Condição real	2,39
αPAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m ² K)	Condição real	150
Cobertura	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m ² K)	Condição real	2,06
αCOB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m ² K)	Condição real	233
Vidro	Condição real	Vidro simples incolor 6mm
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82
Uvid - Transmitância do vidro (W/m ² K)	Condição real	5,7
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0
AOV - Ângulo de obstrução vizinha (°)*		Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²)	Condição real	15**
Ocupação (m ² /pessoa)		10,0 ^a
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)*		40,00
Horas de ocupação (horas)		12 ^a
Dias de ocupação (N _{ano})*		300 ^a
Situação do piso		Condição real
Situação da cobertura		Condição real
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento
Condicionamento de ar (refrigeração)		
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60
Temperatura setpoint (°C)		24,0
Aquecimento de Água*****		

* A utilização do ângulo de obstrução vizinha (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** 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 (DPIL) para a classificação D.

*** Em casos em que se deseje utilizar os valores reais ou levantados por meio de projeto, a DPE para a condição real e de referência devem ser iguais. Caso sejam adotados valores não tabelados, deve ser entregue memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

**** Os dias de ocupação desta tipologia foram calculados com base na média de dias úteis por ano.

***** Caso exista a necessidade da 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.

***** Avaliar se a tipologia possui consumo significativo de água quente; se sim, utilizar valores apresentados em uma tipologia que possui consumo de água quente; se não, desconsiderar o sistema na avaliação geral.

^a 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.

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							
Argamassa externa	2,50	1,15	2000	1,00	0,022	2,39	150
Bloco cerâmico	1,34	0,90	1600	0,920	0,015		
Câmara de ar	6,32	0,364	-	-	0,175		
Bloco cerâmico	1,34	0,90	1600	0,920	0,015		
Argamassa interna	2,50	1,15	2000	1,00	0,022		
Cobertura							
Telha de fibrocimento	0,800	0,950	1900	0,840	0,0084	2,06	233
Câmara de ar (> 5 cm)	25,0	1,190	-	-	0,2100		
Laje de concreto (10 cm)	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).

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 sua carga térmica total para refrigeração.

A partir deste método, podem ser avaliadas 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 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 envoltória (RedCgTT) deve ser realizada a partir dos valores de carga térmica total anual da envoltória da edificação real ($CgTT_{real}$), e condição de referência ($CgTT_{ref}$), seguindo-se a equação B.I.1.

$$RedCgTT = ((CgTT_{ref} - CgTT_{real}) / CgTT_{ref}) \cdot 100 \quad \text{Equação (B.I.1)}$$

Onde:

RedCgTT é o percentual de redução da carga térmica total anual da envoltória (%);

$CgTT_{ref}$ é a carga térmica total anual da envoltória da edificação na sua condição de referência (kWh/ano);

CR_{real} é a carga térmica total anual da envoltória da edificação real (kWh/ano).

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

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

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.

$$CgTT_{real} = CgTR_{real} \cdot FH_{desc} \quad \text{Equação (B.I.2)}$$

Onde:

$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual da edificação real, em kWh/ano;
 $CgTR_{real}$ é a carga térmica de refrigeração anual da edificação real, em 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 ($CgTT_{ref}$) deve ser equivalente ao valor da carga térmica de refrigeração anual ($CgTR_{ref}$) 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.1.2.2; 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.1.2.3.

B.1.2.1. 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. A partir dos valores de fator de forma de cada bloco individual, deve-se gerar assim uma ENCE para cada bloco.

B.1.2.2. Edificações condicionadas artificialmente

A estimativa da carga térmica de refrigeração anual baseia-se em um metamodelo de análise que utiliza redes neurais artificiais para diferentes realidades climáticas brasileiras, representadas pelos grupos climáticos (GC) nos quais estão inseridas (anexo G).

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.1.2.2.1.

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.1.2.2.2.

Os valores definidos para cada um dos parâmetros de entrada, e para cada zona térmica de análise, devem ser inseridos na interface do metamodelo (disponível em: [<http://pbeedifica.com.br/redes/comercial/index_with_angular.html#>](http://pbeedifica.com.br/redes/comercial/index_with_angular.html#)), que resultará 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 separadas de acordo com: a) tipologia da edificação; b) tipo e/ou especificações técnicas do sistema de condicionamento de ar; c) pé-direito da edificação; d) espaços com pisos em contato com o solo, isolados ou em contato com o exterior; e, e) espaços com cobertura em contato com o exterior.

No caso de edificações onde as áreas de permanência prolongadas são 100% condicionadas, as áreas de permanência transitória geralmente não são condicionadas, e, portanto, devem ser desconsideradas na avaliação. Caso existam APTs não condicionadas e permanentemente ocupadas, deve-se proceder com a avaliação do item B.I.2.3 ou método de simulação (C.I).

Nota 1: uma zona térmica pode englobar vários ambientes.

Nota 2: a divisão das zonas térmicas em ambientes com pé-direito variável pode ser simplificada, utilizando-se um valor médio, de forma que o volume seja mantido.

As zonas térmicas devem ser separadas considerando as áreas perimetrais e os espaços internos (núcleo central da edificação), conforme exemplifica a Figura B.I.1. As zonas térmicas perimetrais devem ser limitadas em espaços de 4,50 m de profundidade (tolerância de até 1,00 m; por exemplo, profundidades até 5,50 m) com relação à face interna da parede externa. A área de cada zona térmica perimetral deve incluir toda a área que se encontra a 4,50 m de profundidade em relação à face interna da parede externa, não sendo necessário descontar-se as áreas ocupadas pelas paredes dos ambientes internos, exceto se houver mudança de orientação geográfica do espaço analisado.

Nota 3: a tolerância deve ser aplicada sempre que o restante de um ambiente/espaço de análise for pequeno demais para ser tornar uma nova zona perimetral/interna.

As zonas térmicas internas são localizadas em espaços além dos 4,50 m de profundidade com relação à face interna da parede externa, e sua área total pode também incluir as áreas ocupadas pelas paredes internas que dividem os ambientes, caso existentes. Quando a largura ou o comprimento do espaço a ser analisado for inferior a 9,00 m, têm-se apenas zonas perimetrais, como no exemplo da Figura B.I.2, onde o comprimento do ambiente analisado é igual a 8,00 m e a largura 16,00 m.

Nota 4: zonas térmicas localizadas em subsolos devem ser consideradas como zonas térmicas internas.

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 ($CgTR_{ref}$) 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 Anexo V do RAC.

Figura B.I.1 – Processo de divisão das zonas térmicas de análise; exemplo de separação de zonas térmicas: zonas 1 a 4 são perimetrais, e a zona 5 é interna

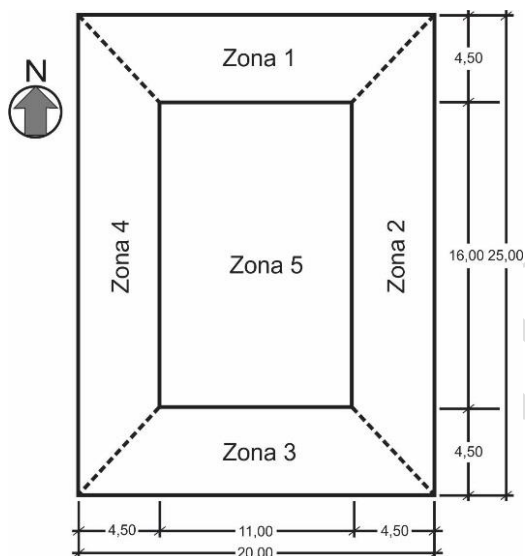
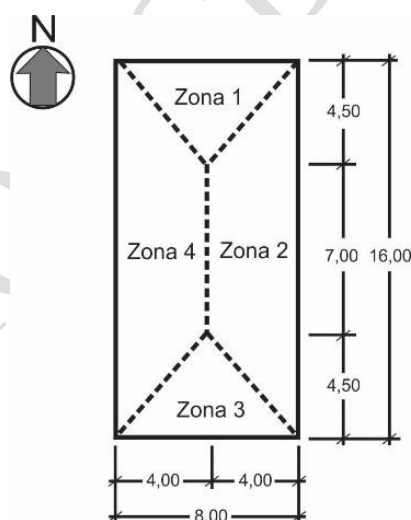


Figura B.I.2 – Processo de divisão das zonas térmicas de análise; exemplo de separação de zonas térmicas onde todas as zonas são perimetrais



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 (m^2);
- Tipo de zona térmica (perimetral/interna);
- Se existe contato com o solo (parâmetro binário – sim, se houver contato; não, se não houver contato, como nos casos de pilotis ou em balanço);
- Se a cobertura é voltada para o exterior (parâmetro binário – sim/não);
- Existência de isolamento térmico no piso (parâmetro binário – não, se não houver isolamento ou se a espessura do isolamento for < 5 mm; sim, se houver isolamento e a espessura for > 5 mm);
- Orientação solar (N, NE, L, SE, S, SO, O e NO, conforme definições do item 4);
- Horas de ocupação por dia (horas) – valor definido conforme a tipologia, ver tabelas do anexo A;
- Densidade de potência de equipamentos (W/m^2), conforme subitem B.I.2.2.2.1;

- i) Densidade de potência de iluminação (W/m^2), ou densidade de potência de iluminação em uso (W/m^2), conforme subitem B.1.2.2.2.2;
- j) Percentual de área de abertura de fachada da zona térmica (PAF);
- k) Fator solar do vidro;
- l) Transmitância térmica do vidro, cobertura e paredes externas ($W/(m^2.K)$);
- m) Absortância solar da cobertura e paredes externas, ver subitem B.1.2.2.2.3;
- n) Pé-direito (m);
- o) Ângulos de sombreamento: ângulo horizontal de sombreamento (AHS), ângulo vertical de sombreamento (AVS) e ângulo de obstrução vizinha (AOV), ver subitem B.1.2.2.2.4; e
- p) Capacidade térmica da cobertura e paredes externas ($kJ/(m^2.K)$).

Para a avaliação da edificação em sua condição real e de referência, os parâmetros para cada zona térmica devem respeitar os valores pré-definidos pela tipologia, conforme tabelas de referência do anexo A. São eles: ocupação, horas de ocupação e número de dias de ocupação ao ano.

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.1.2.2.2.1. 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 ao OIA memorial de cálculo e declaração de responsabilidade técnica (ART/RRT).

B.1.2.2.2.2. 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.1.3.

$$DPI_T = \frac{PI_T + PI_{UT}}{AI_T} \quad \text{Equação (B.1.3)}$$

Onde:

DPI_T é a densidade de potência instalada total da edificação (W/m^2);

PI_T é a potência de iluminação instalada total da edificação, sem controle automatizado (W);

PI_{UT} é a potência de iluminação em uso total da edificação, controlada por sensor automatizado (W/m^2);

AI_T é a área iluminada total da edificação (m^2).

Nota: tratando-se da avaliação geral da edificação, ou de avaliações parciais que contemplem o sistema de iluminação, a DPI será a mesma 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.1.2.2.2.3. 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, 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 definidos conforme o Anexo V do RAC, 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.

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, 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 equivalente a 0,2. Caso o afastamento mínimo não seja cumprido, deve-se considerar a absortância igual a 0,8.

As áreas de coberturas com teto verde, bem como telhas cerâmicas não esmaltadas e piscinas devem ser avaliadas com valor de absortância equivalente a 0,2.

Nota 2: 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.

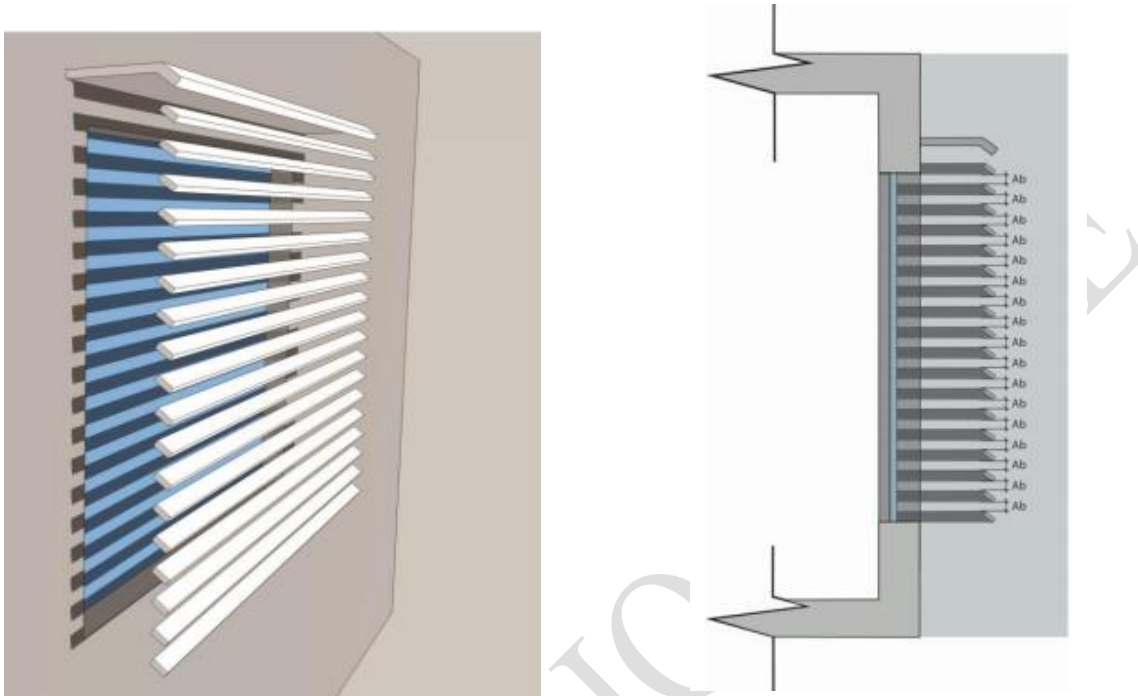
B.1.2.2.2.4. Ângulos de sombreamento

Os ângulos de sombreamento horizontal e vertical (AHS e AVS) devem ser definidos por meio da ponderação do ângulo em função da área de abertura de cada zona térmica a ser analisada, baseando-se nas seguintes orientações:

- O AHS de cada abertura deve ser calculado como a média entre os dois ângulos encontrados, um para cada lateral da abertura; no caso de zonas com mais de uma abertura, os ângulos devem ser calculados para cada abertura, e depois ponderados considerando-se a área total de abertura;
- O autossombreamento (sombreamento ocasionado pelo edifício sobre si mesmo) deve ser considerado no cálculo dos ângulos de sombreamento; no entanto, este ângulo deve ser considerado apenas para a edificação em sua condição real;
- Ângulos de sombreamento formados pelo recuo da abertura na parede que são superiores a 10° devem ser considerados no cálculo do AVS;
- 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 (A_b), 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.1.3).

Nota: as aberturas com sistemas de proteção solar paralelos à fachada, e com sua parte superior parcialmente 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.

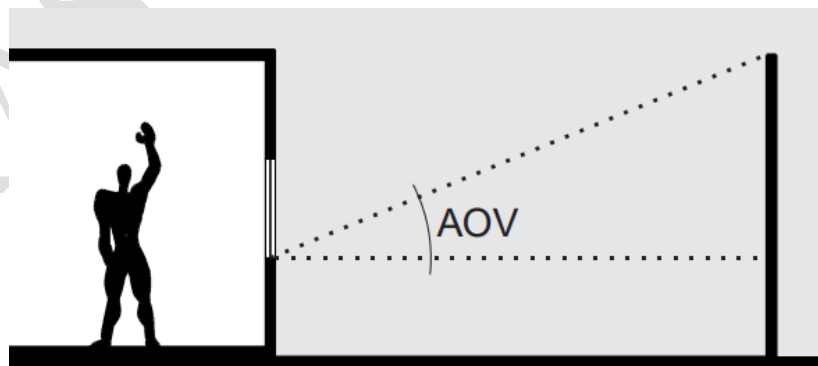
Figura B.I.3 – Representação gráfica de uma abertura em corte com um elemento de proteção solar paralelo à fachada. Na figura, o termo “Ab” refere-se à área de abertura vista ortogonalmente por meio das proteções solares (m^2)



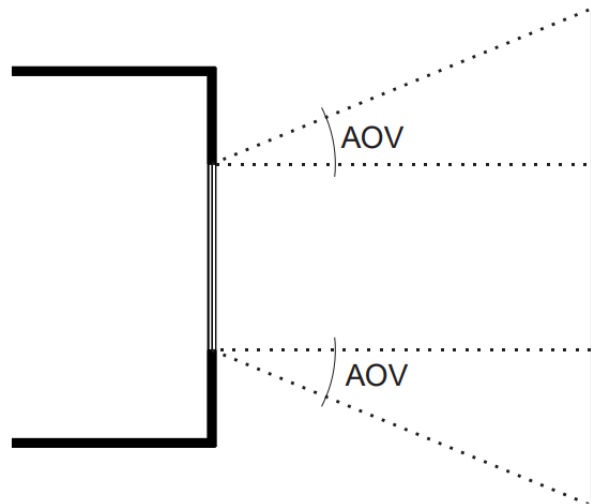
O ângulo de obstrução vizinha (AOV) deve ser determinado com base nos planos vertical e horizontal da(s) abertura(s) de cada zona térmica, conforme indicado na figura B.I.4. Caso estes ângulos sejam diferentes entre si, deve-se adotar o menor valor como entrada para a interface.

Figura B.I.4 – Representação do AOV em relação à abertura da zona térmica. a) ângulo relativo ao plano vertical (corte da fachada); e, b) ângulo relativo ao plano horizontal (em planta)

a)



b)



Fonte: Versage (2015).

B.1.2.3. Edificações ventiladas naturalmente ou híbridas

Edificações totalmente ventiladas naturalmente, ou que funcionam a partir da combinação entre a ventilação natural e unidades condicionadoras 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 estimativa do percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) deve ser obtida por meio da fração de horas excedentes por calor (FH_{desc}) ao longo de um ano, calculada em relação às horas de ocupação para toda a edificação com o auxílio da interface (equação B.1.4) disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/naturalcomfort>>.

$$PHOCT = 100 - FH_{desc}$$

Equação (B.1.4)

Onde:

PHOCT é o percentual de horas ocupadas em conforto térmico (%);

FH_{desc} é a fração de horas excedentes por calor ao ano.

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 interna de refrigeração ($CgTR$) para a condição real e de referência da edificação. Nesses casos, a classificação da envoltória é A, e a soma dos consumos para a determinação do CEP real e de referência (conforme subitem 8.1) deve considerar apenas os demais sistemas avaliados (iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água, se 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 (FH_{desc}).

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 ($C_{gTT_{ref}}$).

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.

O metamodelo disponibilizado é sensível às regiões de clima quente ($CDD18 > 2267$ K.dia) e ameno ($CDD18 < 2267$ K.dia), de acordo com os limites para 80% de aceitabilidade térmica do modelo adaptativo da ASHRAE 55, em sua versão vigente.

Nota 4: a aplicação do metamodelo é considerada suficientemente precisa em edificações escolares e de escritórios. Demais tipologias, além dos casos não compreendidos nos limites definidos abaixo, devem ser analisados pelo método de simulação do anexo C.

O metamodelo é aplicável nas seguintes condições:

- a) A edificação deve possuir, obrigatoriamente, espaços internos com divisão e metragem quadrada similares (salas/espaços de tamanhos similares; a variação na metragem quadrada das APPs da edificação avaliada não deve superar 10%);
- b) Os parâmetros de entrada da edificação devem estar inseridos nos intervalos de aplicação, conforme previamente disposto na tabela 6.2;
- c) A edificação deve ter formato quadrado ou retangular, não excedendo 16 metros de altura;
- d) A edificação deve possuir aberturas para ventilação em todos os ambientes de permanência prolongada; e
- e) O metamodelo deve ser utilizado somente para as edificações escolares e de escritórios, seguindo os horários de ocupação em concordância com a referida tipologia das tabelas do anexo A.

Os parâmetros de entrada para o cálculo da fração de horas excedentes por calor são dados referentes à edificação em análise, e estão listados abaixo:

- a) Comprimento total (m): maior dimensão entre os lados da edificação;
- b) Profundidade total (m): menor dimensão entre os lados da edificação;
- c) Pé-direito (m);
- d) Número de pavimentos, excluindo pavimentos de garagens, áreas técnicas e subsolos enterrados.

- e) Área das APPs (m^2): média das áreas de permanência prolongada;
- f) Fator da área da escada (adimensional);
- g) Percentual de área de abertura na fachada total (PAF_T);
- h) Ângulo vertical de sombreamento (AVS): média ponderada entre a área das aberturas e o AVS;
- i) Absortância solar da cobertura e paredes externas, ver subitem B.I.2.2.2.3;
- j) Transmitância térmica do vidro, cobertura e paredes externas ($W/(m^2.K)$);
- k) Capacidade térmica da cobertura e paredes externas ($kJ/(m^2.K)$).
- l) Fator solar do vidro;
- m) Fator de correção do vento, ver subitem B.I.2.3.1;
- n) Obstáculos do entorno, ver subitem B.I.2.3.2; e
- o) Forma das aberturas para ventilação: razão entre a largura e a altura das aberturas para ventilação.

B.I.2.3.1 Fator de correção do vento

Deve-se adotar para a entrada no metamodelo as seguintes definições para cada uma das opções oferecidas no campo “fator de correção do vento” na interface:

- a) Centros urbanos: relativos aos grandes centros urbanos, onde pelo menos 50% das edificações têm altura superior a 25 metros, por uma distância de pelo menos 0,8 km ou 10 vezes a altura da estrutura (o maior entre os dois valores);
- b) Áreas urbanas, suburbanas, industriais e florestas: áreas urbanas e suburbanas, áreas florestadas, ou outros terrenos com obstruções separadas proximamente;
- c) Áreas rurais planas: terreno aberto com obstruções espalhadas de alturas inferiores a 9 metros, incluindo terrenos planos típicos de estações meteorológicas;
- d) Regiões expostas aos ventos vindos dos oceanos: áreas planas, sem obstruções expostas aos ventos fluindo sobre a água por pelo menos 1,6 km, a uma distância de 460 metros ou 10 vezes a altura da estrutura (o maior entre os dois valores).

B.I.2.3.2. Obstáculos do entorno

Os obstáculos relativos ao entorno da edificação devem ser definidos em função da taxa de ocupação (TO) do local onde a edificação se encontra. A taxa de ocupação pode ser definida por meio de cálculo, devendo-se neste caso considerar todos os obstáculos que estão contidos dentro de 2 vezes a altura da edificação de interesse; ou, determinada a partir do plano diretor da cidade em que a edificação se encontra, quando existente.

A partir da definição da taxa de ocupação, define-se também em qual classe esta se encontra e qual campo selecionar no item “obstáculos do entorno” da interface do metamodelo. Assim, se:

- a) $TO \leq 5\%$, utilizar o campo referente ao item “sem proteção local ou obstruções”;
- b) $5\% < TO \leq 20\%$, utilizar o campo referente ao item “proteção local leve com poucas obstruções”;

- c) $20\% < TO \leq 35\%$, utilizar o campo referente ao item “proteção densa com muitas obstruções”;
- d) $35\% < TO \leq 50\%$, utilizar o campo referente ao item “proteção muito densa com muitas obstruções grandes”
- e) $TO \geq 50\%$, utilizar o campo referente ao item “proteção completa”.

RASCUNHO - CB3E

ANEXO B.II – SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Neste anexo estão descritos os procedimentos de avaliação do sistema de condicionamento de ar, que baseia-se no percentual de redução do consumo de refrigeração ($RedC_R$) de edificações comerciais, de serviços e públicas, 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.

$$RedC_R = ((C_{R,ref} - C_{R,real}) / C_{R,ref}) \cdot 100 \quad \text{Equação (B.II.1)}$$

Onde:

$RedC_R$ é o percentual de redução do consumo de refrigeração (%);

$C_{R,ref}$ 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

Para calcular o consumo de refrigeração da edificação real ($C_{R,real}$), é necessário obter a carga térmica total anual da edificação real ($CgTT_{real}$), 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.2. O cálculo do consumo de refrigeração da edificação real ($C_{R,real}$) é descrito pela equação B.II.2.

$$C_{R,real} = CgTT_{real} / CEE_R \quad \text{Equação (B.II.2)}$$

Onde:

$C_{R,real}$ é o consumo de refrigeração da edificação real (kWh/ano);

$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual (kWh/ano) da edificação real;

CEE_R é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração.

De forma análoga, a carga térmica total anual da edificação em sua condição de referência ($C_{gTT_{ref}}$) deve ser utilizada para o cálculo do consumo de refrigeração da edificação na condição de referência ($C_{R,ref}$), como descrito na equação B.II.3.

$$C_{R,ref} = C_{gTT_{ref}} / 2,6 \quad \text{Equação (B.II.3)}$$

Onde:

$C_{R,ref}$ é o consumo de refrigeração da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

$C_{gTT_{ref}}$ é a carga térmica total anual (kWh/ano) da edificação em sua condição 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 norma ABNT NBR 16401 - Parte 3, em sua versão vigente.

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 $30 \mu g/m^3$, 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 o somatório das áreas condicionadas de toda a edificação apresentar carga térmica superior a 350 kW, deve-se adotar um sistema de condicionamento de ar central, ou comprovar que os sistemas individuais consomem menos energia para as condições de uso previstas para a edificação.

Em edificações com sistema de ar condicionado central, devem ser especificadas as áreas onde seja comprovadamente melhor instalar sistemas individuais. O somatório da carga térmica das áreas atendidas por sistemas individuais não poderá ser superior a 180 kW.

No caso de equipamentos com diferentes eficiências, e na avaliação para sistemas com capacidade igual ou inferior a 17,6 kW, deve ser utilizado um valor de eficiência único, resultante da média ponderada das eficiências dos equipamentos considerados.

Quando houver áreas condicionadas no subsolo, estes 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 do sistema

Para os sistemas de condicionamento de ar de edificações comerciais, de serviços e públicas, deve-se realizar o cálculo do coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (CEE_R). Seis métodos são listados para o cálculo do CEE_R , de acordo com a capacidade e o tipo do sistema de condicionamento de ar.

1) Para sistemas com capacidade igual ou inferior a 17,6 kW (60.000 BTU/h), o cálculo do CEE_R deve ser realizado por um dos três métodos abaixo:

- 1-A) com base no COP;
- 1-B) com base no IDRS; ou
- 1-C) com base no CSPF.

2) Para sistemas com capacidade superior a 17,6 kW (60.000 BTU/h), o cálculo do CEE_R deve ser realizado por um dos três métodos abaixo:

- 2-A) com base no SPLV;
- 2-B) com base no fator de ponderação K; ou
- 2-C) com base em simulação computacional.

B.II.4.1. Sistemas com capacidade igual ou inferior a 17,6 kW (60.000 BTU/h)

Nestes sistemas, o cálculo do CEE_R deve ser realizado com base no COP, ou no IDRS, ou no CSPF, de acordo com as especificidades do sistema de condicionamento de ar.

B.II.4.1.1. Com base no COP

No caso de aparelhos de condicionamento de ar do tipo janela ou **split** de velocidade fixa, é obrigatório utilizar este método para calcular o CEE_R , segundo a equação B.II.4.

$$CEE_R = 1,062 \cdot COP_R \quad \text{Equação (B.II.4)}$$

Onde:

CEE_R é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração;

COP_R é o coeficiente de performance para refrigeração do aparelho de condicionamento de ar.

B.II.4.1.2. Com base no IDRS

Para aparelhos de condicionamento de ar do tipo **split** com **inverter**, o CEE_R pode ser calculado a partir do Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS), obtido com base nas tabelas de eficiência energética disponibilizadas na página do Inmetro (índices novos – IDRS): <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/condicionadores.asp>>. Alternativamente, o IDRS pode ser obtido por meio da interface web, disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/cspf/>>.

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

Após o cálculo do IDRS, a carga térmica total anual da condição real ($CgTT_{real}$), proveniente de toda a edificação (em kWh/ano) deve ser obtida, seguindo as instruções do item B.I.2 e utilizando a interface web do metamodelo comercial, disponível em: <http://pbeedifica.com.br/redes/comercial/index_with_angular.html#>.

Os sistemas de condicionamento de ar devem incluir os requisitos de qualidade do ar interior e de conforto térmico da ABNT NBR 16401, em sua versão vigente. A potência do equipamento de renovação de ar deve ser incluída na potência total do sistema para o cálculo do CEE_R .

A carga térmica total anual da edificação ($CgTT_{real}$), o IDRS e a potência do equipamento de renovação de ar (W_{vent}) devem ser utilizados no cálculo do CEE_R , como demonstrado na equação B.II.5.

$$CEE_R = \frac{CgTT_{real}}{(CgTT_{real}/IDRS) + Wvent} \quad \text{Equação (B.II.5)}$$

Onde:

CEE_R é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração;

$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual (kWh/ano) da edificação real;

IDRS é o Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal;

$Wvent$ é a potência do equipamento de renovação de ar.

B.II.4.1.3. Com base no CSPF

Alternativamente, para aparelhos de condicionamento de ar do tipo **split** com **inverter**, o cálculo do CEE_R pode ser adaptado para climas específicos em função da temperatura externa de climas específicos e das horas de operação do sistema. O CSPF (**Cooling Seasonal Performance Factor**), deve ser obtido por meio da interface web, disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/cspf/>>, utilizando o arquivo climático (EPW) do clima desejado e para as horas de operação reais. A carga térmica total anual da edificação ($CgTT_{real}$), o CSPF e a potência do equipamento de renovação de ar ($Wvent$) devem ser utilizados no cálculo do CEE_R , como demonstrado na equação B.II.6.

$$CEE_R = \frac{CgTT_{real}}{(CgTT_{real}/CSPF) + Wvent} \quad \text{Equação (B.II.6)}$$

Onde:

CEE_R é o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração;

$CgTT_{real}$ é a carga térmica total anual (kWh/ano) da edificação real;

CSPF é o **Cooling Seasonal Performance Factor**;

$Wvent$ é a potência do equipamento de renovação de ar.

B.II.4.2. Sistemas com capacidade superior a 17,6 kW (60.000 BTU/h)

Nestes sistemas, o CEE_R pode ser calculado pelo SPLV ou pela alternativa que adota o fator de ponderação K. Caso a opção escolhida seja a simulação computacional, o percentual de redução de consumo para a refrigeração ($RedC_R$) é obtido diretamente.

B.II.4.2.1. Com base no SPLV

O SPLV é uma média ponderada da relação do perfil de carga térmica anual sobre o perfil de consumo de energia anual de todo o sistema de condicionamento de ar ao longo do ano, porém de forma simplificada, resultante de quatro condições de carga (100%, 75%, 50% e 25%). Ao utilizar este método, o CEE_R é igual ao SPLV calculado.

O SPLV utiliza o mesmo método de cálculo do IPLV (**Integrated Part Load Value**) para os equipamentos, porém abrange todos aqueles envolvidos no sistema de ar condicionado (incluindo os equipamentos de refrigeração e o consumo de energia dos periféricos necessários para o funcionamento completo do sistema de condicionamento de ar). Além disso, o cálculo do SPLV considera o grupo climático onde o sistema será instalado, as

horas de operação ao longo do dia, a tipologia da edificação e o tipo de sistema de condicionamento de ar.

A planilha de cálculo do SPLV, para os quatro sistemas (listados na tabela B.II.1), está disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/PBE-Edifica-SPLV-AC-20201026.xlsm>>. O preenchimento da planilha deve ser realizado com os dados de projeto do sistema de condicionamento de ar. O procedimento de cálculo e as instruções de uso estão contidos na própria planilha. A planilha apresenta abas diferentes por tipo de sistema: expansão direta, expansão indireta e VRF. As variáveis de entrada necessárias para a utilização das planilhas estão subdivididas em categorias, como listadas na tabela B.II.1.

Tabela B.II.1 – Variáveis de entrada necessárias para o uso da planilha de cálculo do SPLV

Sistemas	AgGel-Prim-Sec-Cond Água	AgGel-Prim-Sec-Cond Ar	AgGel-Variavel-Cond Água	AgGel-Variavel-Cond Ar	Expansão Direta - Cond Água	Expansão Direta - Cond Ar
Variáveis de entrada						
Geral						
Grupo climático	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Horas de funcionamento do sistema	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Carga térmica total - pico verão	✓	✓	✓	✓	✓	✓
COP – 25%, 50%, 75%, 100%	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Expansão Direta						
Condensação a Água - circuito aberto (Torre) ou fechado (Dry Cooler)?					✓	
Mínima temp. entrada de água de resfriamento					✓	
Qtde Dry Coolers /Qtde Torres					✓	
Vazão de água por Dry Cooler /Vazão de água por torre					✓	
Potência nominal do motor					✓	
Approach na saída (temp. saída - TBS ar exterior)					✓	
Inversor de frequência no(s) ventilador(es)?					✓	
Válvula de bloqueio motorizada na entrada de água?					✓	
Chiller						
Quantidade de chillers operantes	✓	✓	✓	✓		
Capacidade de projeto - 1 chiller	✓	✓	✓	✓		
DT - água gelada nos chillers	✓	✓	✓	✓		

Sistemas	AgGel-Prim-Sec-Cond Água	AgGel-Prim-Sec-Cond Ar	AgGel-Variavel-Cond Água	AgGel-Variavel-Cond Ar	ExpansãoDireta - Cond Água	ExpansãoDireta - Cond Ar
Perda de pressão – chillers	✓	✓	✓	✓		
Vazão mínima permitida no chiller			✓	✓		
Temperatura de entrada de água de refrigeração mínima			✓			
BAGs (circuito primário)						
Quantidade de BAGs operantes	✓	✓				
Vazão de água por bomba	✓	✓				
Altura manométrica da bomba	✓	✓				
Eficiência da bomba	✓	✓				
Potência nominal do motor	✓	✓				
Bombas em barrilete ou dedicadas?	✓	✓				
Controle de vazão?	✓	✓				
BAGs (circuitos secundários/variável)						
Capacidade de projeto dos circuitos de distribuição	✓	✓	✓	✓		
DT - água gelada	✓	✓	✓	✓		
Perda de pressão - ramal fancoil referência	✓	✓	✓	✓		
Vazão de água por bomba	✓	✓	✓	✓		
Vazão de água total no circuito	✓	✓	✓	✓		
Perda de pressão total no circuito	✓	✓	✓	✓		
Altura manométrica da bomba	✓	✓	✓			
Eficiência da bomba	✓	✓	✓	✓		
BACs						
Quantidade de BACs operantes	✓		✓		✓	
DT – água refrigeração	✓		✓		✓	
Perda de pressão	✓		✓		✓	
Vazão de água por bomba	✓		✓		✓	
Altura manométrica da bomba	✓		✓		✓	
Eficiência da bomba	✓		✓		✓	
Potência motor	✓		✓		✓	
Bombas em barrilete ou dedicadas?	✓		✓		✓	

Sistemas	AgGel-Prim-Sec-Cond Água	AgGel-Prim-Sec-Cond Ar	AgGel-Variavel-Cond Água	AgGel-Variavel-Cond Ar	ExpansãoDireta - Cond Água	ExpansãoDireta - Cond Ar
Controle de vazão?	✓		✓		✓	
Torres						
Quantidade de torres	✓		✓			
Vazão de água por torre	✓		✓			
Potência nominal do motor	✓		✓			
Approach na bacia da torre (temperatura de saída - TBU)	✓		✓			
Inversor de frequência no ventilador?	✓		✓			
Válvula de bloqueio motorizada na entrada?	✓		✓			
Ventiladores para renovação do ar externo						
Ventiladores de ar externo – qtde	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Vazão de ar	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Temperatura do ar de referência (para seleção do ventilador)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pressão estática	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eficiência do ventilador	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Condicionadores de ar						
Carga térmica	✓	✓	✓	✓	✓	
Potência eixo do ventilador	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Quantidade de fancoils /AHUs	✓	✓	✓	✓		
Face (N, S, L, O)	✓	✓	✓	✓		
Qtde total de unidades operantes					✓	✓
Capacidade projeto - 1 unidade					✓	✓
Qtde de evaporadoras por unidade condensadora					✓	✓

B.II.4.2.2. Com base no fator de ponderação K

Para os sistemas de condicionamento de ar que não apresentarem o cálculo do SPLV para a determinação da eficiência, um cálculo alternativo deve ser apresentado a partir dos requisitos de eficiência dos equipamentos, conforme o tipo de equipamento aplicado. Neste método, o CEE_R é igual à eficiência do resfriador de líquido multiplicada pelo fator de ponderação K, que varia com o grupo climático considerado, segundo a tabela B.II.2.

Tabela B.II.2 – Valor de ponderação de acordo com o grupo climático

Grupo climático (GC)	Fator de ponderação (K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
1a,1b,2,3,5,6,7,9,10	0,58	0,52
4,8,11,12,13,14,17,21	0,62	0,56
15,16,18,19,20,22,23,24	0,64	0,58

B.II.4.2.3. Com base em simulação computacional

O método com base em simulação computacional permite obter diretamente o percentual de redução de consumo para refrigeração ($RedC_R$). Para a modelagem da edificação e do sistema de condicionamento de ar, devem ser utilizados os valores de referência de acordo com a tipologia da edificação, fornecidos no anexo A. Também devem ser adotadas as recomendações do método de simulação presentes no anexo C.I.

O consumo de refrigeração da edificação real é obtido diretamente, por meio da modelagem detalhada do sistema de condicionamento de ar da edificação.

O consumo de refrigeração da edificação em sua condição de referência necessita de uma simulação exclusiva, na qual é utilizado um “sistema de carga ideal”, que visa quantificar a carga térmica total anual da edificação de referência.

A carga térmica total anual da edificação de referência ($C_{gTT_{ref}}$) é utilizada para a obtenção do consumo da edificação de referência com refrigeração ($C_{R,ref}$). O consumo de refrigeração da edificação de referência é calculado pela equação B.II.7.

$$C_{R,ref} = C_{gTT_{ref}} / 2,6 \quad \text{Equação (B.II.7)}$$

Onde:

$C_{R,ref}$ é o consumo de refrigeração da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

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

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, e as áreas cobertas externas da edificação iluminadas artificialmente, tal como marquises.

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 artificial, é necessário determinar a potência de iluminação total da edificação real (PI_T), conforme o item B.III.3, a 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. As condições de elegibilidade para a classificação A estão descritos no item 7, subitem 7.2.

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 ($C_{IL,ref}$), seguindo a equação B.III.1.

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

Onde:

$RedC_{IL}$ é o percentual de redução do consumo de iluminação (%);

$C_{IL,ref}$ 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.

$$C_{IL,real} = PI_T \cdot (h \cdot N_{ano}) \quad \text{Equação (B.III.2)}$$

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 (kW);

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.

O consumo de energia elétrica do sistema de iluminação da edificação em sua condição de referência ($C_{IL,ref}$) deve ser determinado pela multiplicação entre a potência de iluminação limite para a classificação D (PI_{LD}) e o seu tempo de uso, conforme a equação B.III.3. A PI_{LD} pode ser determinada pelos métodos descritos nos subitens B.III.4.1 e B.III.4.2.

$$C_{IL,ref} = PI_{LD} \cdot (h \cdot N_{ano})$$

Equação (B.III.3)

Onde:

$C_{IL,ref}$ é o consumo do sistema de iluminação (kWh/ano);

PI_{LD} é a potência de iluminação limite para a classificação D (kW);

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}).

Nota 1: se existirem dois ou mais sistemas de iluminação independentes para atender as atividades de um mesmo espaço, e estes estiverem equipados com um sistema de controle que evite o seu uso simultâneo, a avaliação da potência instalada deste espaço deve considerar a potência instalada do sistema de maior potência.

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.

$$PI_{Treal} = \sum (PI_U) + \sum (PI) + P_{ASP}$$

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.

$$P_{ASP} = (1,5 \cdot P_{ILD})$$

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);

P_{ILD} 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 dimerizável com desligamento automático	0,8
Controle dimerizável com programação e desligamento automático	0,95

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 (P_{IU}) deve ser calculada por meio da potência de iluminação controlada por sensores (P_{IC}) e o fator de ajuste de potência (FAP), quando aplicável, conforme a Equação B.III.6.

$$P_{IU} = \sum [(P_{IC} \cdot FAP)]$$

Equação (B.III.6)

Onde:

P_{IU} é a potência de iluminação em uso (W);

P_{IC} é a potência de iluminação controlada por sensores (W); e

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.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; ou
- b) Método das atividades do edifício.

Qualquer um dos métodos pode ser escolhido, desde que seus critérios sejam atendidos.

O método do edifício completo é empregável aos edifícios com, no máximo, três atividades principais distintas. Este método, por agrupar funções secundárias às principais, é menos detalhado e pode não representar as necessidades de descrição 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.

O método das atividades do edifício estabelece densidades de potência para cada uma das atividades separadamente. O método da potência ajustada, utilizado em conjunto com o método das atividades, possibilita uma adaptação na densidade de potência limite para ambientes que tenham necessidades específicas de iluminação, oferecendo maior flexibilidade.

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 requiere a etiqueta parcial do sistema de iluminação.

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) principal(is) 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.

$$PI_L = \sum_{i=1}^{n=3} (A_i \cdot DPI_L) \quad \text{Equação (B.III.7)}$$

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 (m^2);

DPI_L é a densidade de potência limite para cada uma das atividades, se houver mais de uma, em W/m^2 .

Tabela B.III.2 – Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para a classificação de eficiência pretendida – método do edifício completo

Função do edifício	DPI_L Classif. A (W/m^2)	DPI_L Classif. D (W/m^2)
Academia	7,0	13,8
Armazém	5,2	10,3
Biblioteca	8,4	18,4
Bombeiros	5,7	11,0
Centro de convenções	8,7	16,8
Cinema	8,9	12,9

Função do edifício	DPI_L Classif. A (W/m²)	DPI_L Classif. D (W/m²)
Comércio	11,4	21,9
Correios	7,2	13,6
Venda e locação de veículos	7,6	12,8
Escola/universidade	8,7	15,5
Escritório	8,5	14,1
Estádio de esportes	9,4	12,2
Garagem – edifício garagem	1,6	3,9
Ginásio	7,3	15,7
Hospedagem, dormitório	6,6	9,6
Hospital	11,3	18,9
Hotel	8,1	15,7
Igreja/templo	10,1	16,4
Restaurante	8,4	13,9
Restaurante: bar/lazer	10,7	15,5
Restaurante: fast-food	8,5	14,1
Museu	11,4	16,5
Oficina	11,2	18,7
Penitenciária	8,6	15,1
Posto de saúde/clínica	8,8	13,6
Posto policial	8,6	14,9
Prefeitura – Instituição governamental	8,6	14,4
Teatro	12,7	21,8
Transportes	6,8	12,0
Tribunal	9,7	16,4

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 requiere a etiqueta parcial do sistema de iluminação.

B.III.4.2.1. Ajuste de potência para o método das atividades do edifício

O ajuste de potência limite de iluminação pode ser utilizado, a critério do solicitante, nas situações listadas nos itens a e b abaixo descritos. Os pontos de iluminação aplicáveis à potência adicional 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 vedada a sua aplicação em qualquer caso que não os citados.

- 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 deve ultrapassar 8,1 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.

$$PAP = 1000 + (A1 \cdot 4,8 \text{ W/m}^2) + (A2 \cdot 4,8 \text{ W/m}^2) + (A3 \cdot 11,3 \text{ W/m}^2) + (A4 \cdot 20,2 \text{ W/m}^2) \quad \text{Equação (B.III.8)}$$

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.2.2.2. 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.

$$PI_L = \sum_{i=1}^n (A_i \cdot DPI_L) \quad \text{Equação B.III.9}$$

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 (m²);

DPI_L é a densidade de potência limite para cada uma das atividades, se houver mais de uma (W/m²).

Tabela B.III.3 – Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para a classificação de eficiência pretendida – método das atividades do edifício

Ambientes/Atividades	DPI_L Classif. A (W/m²)	DPI_L Classif. D (W/m²)
Armazém, atacado		
Material pequeno/leve	7,45	16,32
Material médio/volumoso	3,80	8,00
Átrio - por metro de altura		
até 12,20 m de altura	0,10 W/m	0,48 W/m
acima de 12,20 m de altura (4,30 W/m ² somado à parcela ao lado)	0,07 W/m	0,32 W/m
Auditórios e Anfiteatros		
Auditório	11,50	13,60
Centro de convenções	11,50	14,08
Cinema	12,25	14,97
Penitenciária	11,50	13,59
Teatro	21,85	41,92
Banco/escritório - área de atividades bancárias	10,00	23,84
Banheiros	9,15	13,73
Biblioteca		
Área de arquivamento	6,00	12,48
Área de leitura	8,85	16,00
Área de estantes	12,90	29,44
Casa de máquinas	4,65	9,60
Centro de convenções		
Espaço de exposições	9,50	24,96
Circulação	7,10	11,36
Área de vendas	13,15	28,96
Provador	5,40	16,32
Cozinhas	11,40	17,12
Depósitos	4,95	8,00
Dormitórios – alojamentos	6,65	10,47
Escadas	6,25	11,84
Escritório	10,00	19,04
Escritório – planta livre	8,70	16,80
Garagem	1,50	3,20
Ginásio/ Academia		
Área de ginástica	8,85	12,48
Arquibancada	7,00	13,00
Esportes de ringue	26,40	46,08
Quadra de esportes – classe 4 ^[1]	12,15	18,85
Quadra de esportes – classe 3 ^[2]	18,30	28,37
Quadra de esportes – classe 2 ^[3]	21,10	33,12
Quadra de esportes – classe 1 ^[4]	26,60	51,84
Hall de entrada - vestíbulo		

Ambientes/Atividades	DPI_L Classif. A (W/m²)	DPI_L Classif. D (W/m²)
Elevador	7,45	8,32
Cinemas	4,85	12,80
Hotel	11,40	12,80
Salas de espetáculos	18,30	20,50
Outros	10,80	12,07
Hospital		
Circulação	9,90	15,36
Emergência	18,10	38,88
Enfermaria	10,75	15,20
Exames simples	14,45	22,85
Exames/tratamento	18,10	28,64
Farmácia	14,40	19,68
Fisioterapia	9,05	15,68
Sala de espera, estar	8,40	18,40
Recuperação	11,10	19,84
Sala de enfermeiros	9,40	15,04
Sala de operação	23,35	32,48
Quarto de pacientes	6,65	10,72
Suprimentos médicos	5,80	21,92
Igreja/ Templo		
Assentos	16,50	26,40
Altar, coro	16,50	26,40
Sala de comunhão – nave	5,90	11,04
Laboratórios		
para salas de aula	12,90	16,32
médicos e pesquisa	15,60	31,20
Lavanderia	4,65	10,40
Museus		
Restauração	9,15	17,60
Sala de exibição	11,50	18,08
Oficina mecânica	7,05	9,60
Oficina – seminário, cursos	12,25	27,36
Quartos de hotel	8,30	13,00
Refeitório	6,80	18,40
Salão	7,65	15,36
Lanchonete/café	6,80	11,20
Bar/lazer	10,00	14,08
Refeitório de penitenciária	10,35	20,66
Sala de Aula, treinamento	9,90	16,32
Sala de espera, convivência	7,55	9,60
Sala de reuniões, conferência, multiuso	11,50	19,04
Vestiário	5,15	12,96
Transportes		
Área de bagagem	4,85	12,00

Ambientes/Atividades	DPI_L Classif. A (W/m²)	DPI_L Classif. D (W/m²)
Aeroporto – Pátio	3,35	6,24
Assentos – Espera	6,65	9,28
Terminal – bilheteria	10,00	18,56
Necessidades visuais especiais ^[5]		
Área de refeição	21,55	43,06
Área de uso comum	19,35	31,96
Corredor	9,90	16,04
Hall de entrada	21,85	24,47
Banheiro	10,35	15,50

^[1] Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.

^[2] Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores.

^[3] Para competições em estádios e ginásios com capacidade para menos de 5.000 espectadores.

^[4] 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.

^[5] Documentação que comprove a existência de necessidade visual para permitir sua aplicação.

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.

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

Onde:

$RedC_{AA}$ é o percentual de redução do consumo de energia primária para a demanda de água quente (%);

$C_{AA,ref}$ 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.

$$C_{AA,real\ ou\ ref} = (C_{AAE,real\ ou\ ref} \cdot fc_E) + (C_{AAT,real\ ou\ ref} \cdot fc_T) \quad \text{Equação (B.IV.2)}$$

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 ($C_{AA,ref}$) 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 ($C_{AAE,ref}$) 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 ($C_{AAT,real}$) e condição de referência ($C_{AAT,ref}$) 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.

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

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

Onde:

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

N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano de acordo com a tipologia da edificação;

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.

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

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 da edificação;

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.

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.

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

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.

$$E_{per,t} = E_{A,per,tot} - E_{per,e} \quad \text{Equação (B.IV.6)}$$

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 térmica (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.

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

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;
- c) Energia necessária para compensação das perdas térmicas do sistema de distribuição e de armazenamento;
 - c.1) Energia necessária para a compensação das perdas térmicas dos sistemas de distribuição responsáveis pelo transporte de água quente entre o sistema e/ou equipamento de aquecimento e o ponto de utilização, quando existentes na edificação;
 - c.2) Energia necessária para a compensação das perdas térmicas dos sistemas de recirculação de água quente, quando existentes na edificação;

- c.3) Energia necessária para a compensação das perdas térmicas devido ao armazenamento da água quente, quando existirem reservatórios na edificação;
- d) Rendimento do equipamento aquecedor de água.

B.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.

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

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);

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

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

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

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);

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

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

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 as duchas higiênicas, jardins de infância e clínicas médicas, a temperatura máxima nos pontos de utilização permitida é de 38 °C. Quando a temperatura nos pontos de utilização passar de 45 °C, deve-se prever a instalação de equipamentos antiescaldamento.

Para sistemas com armazenamento de água quente deve-se adotar, no mínimo, 60 °C como temperatura de armazenamento ($\theta_{A,armaz}$) para os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), e de no mínimo 50 °C para as demais instalações prediais, independentemente da região do Brasil. No caso de sistemas de aquecimento indireto, como a água armazenada não é a mesma nos pontos de consumo, as temperaturas de armazenamento podem ser menores, uma vez que não ocorre risco de contaminação por *Legionella*, conforme especificado na NBR 16824 (2020).

Para a temperatura de água fria deve-se adotar a média anual da temperatura ambiente da cidade onde está localizada a edificação. A média anual da temperatura ambiente das cidades é obtida por meio da tabela de temperaturas do ar externo para as diferentes cidades brasileiras, disponível no **link** abaixo descrito. Na ausência de informações da cidade onde está localizada a edificação, deve-se adotar a cidade mais próxima.

<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx>.

O volume diário de água quente deve ser calculado por meio da equação B.IV.11. 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.

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

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”.

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

Tipologia*	Volume de água (litros)
Estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS)	
Clínica / Casa repouso (L/dia/leito)	120
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, ou declarado pelo solicitante.

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.

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

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.

Nota 1: assim como para todas as informações fornecidas para submissão da edificação à etiquetagem PBE Edifica, as comprovações exigidas para o emprego de sistemas recuperadores de calor devem ser expressas conforme o RAC.

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. Os cálculos não são aplicáveis para sistemas de aquecimento em piscinas.

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 ($El_{mês,i}$) é descrito na equação B.IV.13.

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

Onde:

$El_{mês,i}$ é a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores (kWh/(m².mês));

H_{dia} é a irradiação solar incidente no plano inclinado (Wh/(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 – 2ª Edição (2017), disponível em:

<http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html>;

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.

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

Onde:

$E_{SAmês,i}$ é a energia solar mensal absorvida pelos coletores do mês “i” (kWh/mês), tal que $i = 1, 2, 3, \dots, 12$;

S_c é a superfície de absorção do coletor (m²);

$El_{mês,i}$ 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.

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

Onde:

$F'_R(\tau\alpha)_n$ é o fator de eficiência óptica do coletor, obtido nas tabelas do PBE para coletores solares (adimensional);

$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$ é o modificador do ângulo de incidência; na ausência desta informação, recomenda-se 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, recomenda-se 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.

$$EP_{mês,i} = S_c \cdot F'_R U_L \cdot (100 - T_{AMB,i}) \cdot \Delta T, i \cdot K_1 \cdot K_{2,i} \quad \text{Equação (B.IV.16)}$$

Onde:

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

S_c é a superfície do coletor solar (m^2);

$F'_R U_L$ é um fator de correção, em $kW/(m^2.K)$, calculado pela equação B.IV.17;

$T_{AMB,i}$ é a temperatura média mensal do local de instalação do coletor do mês “i” ($^{\circ}C$);

$\Delta T, i$ é o período de tempo considerado (horas) no mês “i”;

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.

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

Onde:

$F'_R U_L$ é o coeficiente global de perdas do coletor, obtido a partir das tabelas do PBE para coletores solares ($kW/(m^2.K)$);

F'_R/F_R é o fator de correção do conjunto coletor/trocador; na ausência desta informação, recomenda-se adotar 0,95.

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

Onde:

V é o volume de acumulação solar (litros); recomenda-se que o valor de V seja tal que obedeça a condição:

$$50 < \frac{V}{S_c} < 100;$$

S_c é a superfície do coletor solar (m^2).

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18 T_{AC} + 3,86 T_{AF,i} - 2,32 T_{AMB,i})}{(100 - T_{AMB,i})} \quad \text{Equação (B.IV.19)}$$

Onde:

T_{AC} é a temperatura mínima admissível da água quente. Deve-se utilizar, no mínimo, $60^{\circ}C$ como temperatura de armazenamento para todas as regiões brasileiras;

$T_{AF,i}$ é a temperatura média mensal de água fria no mês “i” ($^{\circ}C$);

$T_{AMB,i}$ é a temperatura média mensal do local de instalação do coletor no mês “i” ($^{\circ}C$).

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.

$$f_i = 1,029D_{1,i} - 0,065D_{2,i} - 0,245(D_{1,i})^2 + 0,0018(D_{2,i})^2 + 0,0215(D_{1,i})^3$$

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.

$$D_{1,i} = \frac{E_{SA\text{mês},i}}{E_{AA} \cdot N_i}$$

Equação (B.IV.21)

Onde:

$E_{SA\text{mês},i}$ 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.

$$D_{2,i} = \frac{EP_{\text{mês},i}}{E_{AA} \cdot N_i}$$

Equação (B.IV.22)

Onde:

$EP_{\text{mês},i}$ 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.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.

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

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.

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

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 ($H_{per,dist} = 2,083 \cdot V_{dia}$) (h/dia), para o trecho i considerado;

$F_{per,tub,i}$ é o fator de perdas térmicas por metro de tubulação (W/(m.K)), conforme a equação B.IV.26 ou a tabela B.IV.2 quando sem isolamento, para trecho i considerado;

$L_{tub,i}$ é o comprimento da tubulação do trecho i considerado (m);

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

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

O cálculo das perdas deve ser feito para cada trecho da tubulação onde houverem mudanças de 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.26, adaptada da EN 15316-3-2 (2007).

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

Onde:

$F_{per,tub}$ é o valor do fator de perda em tubulações (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)); usar 8 W/(m².K) para tubulações com isolamento, e 14 W/(m².K) para tubulações sem isolamento.

Caso a tubulação não seja isolada, o valor do fator de perda em tubulações deve ser retirado da tabela B.IV.2, respeitando-se as condições reais.

Tabela B.IV.2 – Valor do fator de perda em tubulações sem isolamento (W/(m.K)). Na tabela, $A_{superficial}$ (m) é a área superficial do maior pavimento da edificação avaliada

Tubulação não isolada	Tubulação externa	Tubulação interna
$A_{superficial} \leq 200\text{m}^2$	1,00	1,00
$200\text{m}^2 < A_{superficial} \leq 500\text{m}^2$	2,00	2,00
$A_{superficial} > 500\text{m}^2$	3,00	3,00

Fonte: EN 15316-3-2 (2007).

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.

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

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 ($\lambda_{per,recirc}=24$) (h/dia);

$F_{per,recirc,i}$ é o fator de perdas térmicas por metro de tubulação do sistema de recirculação, conforme a equação B.IV.26 quando isolado, ou a tabela B.IV.2 quando sem isolamento, para o trecho “i” considerado;

$L_{recirc,i}$ é o comprimento da tubulação do sistema de recirculação (m), para o trecho “i” considerado;

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

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

No caso da existência de automação no sistema de recirculação proveniente dos tipos descritos no item B.IV.5, a perda térmica deve ser desconsiderada.

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 na tabela do PBE, em kWh/mês/l, disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/coletores-solares.asp>>, onde devem ser realizadas as transformações de unidade necessárias. Caso o reservatório não esteja disposto na tabela do PBE, utilizar a equação B.IV.26.

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

$$E_{A,res} = \frac{(\theta_{A,res,med} - \theta_{amb,med})}{\Delta\theta_{A,res,sby}} \cdot E_{A,res,sby} \quad \text{Equação (B.IV.28)}$$

Onde:

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

$\theta_{A,res,med}$ é a média de temperatura no reservatório (°C);

$\theta_{amb,med}$ é a média de temperatura no ambiente (°C);

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

Adota-se 29 °C;

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

A perda térmica específica dos reservatórios em **standby**, em função do volume de armazenamento, é apresentada na tabela B.IV.3.

Tabela B.IV.3 –Perda específica térmica de reservatório de água quente em standby

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

Nota 2: para dimensões não especificadas nesta tabela, deve-se utilizar a equação B.IV.29, obtida a partir da regressão linear dos valores tabelados.

$$E_{A,res,sby} = 0,0054 \times V_{res} + 0,6936$$

Equação (B.IV.29)

Onde:

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

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

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 fornecidas em laudos de ensaios ou catálogo de fabricante, desde que especificado. Na ausência de valores de eficiência de ambos os casos, deve-se adotar o valor de eficiência disponibilizados na tabela B.IV.4.

Tabela B.IV.4 –Tipos de sistemas de aquecimento de água e eficiências

Sistema de água quente	Eficiência (%)
Sistema de aquecimento por resistência elétrica em imersão (boiler)	85
Aquecedor de passagem de um único ponto de consumo	70

Sistema de água quente	Eficiência (%)
Aquecedor de passagem de múltiplos pontos de consumo	65
Sistema de aquecimento elétrico de um único ponto de consumo (chuveiro elétrico)	95
Aquecedor de acumulação a gás	76
Aquecedor de acumulação a combustível sólido (lenha)	55
Bomba de calor elétrica para aquecimento exclusivo de água	200

RASCUNHO - CB3E

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 termo energética (C.I) e de iluminação natural (C.II).

Qualquer edificação pode ser avaliada a partir do método de simulação termo energética, sendo obrigatório para as edificações que não atendem às condições definidas na tabela 6.1 do item 6 (subitem 6.1). Portanto, edificações que possuem 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 eletrocromicos ou outras soluções de desempenho inovadoras, devem ser avaliadas pelo método de simulação termo energética.

A partir das simulações termo energéticas 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, conforme item 8 do anexo principal desta Portaria.

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 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 TERMO ENERGÉTICA

C.I.1. Características do programa computacional para a simulação termo energética

O programa computacional de simulação termo energética deve possuir, no mínimo, as seguintes características:

- a) Ser um programa para a análise do consumo de energia em edifícios;
- b) Ser validado pela ASHRAE Standard 140;
- c) Modelar 8.760 horas por ano;
- d) 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;
- e) Modelar efeitos de inércia térmica;
- f) Modelar trocas de calor entre a edificação e o solo;
- g) Calcular cargas térmicas latente e sensível;
- h) Ser capaz de simular o sombreamento proveniente de elementos externos às zonas térmicas, como **brises**, sacadas e o entorno (quando considerado);
- i) Ser capaz de simular os efeitos da ventilação cruzada em um ambiente, ou entre dois ou mais 4 ambientes.
- j) Permitir a modelagem de multi-zonas térmicas;
- k) Ter capacidade de simular os efeitos das estratégias bioclimáticas adotadas no projeto;
- l) 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;
- m) Determinar a capacidade solicitada pelo sistema de condicionamento de ar;
- n) Calcular as horas não atendidas pelo sistema de condicionamento de ar;
- o) Calcular as curvas de desempenho de carga parcial para o sistema de condicionamento de ar;
- p) Calcular as curvas de correção de capacidade e eficiência para o sistema de aquecimento e refrigeração;
- q) 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
- r) 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 o arquivo climático da cidade mais próxima, com base na latitude, longitude e altitude. O arquivo climático utilizado deve fornecer valores mensais de temperatura média do solo ($^{\circ}\text{C}$) para todos os meses do ano, além dos seguintes valores horários representativos das 8.760 horas do ano climático típico:

- Temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$);
- Temperatura do ponto de orvalho ($^{\circ}\text{C}$);
- Umidade relativa (%);
- Pressão atmosférica (Pa);
- Intensidade de radiação horizontal de onda longa (Wh/m^2);
- Radiação horizontal global (Wh/m^2);
- Radiação normal direta (Wh/m^2);
- Radiação horizontal difusa (Wh/m^2);
- Direção do vento ($^{\circ}$), considerando o sentido horário a partir da direção Norte; e
- Velocidade do vento (m/s).

C.1.3. Procedimento para a simulação

No método de simulação, assim como no simplificado, a edificação deve ser 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, que variam conforme a tipologia avaliada. Para tanto, deve-se elaborar um modelo representando a edificação real e um modelo representando a condição de referência.

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

O entorno da edificação, quando considerado, deve ser simulado identicamente na condição real e na condição de referência. Devem ser representadas, na condição real e na condição de referência, a sombra e a reflexão da radiação solar ocasionadas pelas principais superfícies do entorno, incluindo a influência do relevo, da pavimentação, de edificações e de corpos d'água. Devem ser considerados os elementos de entorno implantados até a data de aplicação dos procedimentos desta INI, podendo ser incluídas estruturas cuja construção esteja prevista no mesmo projeto da edificação em análise.

A condição do entorno deve ser comprovada por meio de dados de levantamentos urbanos e planialtimétricos, levantamento fotográfico datado e recente, ou por meio de mapas de satélite e dados georreferenciados. Cabe ao responsável pela aplicação dos procedimentos a avaliação técnica das superfícies a serem consideradas, visando a melhor representação das trocas térmicas entre a habitação e o seu entorno. Eventuais modificações do entorno, ao longo da vida útil da edificação, podem influenciar no

desempenho inicialmente especificado, não implicando em não conformidade do projeto. A condição real e a condição de referência devem ser simuladas 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 em ambos os modelos, na condição real e na condição de referência.

C.I.4. Características em comum entre o modelo do edifício real e o modelo do edifício de referência

- a) Mesmo programa de simulação;
- b) Mesma versão do programa de simulação;
- c) Mesmo arquivo climático;
- d) Mesma condição de contato com o solo do pavimento inferior;
- e) Mesma condição de contato com o exterior do pavimento superior;
- f) Mesma orientação com relação ao Norte Geográfico;
- g) Mesma geometria, número de pavimento e divisão de zonas térmicas;
- h) Mesmas considerações de carga interna em cada zona térmica;
- i) Mesma condição de troca de calor para os elementos construtivos;
- j) Mesma área total de piso condicionada;
- k) Mesmo padrão de uso de pessoas, com o mesmo valor de calor dissipado por pessoa da edificação real (deve estar acordo com tipologia do anexo A);
- l) Mesmo padrão de uso e operação dos sistemas da edificação real;
- m) Mesmo valor de DCI em equipamentos da edificação real;
- n) Mesmo **setpoint** de refrigeração e aquecimento para o sistema de condicionamento de ar adotado;
- o) Mesma taxa de renovação de ar para o sistema de condicionamento de ar; e
- p) Mesmo valor da taxa de infiltração de ar.

C.I.5. Condição da edificação real

O modelo que representa o edifício real deve seguir as características descritas abaixo:

- a) Utilizar todas as características da edificação de acordo com o projeto proposto (por exemplo: transmitância térmica de paredes e coberturas; propriedades do vidro, PAF, PAZ, absorptância térmica de paredes e coberturas, dispositivos de sombreamento das aberturas, sistemas e suas respectivas características);
- b) No caso de o edifício real possuir diferentes sistemas de condicionamento de ar, todos os diferentes sistemas existentes de cada zona térmica devem ser representados;
- c) Considerar o coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração e aquecimento (CEE_R) do sistema de condicionamento de ar estabelecido em projeto;
- d) Utilizar a densidade de potência de iluminação do projeto proposto;

- e) O aproveitamento energético da iluminação 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;
- f) Considerar os dispositivos de sombreamento das aberturas quando os mesmos estiverem acoplados no edifício real;
- g) O sombreamento proveniente do entorno pode fazer parte do método de simulação (uso opcional quando avaliado apenas o desempenho térmico – AOV, e obrigatório quando avaliada a iluminação natural); quando utilizados, devem ser incluídos em ambos os modelos, edifício real e de referência;
- h) No caso do modelo do edifício real, possibilitar o uso do sistema de condicionamento de ar em somente alguns períodos do ano. A simulação poderá incluir a opção de abertura de janelas com ventilação natural, desde que seja comprovado o conforto térmico no período total em que o sistema de condicionamento de ar não foi utilizado nas horas de ocupação, conforme explicado no item C.I.6; e
- i) Adotar as características dos dados de entrada da ventilação natural de acordo com o projeto proposto.

Nota 1: deve-se encaminhar documentação comprobatória referente ao sombreamento do entorno ou premissas adotadas e critérios utilizados.

Nota 2: considerando o exposto na nota 1, deve-se encaminhar documentação comprobatória referente à justificativa e à comprovação da economia gerada com a utilização da iniciativa visando o aumento da eficiência da edificação.

Nota 3: o total de horas não atendidas no modelo do edifício real é de, no máximo, 10% das horas de funcionamento do sistema de condicionamento de ar.

C.I.6. Edifícios ou ambientes condicionados naturalmente

Para edificações naturalmente ventiladas, ou que possuam áreas de longa permanência não condicionadas, deve ser comprovado que o ambiente interno das áreas não condicionadas proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante um percentual das horas ocupadas.

Caso a edificação atenda aos limites do item 6, subitem 6.1 do texto principal, tal procedimento pode ser realizado por meio do método simplificado; caso contrário, deve-se realizar a simulação conforme este subitem.

Nota 1: 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.

Deve-se analisar o percentual de horas ocupadas em conforto térmico (PHOCT) em relação às horas de ocupação (considerar os valores de ocupação de acordo com as condições de referência do anexo A).

Caso a edificação para a condição real apresente um valor de PHOCT superior ou igual a 90% no horário de uso da edificação, não é necessário o cálculo do consumo de energia para a condição real e de referência da edificação.

Para valores de PHOCT inferiores a 90%, deve-se calcular o consumo de energia da edificação para as horas não atendidas de conforto, adotando-se o sistema de condicionamento de ar proposto para atender as horas em que a ventilação natural não for suficiente.

Nota 2: nas edificações naturalmente ventiladas e parcialmente ventiladas naturalmente, o consumo de energia da condição de referência (classificação D) não deve considerar o uso da ventilação natural.

Nota 3: na documentação apresentada, deve-se especificar qual o método relativo aos limites da zona de conforto térmico adotada (exemplo: ASHRAE 55, 2017).

C.1.7. Condição da edificação de referência

As condições de referência são definidas por tipologias, e estão apresentadas nas tabelas do anexo A. O modelo que representa a condição de referência deve ser simulado, considerando as características de acordo com a tipologia avaliada.

Para a condição de referência, deve-se calcular somente a carga térmica de refrigeração anual total da edificação de referência (C_{gTR}), adotando um sistema de carga ideal (“ideal loads”), no programa de simulação.

Para calcular o consumo da edificação de referência, deve-se dividir a carga térmica de refrigeração e aquecimento anual total da edificação de referência (C_{gTR}) por 2,6 W/W, que é o valor do coeficiente de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar para refrigeração (CEE_R) definido para a edificação de referência.

Caso a edificação real possua aberturas zenitais, a condição de referência deve ser simulada com base na tabela C.1. Quando o PAZ da edificação real estiver dentro do intervalo especificado na tabela, para o referido GC e FS, a condição de referência deve seguir a condição real. Se o PAZ da condição real extrapolar o limite proposto, deve-se adotar o percentual máximo da tabela para a condição de referência, bem como o fator solar máximo (por exemplo, edificação real localizada no GC 17, com PAZ de 4% e FS de 0,30; a condição de referência deve ser simulada com PAZ de 3% e FS de 0,67).

Nota: no caso da última linha da tabela, quando o PAZ real for inferior ao limite mínimo descrito, deve-se adotar 2,1%.

Tabela C.1 - Limites de PAZ e fator solar de vidros para coberturas na condição de referência

Grupo Climático	PAZ	FS
1 a 16	0 a 2%	0,87
17 a 24	0 a 2%	0,87
	2,1 a 3%	0,67

O PAZ da edificação em sua condição de referência deve ser modelado nas mesmas zonas térmica da modelagem da edificação real; se houver mais de uma zona onde esse percentual se localiza, deve-se manter a distribuição e proporção das aberturas zenitais como na edificação real.

ANEXO C.II – SIMULAÇÃO DE ILUMINAÇÃO NATURAL

O método de simulação deve ser aplicável tanto 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, subitem B.III.3), como a condição de avaliação do potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível (subitem 7.2.1).

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 suas características de reflexão e transmissão difusa e especular; 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 dos grupos climáticos 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 com formato INMET publicados no endereço: <<http://pbeedifica.com.br/arquivos-climaticos>>; além deste, podem ser utilizados o formato SWERA, TMY ou TRY².

C.II.3. Procedimento para a simulação de iluminação natural

Inicialmente, deve ser realizada a simulação da Exposição Anual à Luz Solar Direta ($EAS_{1000lx,250h}$) para a identificação das horas em que as 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 as 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 e o protocolo de modelagem em função da Exposição Solar Direta Anual ($EAS_{1000lx,250h}$) da IES LM 83 mais atual.

Com base nas condições de iluminação natural resultantes, deve-se:

- a) Para avaliações do potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível, simular a autonomia da luz natural espacial $ALNE_{300lx,50\%}$;
- b) Para o cálculo da redução do consumo de energia primária pela instalação de fotossensores, simular a operação do sistema de iluminação artificial e, consequentemente, a potência de iluminação em uso de controles (PI_U).

C.II.3.1. Procedimentos de modelagem comuns à avaliação da redução do consumo de energia primária da edificação e potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível

O modelo deve contemplar as seguintes características:

- a) A malha de pontos do plano de análise deve ser realizada conforme descrito no item C.II.4;
- b) A operação e a modelagem das cortinas/persianas devem seguir o disposto no item C.II.5;
- c) A volumetria da edificação deve ser modelada, independentemente da quantidade de ambientes avaliados, visando caracterizar qualquer condição de auto-obstrução.
- d) Modelar qualquer abertura que seja capaz de admitir luz natural ao interior dos ambientes avaliados, seja de forma direta ou indireta. As aberturas devem ser modeladas em três dimensões.

² INMET – Instituto Nacional de Meteorologia; SWERA – Solar and Wind Energy Resource Assessment; TMY – Typical Meteorological Year; TRY – Test Reference Year

- e) Todos os detalhes das aberturas, como esquadrias, peitoril, batentes e montantes, etc, maiores do que 5 cm devem ser modelados³. Alternativamente, esses detalhes das aberturas podem ser agrupados e a sua área calculada como “área de oclusão”. Essa área é utilizada para se determinar 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 bruta da abertura e a transmissão visível, corrigida pelo fator de redução, ver equação C.II.2.

$$FR_{Tvis} = \frac{A_O}{A_B}$$

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).

$$T'_{vis} = T_{vis} * (100 - FR_{Tvis})$$

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.

- f) A transmissão 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%;
- g) Modelar elementos de proteção solar fixos ou móveis, incluindo toldos. 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%;
- h) 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 (altura maior ou igual a 0,75 m) = 50%;
 - teto = 70%; e
 - superfícies externas da edificação = 40%.
- i) Partições fixas internas devem ser modeladas quando as alturas forem iguais ou superiores a 0,75 m (por exemplo, bancadas divisórias, paredes a meia altura, ilhas

³ Quando os detalhes das esquadrias não forem conhecidos, deve-se assumir um fator de redução em relação à abertura bruta de 20% para aberturas laterais, e 10% para as zenitais.

de cozinha). As refletâncias das superfícies devem ser aquelas especificadas no projeto. Quando desconhecidas, adotar o valor de 50%;

- j) Qualquer elemento translúcido fixo dentro do ambiente deve ser modelado considerando sua respectiva transmissão visível.
- k) Não modelar mobiliário e nenhum elemento interno móvel; e
- l) As portas devem ser modeladas fechadas.

Se os dados do ambiente a ser avaliado não estiverem disponíveis, suposições podem ser empregadas (por exemplo, propriedades de superfícies internas). Todas as suposições feitas devem ser declaradas.

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. Entende-se como entorno imediato todos os terrenos, edificações e vias adjacentes que se encontrem dentro de um setor angular horizontal de 120°. Adicionalmente, também deverá ser considerada toda a obstrução que, mesmo não adjacente, ultrapasse um ângulo vertical de 30°, medido a partir da verga da janela do nível da edificação em análise, a uma distância de até 90 m. A demarcação do setor angular se dá a partir da direção perpendicular à fachada em análise, compreendendo um setor de 60° para a esquerda e de 60° para a direita. Os afastamentos reais, bem como a largura das vias devem ser contabilizados;
- 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); 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.3.2. Procedimentos de modelagem exclusivos para a avaliação da redução do consumo de energia primária:

A modelagem, além de atender ao item C.II.3.1, deve:

- a) Considerar o mesmo período de operação conforme a tipologia da edificação e as tabelas do anexo A;
- b) A iluminância alvo dos sensores de iluminação natural deve ser a mesma adotada no projeto luminotécnico e na calibração dos sensores;
- c) O acionamento do sistema de iluminação deve se dar da mesma forma que o especificado no projeto luminotécnico (por exemplo, se por **dimmer**, sensor por passos, etc); e
- d) A potência instalada controlada pelos respectivos sensores de iluminação natural deve ser a mesma do projeto luminotécnico.

A área de análise deve corresponder aos ambientes que possuam sistema de controle visando o aproveitamento da luz natural.

C.II.3.3. Procedimentos de modelagem exclusivos para a avaliação do potencial de integração entre o sistema de iluminação e a luz natural disponível

A modelagem, além de atender ao item C.II.3.1, deve:

- a) Considerar o período de ocupação para o qual a luz natural é disponível, considerado um período de 10h, durante os 365 dias do ano, totalizando em 3.650h/ano, independentemente da tipologia da edificação;
- b) A iluminância alvo deve ser de 300 lux; e
- c) Toda a área de piso da edificação avaliada deve ser analisada.

C.II.4. Determinação da malha de pontos mínima para o plano de referência

O plano de análise é onde as iluminâncias devem ser mapeadas por meio de uma malha de pontos contínua, localizada a 0,75 m acima do piso acabado. A distância máxima entre os pontos da malha deve ser de 0,50 m, aplicando-se um afastamento de 0,30 m a 0,50 m das paredes. Recomenda-se utilizar o mesmo afastamento entre os pontos de análise da malha para todos os ambientes de uma mesma edificação.

Nota: as malhas devem ter um mínimo de 25 pontos. No caso das simulações em que seja possível separar o processamento das componentes solar e difusa, considerar: i) pelo menos 25 pontos para a avaliação da componente solar; ii) no mínimo 9 pontos para a componente difusa.

C.II.5. Modelagem e operação das persianas ou cortinas

Todas as janelas voltadas para o exterior, de ambientes cuja atividade visual exija controle de ofuscamento, devem ser modeladas com persianas ou cortinas operadas de forma a bloquear a luz direta do sol. Atividades que exigem o controle de ofuscamento são atividades de desempenho visual significativo, tais como: ler, escrever e utilizar o computador. As janelas devem ser agrupadas e operadas com base em avaliação horária, de forma que atendam aos critérios de Exposição Anual à Luz Solar Direta.

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, referentes à própria edificação ou ao entorno, semelhantes. As janelas devem pertencer à mesma orientação e os dispositivos de sombreamento, quando houverem, devem ser semelhantes e com operação semelhante. Os grupos de janelas devem ser definidos associados com 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 deve ser utilizado. Da mesma forma, caso hajam vidros com propriedades dinâmicas, como os eletrocromicos, 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 adotar **Bidirectional Scattering Distribution Function (BSDF)** ou dados do modelo geométrico, quando existirem. 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 atual da IES LM 83.

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 e a luz 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 termo energética 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 envoltória, 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.

$$PI_U = \frac{C_{IL,U}}{(h \cdot N_{ano})} \quad \text{Equação (C.II.3)}$$

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 termo energético

Caso a edificação for avaliada pelo método da simulação termo energética (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 termo energética. 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 LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL

A avaliação do uso de sistemas de geração de energia local por meio de fontes de energia 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) devem ser realizadas conforme estabelecido neste anexo.

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

D.1. Determinação do potencial de geração de energia elétrica a partir do uso de fontes locais de energia renovável

A energia gerada por meio do uso de fontes renováveis ao longo do ano (G_{EE}) deve ser estimada por laudo técnico do projetista, a fim de que possa ser subtraída do consumo de energia primária real ($C_{EP,real}$), conforme a equação 8.2, subitem 8.1. O potencial de geração de energia elétrica (PG_E) pelo uso de fontes locais de energia renovável é obtido por meio da equação D.1. Este representa o percentual da energia consumida pela edificação atendido pela energia gerada por meio de fontes locais renováveis, devendo ser exposto na ENCE da edificação avaliada.

$$PG_E = \frac{G_{EE} \cdot 100}{C_{EE,real}} \quad \text{Equação (D.1)}$$

Onde:

PG_E 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 real (kWh/ano).

D.2. Condições para a avaliação de NZEB

A edificação de energia quase zero (NZEB) deve ser energeticamente eficiente, comprovada pela obtenção da classificação A de eficiência energética sem considerar o desconto da parcela referente à geração local 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. Além disso, a NZEB deve ter 50%, ou mais, de sua demanda energética anual suprida por energia renovável gerada localmente, conforme equação D.2

$$(G_{EE} \cdot f_{CE}) \geq 0,5 \cdot ((C_{EE,real} \cdot f_{CE}) + (C_{ET,real} \cdot f_{CT})) \quad \text{Equação (D.2)}$$

Onde:

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

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

$C_{EE,real}$ 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_T é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

D.3. Condições para a avaliação de EEP

A edificação de energia positiva deve ser energeticamente eficiente, comprovada pela obtenção da classificação A de eficiência energética sem considerar o desconto da parcela referente à geração local 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. A EEP deve ter geração local de energia renovável superior à sua demanda anual de energia, com balanço energético positivo (equação D.3). Como resultado, a EEP recebe a classificação de eficiência energética A+ na ENCE geral.

$$(G_{EE} \cdot fc_E) - ((C_{EE,real} \cdot fc_E) + (C_{ET,real} \cdot fc_T)) \geq 0 \quad \text{Equação (D.3)}$$

Onde:

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;

$C_{EE,real}$ 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_T é o fator de conversão de energia térmica em energia primária.

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 (CO₂) 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.1 Determinação do percentual de redução ou acréscimo da emissão de dióxido de carbono

O percentual de redução ou acréscimo das emissões de dióxido de carbono (P_{CO₂}) deve ser obtido por meio da equação E.1. Caso o resultado da equação seja negativo, há uma redução nas emissões de CO₂. Caso o resultado seja positivo, há um aumento nas emissões de dióxido de carbono em relação à edificação de referência.

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

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 (tCO₂/ano);

E_{CO₂,ref} é a emissão total de dióxido de carbono da edificação em sua condição de referência (tCO₂/ano);

E.1 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 local de energia renovável, que deve ser multiplicada pelo fator de emissão de dióxido de carbono referente à geração de eletricidade. Os consumos e a geração local de energia renovável devem ser considerados conforme a tabela E.1.

Os fatores de emissão de dióxido de carbono por geração de eletricidade são diferenciados para as localidades cujo fornecimento de energia elétrica está ligado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e para aquelas que fazem parte de Sistemas Isolados (SIs). Os fatores de emissão de dióxido de carbono estão descritos no site do PBE Edifica, disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/node/134>>.

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

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 local de energia renovável	Condição real	Sem geração

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

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

Onde:

$E_{CO_2,real}$ é a emissão total de dióxido de carbono da edificação real (tCO₂/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);

fe_E é o fator de emissão de dióxido de carbono na geração de energia elétrica (kg.CO₂/kWh);

fe_T é o fator de emissão de dióxido de carbono na queima de combustível (kg.CO₂/kWh);

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

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

Onde:

$E_{CO_2,ref}$ é a emissão total de dióxido de carbono da edificação em sua condição de referência (tCO₂/ano);

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

$C_{ET,ref}$ é o consumo total de energia térmica da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

fe_E é o fator de emissão de dióxido de carbono na geração de energia elétrica (kg.CO₂/kWh);

fe_T é o fator de emissão de dióxido de carbono na queima de combustível (kg.CO₂/kWh).

ANEXO F – USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Neste anexo são estabelecidos os critérios para a determinação do percentual anual de redução do consumo de água potável por meio do seu uso racional em edificações 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.

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 ($Red_{\text{água}}$) 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.

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

Onde:

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

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

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

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

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

O consumo anual de água da edificação em sua condição de referência deve ser calculado por meio 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 têm seus valores adaptados do LEED v.4 (2015). A ocupação, em número de dias ao ano, também é fixa conforme a tipologia.

$$C_{\text{água,ref}} = N_{\text{ano}} \cdot (C_{\text{água,ref,BS,MIC}} + Q_{\text{ref,TL}} \cdot t_{\text{TL}} \cdot UD_{\text{TL}} \cdot Oc + Q_{\text{ref,CH}} \cdot t_{\text{CH}} \cdot UD_{\text{CH}} \cdot Oc + Q_{\text{ref,TC}} \cdot t_{\text{TC}} \cdot UD_{\text{TC}} \cdot Oc) \quad \text{Equação (F.2)}$$

Onde:

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

N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano conforme a tipologia da edificação, ver tabelas do anexo A;

$C_{\text{água,ref,BS,MIC}}$ é o consumo diário de água das bacias sanitárias e mictórios na condição de referência (L/dia), calculado conforme equação F.3;

$Q_{\text{ref,TL}}$ 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;

$Q_{\text{ref,CH}}$ 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.

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.

$$C_{\text{água,ref,BS,MIC}} = Q_{\text{ref,BS,M}} \cdot UD_{\text{BS,M}} \cdot O_{\text{CM}} + Q_{\text{ref,BS,F}} \cdot UD_{\text{BS,F}} \cdot O_{\text{CF}} + Q_{\text{ref,MIC}} \cdot UD_{\text{MIC,M}} \cdot O_{\text{C}} \quad \text{Equação (F.3)}$$

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 (L/minuto), conforme a tabela F.1;
 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_{ref,BS,F} é a vazão da bacia sanitária feminino na condição de referência (L/minuto), conforme a tabela F.1;
 UD_{BS,F} é o número de uso diário da bacia sanitária 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;
 UD_{MIC,M} 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.

$$O_{\text{C}} = \frac{A_{\text{tot}}}{DO_{\text{C}}} \quad \text{Equação (F.4)}$$

Onde:

O_C é a quantidade de usuários que ocupam a edificação;
 DO_C é a densidade de ocupação da edificação (m²/pessoa), conforme a tabela F.4;
 A_{tot} é a área total da edificação (m²).

Tabela F.1 – Vazão de dispositivos da edificação em sua condição de referência

Tipo de dispositivo / Tipologia	Vazão (L/min)			
	Escritórios	Hospedagem/ Hospitalares	Varejo/ 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.

Tipo de dispositivo / Tipologia	Vazão (L/min)			
	Escritórios	Hospedagem/ Hospitalares	Varejo/ Alimentação	Educacionais
Banho/chuveiro	12,0 L/min.	12,0 L/min.	-	-
Torneira da pia da cozinha	15,0 L/min.	15,0 L/min.	-	-

Fontes: NBR 8.160 (ABNT, 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)			
	Escritórios	Hospedagem/ Hospitalares	Varejo/ 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	-	-
Torneira da pia da cozinha	0,25	1,00	-	-

¹Considerada a duração média das descarga de 5 segundos.

Fontes: NBR 8.160, ABNT (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			
	Escritórios	Hospedagem/ Hospitalares	Varejo/ 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	-	-
Torneira da pia da cozinha	1,0	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 (m ² /pessoa)
Edificações de escritórios	Escritórios	12,0
	Educação infantil	2,5
Edificações educacionais	Ensino fundamental/médio	1,5
	Ensino superior	1,5
Edificações de hospedagem	Hotéis pequenos	16,1
	Hotéis médios e grandes	20,0
Estabelecimentos	Estabelecimentos assistenciais	5,0

Tipologia		DOc – Densidade de ocupação (m ² /pessoa)
assistenciais de saúde	de saúde	
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 pelo solicitante.

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.

$$C_{\text{água,real}} = N_{\text{ano}} \cdot (C_{\text{água,real,BS,MIC}} + Q_{\text{real,TL}} \cdot t_{\text{TL}} \cdot UD_{\text{TL}} \cdot Oc + Q_{\text{real,CH}} \cdot t_{\text{CH}} \cdot UD_{\text{CH}} \cdot Oc + Q_{\text{real,TC}} \cdot t_{\text{TC}} \cdot UD_{\text{TC}} \cdot Oc) \quad \text{Equação (F.5)}$$

Onde:

$C_{\text{água,real}}$ 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);
 $C_{\text{água,real,BS,MIC}}$ é o consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) na condição real;
 $Q_{\text{real,TL}}$ é a vazão da torneira de lavatório na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação real;
 t_{TL} é o tempo de uso da torneira de lavatório (minutos), conforme tabela F.1;
 UD_{TL} é o número de uso diário da torneira de lavatório (minutos), conforme tabela F.3;
 $Q_{\text{real,CH}}$ é a vazão do chuveiro na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;
 t_{CH} é o tempo de 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;
 $Q_{\text{real,TC}}$ é a vazão da torneira da pia da cozinha na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;
 t_{TC} é o tempo de 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), a tabela F.3;
 Oc é a quantidade de pessoas que ocupam a edificação.

$$C_{\text{água,real,BS,MIC}} = Q_{\text{real,BS,M}} \cdot UD_{\text{BS,M}} \cdot Oc_M + Q_{\text{real,BS,F}} \cdot UD_{\text{BS,F}} \cdot Oc_F + Q_{\text{real,MIC}} \cdot UD_{\text{MIC,M}} \cdot Oc_M \quad \text{Equação (F.6)}$$

Onde:

$C_{\text{água,real,BS,MIC}}$ é o consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) na condição real;
 $Q_{\text{real,BS,M}}$ é a vazão da bacia sanitária para uso masculino na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;
 $UD_{\text{BS,M}}$ 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;
 $Q_{\text{real,BS,F}}$ é a vazão da bacia sanitária para uso feminino na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;
 $UD_{\text{BS,F}}$ é o número de usos diários da bacia sanitária para uso feminino (uso/dia.pessoa), conforme tabela F.3;
 $Q_{\text{real,MIC}}$ é a vazão do mictório na condição real (L/minuto), conforme projeto da edificação;

$UD_{MIC,M}$ 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 neste regulamento corresponde à água de chuva, água pluvial e ao reaproveitamento de água de condensação; nas demais fontes alternativas de água não potável, deve-se observar o disposto na norma ABNT NBR 16783, em sua versão vigente. Este item deve ser calculado pelo projetista e considerado conforme laudo técnico. Na existência de sistema de aproveitamento de água da chuva na edificação, deve-se observar o disposto na norma ABNT NBR 15527, em sua versão vigente.

ANEXO G – GRUPOS CLIMÁTICOS

Neste anexo são informados os grupos climáticos (GC) de 154 municípios brasileiros (tabela G.1), que compreendem as capitais estaduais e as maiores cidades de cada estado da federação.

A lista com os demais 5.564 municípios do Brasil e a relação de seu respectivo grupo climático está disponível em:

<http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/all5564_with_subgroups_interface_2018.csv>.

Tabela G.1 – Grupos climáticos e principais municípios

Grupo Climático	Quantidade de municípios	Principais Municípios
1 - A	133	Araucária (PR), Cascavel (PR), Guarulhos (SP), Juiz de Fora (MG), Mauá (SP), Pinhais (PR), Santo André (SP), São Bernardo do Campo (SP), São Paulo (SP),
1 - B	28	Florianópolis (SC), Fazenda Vilanova (RS), Imbituba (SC), Magé (RJ), Santa Leopoldina (ES)
2	172	Barueri (SP), Campos do Jordão (SP), Curitiba (PR), Ouro Preto (MG), São Carlos (SP)
3	194	Pato Branco (PR), Petrópolis (RJ), Ponta Grossa (PR), São José dos Campos (SP)
4	159	Poços de Caldas (MG), Toledo (PR)
5	198	Caxias do Sul (RS), Gravataí (RS), Novo Hamburgo (RS), Pelotas (RS), São Francisco do Sul (SC), São Leopoldo (RS), Xaxim (SC)
6	145	Balneário Camboriú (SC), Bento Gonçalves (RS), Chuí (RS), Criciúma (SC), Farroupilha (RS), Porto Alegre (RS)
7	298	Canoas (RS), Chapecó (SC), Joaçaba (SC), Lajeado (RS), Vacaria (RS)
8	82	Santa Maria (RS)
9	296	Cabo Frio (RJ), Governador Valadares (RJ), Ilhéus (BA), Joinville (SC), Linhares (ES), Niterói (RJ), Porto Seguro (BA), Vila Velha (ES)
10	331	Belo Horizonte (MG), Brasília (DF), Campina Grande (PB), Campo Grande (MS), Caruaru (PE), Ribeirão das Neves (MG), Rio Verde (GO), Uberlândia (MG), Vitória da Conquista (BA)
11	363	Aparecida de Goiânia (GO), Ji-Paraná (RO), Parnamirim (RN), Santa Cruz (PE), Santana do Ipanema (AL)
12	314	Anápolis (GO), Goiânia (GO), Jataí (GO), Sete Lagoas (MG)
13	357	Angra dos Reis (RJ), Blumenau (SC), Campos dos Goytacazes (RJ), Duque de Caxias (RJ), Eldorado (MS), Itajaí (SC), Macaé (RJ), Nova Iguaçu (RJ), Paranaguá (PR), Rio de Janeiro (RJ), Vitória (ES)
14	197	Belford Roxo (RJ), Dourados (MS), Maringá (PR), Ourinhos (SP), Paraty (RJ), Ponta Porã (MS), São João do Meriti (RJ), Sorocaba (SP), Três Lagoas (MS), Volta Redonda (RJ)
15	251	Campinas (SP), Foz do Iguaçu (PR), Londrina (PR)
16	242	Divinópolis (MG)

Grupo Climático	Quantidade de municípios	Principais Municípios
17	251	Alto Alegre (RR), Ananindeua (PA), Barcarena (PA), Belém (PA), Boa Vista (RR), Fortaleza (CE), Iracema (RR), Laranjal do Jari (AP), Recife (PE), Santa Rita (PB), São Luís (MA),
18	190	Camaçari (BA), Feijó (AC), Macapá (AP), Manaus (AM), Natal (RN), Porto Velho (RO), Santana (AP)
19	310	Cruzeiro do Sul (AC), Macaíba (RN), Sena Madureira (AC)
20	278	Barras (PI), Cacoal (RO), Imperatriz (MA), Palmas (TO), Rio Branco (AC), Sinop (MT), Sobral (CE), Teresina (PI)
21	183	Aracaju (SE), João Pessoa (PB), Maceió (AL), Monte Alegre (RN), Olinda (PE), Paulistana (PI), Salvador (BA)
22	171	Feira de Santana (BA), Juazeiro do Norte (CE), Mossoró (RN), Parintins (AM), Parnaíba (PI), Patos (PB), Petrolina (PE), Santa Cruz (RN), São Gonçalo (RJ)
23	239	Campo Alegre (AL), Jabotão dos Guararapes (PE), Maragogi (AL), Nossa Senhora do Socorro (SE), Picos (PI)
24	183	Cuiabá (MT), Paranaíba (MS), Rondonópolis (MT), Várzea Grande (MT)