



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL



CB3E

centro brasileiro de eficiência
energética em edificações

cb3e.ufsc.br

**Proposta de método para a avaliação da eficiência energética
com base em energia primária de edificações comerciais, de
serviços e públicas**

Versão 03

Núcleo Comercial

Florianópolis, agosto de 2017



Proposta de método para avaliação da eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas

O texto a seguir apresenta uma proposta de método para a avaliação da eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas. Os métodos, bem como os textos, são frutos de resultados de pesquisas em andamento.

A proposta baseia-se no consumo de energia primária, comparando as características de certa edificação real com condições de referência que equivalem à classe energética D. Os sistemas avaliados – envoltória, condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água – resultam em consumos de energia elétrica ou energia térmica, buscando aproximação com o consumo real da edificação analisada. As diferentes fontes de energia são convertidas para energia primária a fim de que possam ser somadas e avaliadas em conjunto. A proposta considera, ainda, o consumo estimado de equipamentos, o uso racional de água, a geração local de energia renovável e as emissões de dióxido de carbono (CO₂).

Os textos aqui apresentados não possuem valor legal e estão disponíveis apenas para consulta pela comunidade científica e demais interessados. Equações, fatores, escalas e demais conteúdos não são definitivos e podem sofrer alterações no decorrer do desenvolvimento deste método.

Previamente à apresentação do texto, são apresentadas imagens das propostas das novas ENCEs com o objetivo de facilitar a relação entre esse texto e as novas propostas. A ENCE, aqui denominada “ENCE principal de edificação completa” será acompanhada de páginas complementares que trazem informações quanto às classificações parciais, consumos por uso final e as condições de avaliação. São apresentadas, na sequência, a primeira página da proposta de ENCE parcial e de simulação; as demais páginas destas últimas seguem o mesmo padrão das páginas complementares da “ENCE principal de edificação completa”.

Figura 1. Primeira página da nova proposta de ENCE para avaliação completa



INMETRO
PBE Edifica

Eficiência Energética

Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edificação: XXXXX xxxxxx
 Identificação da unidade: Xxxxxx
 Endereço: XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
 Cidade/UF: XXXXXXXX/XX
 Portaria RTQ-C: XXXXXX
 Portaria RAC: XXXXXX
 Método de avaliação: SIMPLIFICADO
 Data da ENCE de projeto: XX/XX/XXXX

ENCE PROJETO

ENCE EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

O nível de eficiência energética alcançado deve ser confirmado pela ENCE DA EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

Mais eficiente

A

B

C

D

E

Menos eficiente

Consumo Anual de Gás: xx,xx m³/ano
 Consumo Anual de Energia Elétrica: xxx.xx,xx kWh/ano
 Consumo de Energia Primária Edificação: xx,xx kWh/m²

CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO



Edificação completa
(sem a geração)



A



Geração de energia renovável

Geração: XX%

Energia gerada: xx.xxx kWh/ano

Informativo



Uso racional de água

Economia: XX%

Equipamentos economizadores XX%
Aproveitamento da água da chuva XX%



Emissões de CO₂

Emissões CO₂: ↓XX%
redução/acréscimo em relação à condição de referência (D):
xx.xxx,xx t.CO₂/ano

Observações: 1 - A etiqueta de projeto tem validade de 5 anos ou até ser emitida a etiqueta da edificação construída.
 2 - Para verificar a validade da etiqueta, consulte a página eletrônica do INMETRO: www.inmetro.com.br.





LOGOTIPO DO OIA

Nº. REGISTRO DO OIA



1/3

Figura 2. Segunda página da nova proposta de ENCE para avaliação completa

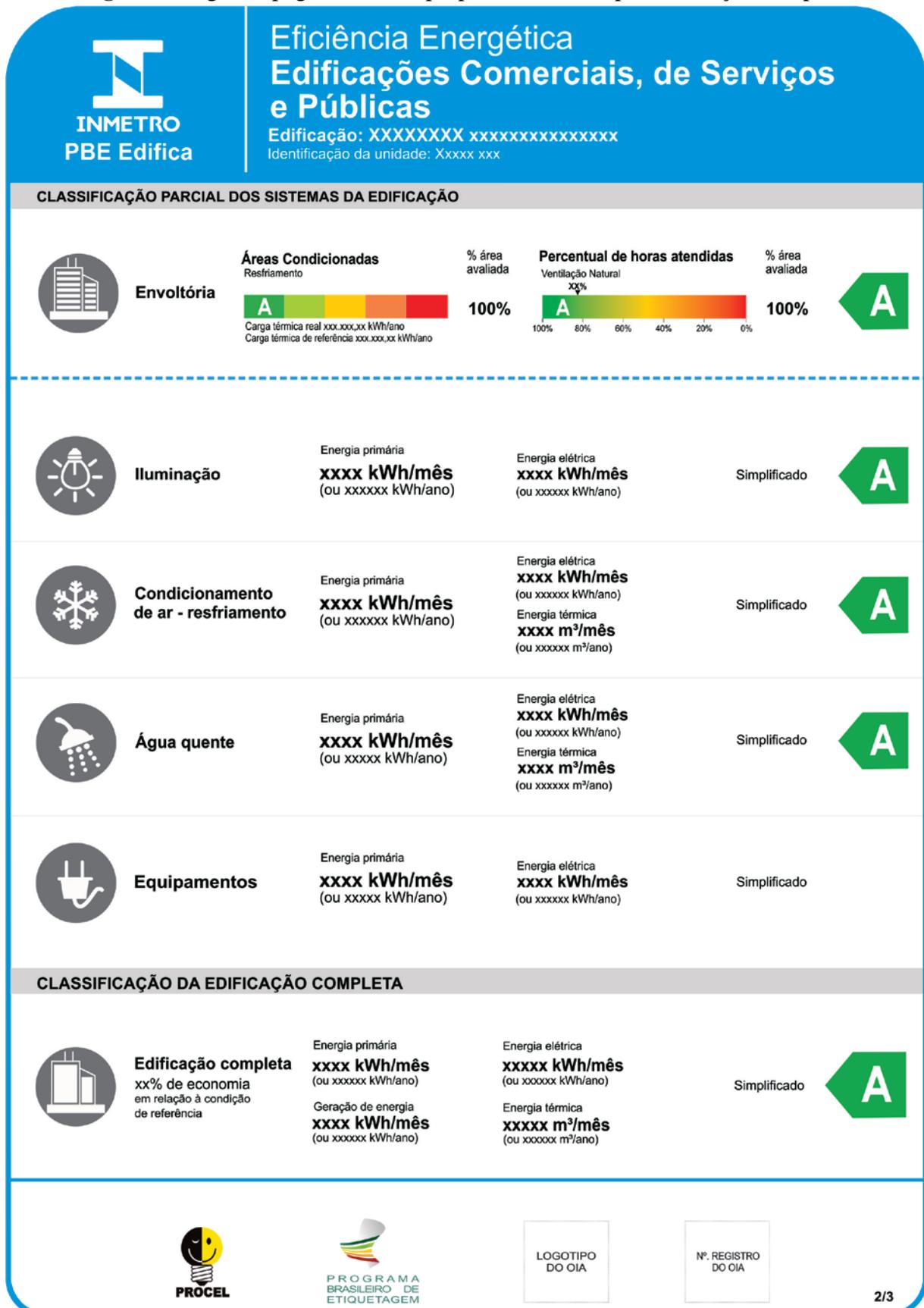


Figura 3. Terceira página da nova proposta de ENCE para avaliação completa

		<h2 style="text-align: center;">Eficiência Energética</h2> <h3 style="text-align: center;">Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas</h3> <p style="text-align: center;">Edificação: XXXXXXXX xxxxxxxxxxxxxxxx Identificação da unidade: Xxxxx xxx</p>	
CONDIÇÃO DE AVALIAÇÃO			
ENVOLTÓRIA			
	<ul style="list-style-type: none"> - Explicação da carga térmica. - Explicação do percentual de horas de conforto térmico (POCt). - Explicação do percentual de horas de conforto lumínico (POCl). <p>Condição real</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propriedades térmicas dos materiais construtivos de acordo com o projeto. - Densidade de potência em iluminação conforme projeto. 	<p>Condição de referência</p> <ul style="list-style-type: none"> - Propriedades térmicas dos materiais construtivos de acordo com os valores da tabela X (condições de referência) do RTQ-C. - Densidade de potência em iluminação conforme tabela X (condições de referência para xxxxx tipologia) do RTQ-C <p>Em ambos modelos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geometria (dimensões, orientação solar) e percentual de abertura na fachada conforme condição real do projeto. - Densidade de ocupação e densidade de equipamentos conforme tabela X (condição de referência) do RTQ-C. 	
ILUMINAÇÃO			
	<p>Condição real</p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidade de potência de iluminação conforme projeto. - Densidade de potência em iluminação em uso (quando aplicável), conforme projeto. 	<p>Condição de referência</p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidade de potência em iluminação conforme tabela X (condições de referência) do RTQ-C. 	
CONDICIONAMENTO DE AR			
	<p>Condição real</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coeficiente de desempenho (COP) de resfriamento e de aquecimento conforme projeto. - Carga térmica determinada conforme resultados da aplicação do método relativo a envoltória para o projeto edificação. 	<p>Condição de referência</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coeficiente de desempenho (COP) de resfriamento e de aquecimento conforme tabela X (condições de referência) para xxxxx tipologia). - Carga térmica determinada conforme resultados da aplicação do método da relativo a envoltória para condições de referência. <p>Em ambos modelos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipo e capacidade do sistema de ar-condicionado de acordo com o projeto do modelo real. - Temperatura de setpoint para resfriamento: 24°C. - Temperatura de setpoint para aquecimento: 20°C. 	
ÁGUA QUENTE			
	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo e capacidade do sistema de aquecimento de água de acordo com projeto do modelo real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura de uso de água quente conforme tabela A (condições de referência para tipologia xxxxx) do RTQ-C. 	
GERAÇÃO			
	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de energia renovável utilizada: ex. fotovoltaica. - Características e quantidade de painéis fotovoltaicos instalados na cobertura, segundo projeto do sistema fotovoltaico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Estimativa da geração local de energia segundo laudo técnico do projetista. 	
USO RACIONAL DA ÁGUA			
	<p>Condição real</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vazão de dispositivos considerando eventuais equipamentos economizadores conforme projeto. - Estimativa da oferta de água pluvial conforme laudo técnico do projetista. 	<p>Condição de referência</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vazão de dispositivos conforme tabela X (condições de referência) - Vazão de dispositivos conforme tabela X (condições de referência) <p>Em ambos modelos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Número de dispositivos conforme projeto da edificação real. - Padrão de uso de dispositivos de acordo com a tabela X e Y (condições de referência para tipologia xxxxx) do RTQ-C. - Densidade de ocupação conforme tabela X (condições de referência para tipologia xxx) do RTQ-C. 	
		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: auto;">LOGOTIPO DO OIA</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: auto;">Nº. REGISTRO DO OIA</div>
			3/3

Figura 4. Primeira página da nova proposta de ENCE para avaliação parcial



INMETRO
PBE Edifica

Eficiência Energética

Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edificação: XXXXX xxxxxx
 Identificação da unidade: Xxxxx
 Endereço: XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX
 Cidade/UF: XXXXXXXX/XX
 Portaria RTQ-C: Xxxxxx
 Portaria RAC: Xxxxxx
 Método de avaliação: SIMPLIFICADO/ETIQUETA PARCIAL
 Data da ENCE de projeto: XX/XX/XXXX

ENCE PROJETO

ENCE EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

O nível de eficiência energética alcançado deve ser
confirmado pela **ENCE DA EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA**

Mais eficiente

A

B

C

D

E

Menos eficiente

AVALIAÇÃO PARCIAL

CLASSIFICAÇÃO PARCIAL DOS SISTEMAS DA EDIFICAÇÃO



ENVOLTÓRIA

Percentual de Economia **XX%**

A



AR CONDICIONADO (REFRIGERAÇÃO)

Percentual de Economia **XX%**

B



ILUMINAÇÃO

Percentual de Economia **XX%**

C



AQUECIMENTO DE ÁGUA

Percentual de Economia **XX%**

D

Observações: 1 - A etiqueta de projeto tem validade de 5 anos ou até ser emitida a etiqueta da edificação construída.
 2 - Para verificar a validade da etiqueta, consulte a página eletrônica do INMETRO: www.inmetro.com.br.





LOGOTIPO DO OIA

Nº. REGISTRO DO OIA



1/3

Figura 5. Primeira página da nova proposta de ENCE para avaliação pelo método de simulação



INMETRO
PBE Edifica

Eficiência Energética

Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

Edificação: XXXXX xxxxxx
 Identificação da unidade: Xxxxx
 Endereço: XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXX
 Cidade/UF: XXXXXXXX/XX
 Portaria RTQ-C: XXXXX
 Portaria RAC: XXXXX
 Método de avaliação: **SIMULAÇÃO**
 Data da ENCE de projeto: XX/XX/XXXX

ENCE PROJETO

ENCE EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA

O nível de eficiência energética alcançado deve ser confirmado pela **ENCE DA EDIFICAÇÃO CONSTRUÍDA**

Mais eficiente

A

± XX% em relação ao D

Menos eficiente

SIMULAÇÃO

Consumo Anual de Gás: xx,xx m³/ano
 Consumo Anual de Energia Elétrica: xxx.xx,xx kWh/ano
 Consumo de Energia Primária Edificação: xx,xx kWh/m²

CLASSIFICAÇÃO DA EDIFICAÇÃO



Edificação completa
(sem a geração)

A



Geração de energia renovável

Geração: XX%

Energia gerada: xx.xxx kWh/ano

Informativo



Uso racional de água

Economia: XX%

Equipamentos economizadores XX%
Aproveitamento da água da chuva XX%



Emissões de CO₂

Emissões CO₂: ↓XX%

redução/acréscimo em relação à condição de referência (D):

xx.xxx,xx t.CO₂/ano

Observações: 1 - A etiqueta de projeto tem validade de 5 anos ou até ser emitida a etiqueta da edificação construída.
 2 - Para verificar a validade da etiqueta, consulte a página eletrônica do INMETRO: www.inmetro.com.br.





LOGOTIPO DO OIA

Nº. REGISTRO DO OIA



Escopo: estabelecer os requisitos técnicos e os métodos para a classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto a sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações. Estes requisitos aplicam-se a edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados, e edifícios de uso misto.

1 SIGLAS

CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito
EAS	Estabelecimentos assistenciais de saúde
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico Artístico Nacional
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Para fins deste RTQ são adotados os documentos complementares a seguir, complementados pelos documentos citados no RAC.

	BECKMAN, W.A.; KLEIN S. A.; DUFFIE, J.A. <i>Solar Heating Design by the F-chart Method</i> . New York: John Wiley & Sons, 1977.
	RACKES, A. <i>Natural Comfort – a new early stage design tool</i> . Building Science and Engineering Group, Drexel University, 2016. bseg.cae.drexel.edu/natural-comfort-a-new-early-stage-design-tool/ .
	RORIZ, R. <i>Classificação de climas do Brasil – versão 3.0</i> . 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. http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Roriz_2014.pdf
10 CFR 431.82	Definitions concerning commercial packaged boilers. Code of Federal Regulations (CFR) Title 10, Energy, Part 431.82. Dec. 9, 2016.
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. Nov. 10, 2016.
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 15569:2008	Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação.
ABNT NBR 16401:2008	Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários.



ABNT. NBR 6488:1980	Componentes de construção - Determinação da condutância e da transmitância térmica - Método da caixa quente protegida. Rio de Janeiro.
ABNT. NBR 7256:2005	Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações.
AHRI 1160-2014	<i>Performance Rating of Heat Pump Pool Heaters.</i>
AHRI 550/590-2011	<i>Performance Rating of Water Chilling Packages Using the Vapor Compression Cycle. Arlington.</i>
ANSI/AHRI 1230-2010	<i>Performance Rating of Variable Refrigerant Flow (VRF) Multi-Split Air-Conditioning and Heat Pump Equipment.</i>
ANSI/AHRI 460-2005	<i>Performance Rating of Remote Mechanical Draft Air Cooled Refrigerant Condensers.</i>
ANSI/AHRI Standard 210/240 - 2008	<i>Performance Rating of Unitary air-conditioning and air source heat pump equipment.</i>
ANSI/AHRI Standard 340/360 – 2015	<i>Performance Rating of Commercial and industrial unitary air-conditioning and heat pump equipment.</i>
ANSI/AHRI Standard 560 – 2000	<i>Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute: Absorption Water Chilling and Water Heating Packages.</i>
ANSI/ARI/ASHRAE/.. ASHRAE Standard 74-1988	<i>Method of Measuring Solar Optical Properties of Materials.</i>
ANSI/ARI/ASHRAE/ISO Standard 13256-2:1998	<i>Water-source Heat Pumps Testing and Rating for Performance Part 2: Water-to-water and Brine-to-water Heat Pumps. Atlanta, 1998.</i>
ANSI/ASHRAE Standard 140-2004	<i>Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.</i>
ANSI/ASHRAE Standard 140-2011	<i>Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.</i>
ANSI/ASHRAE Standard 146-2011	<i>Method of Testing and Rating Pool Heaters.</i>
ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2013	<i>Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.</i>
ASHRAE Standard 55 - 2013	<i>Thermal Environment Conditions for Human Occupancy.</i>
ASTM E1918-06:2015	<i>Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field, West Conshohocken, PA.</i>
CTI ATC – 105-2000	<i>Acceptance Test Code for Water Cooling Towers.</i>
CTI ATC 105S-2011	<i>Acceptance Test Code for Closed Circuit Cooling Towers.</i>
CTI Standard 201-2015	<i>Standard for Certification of Water Cooling Tower Thermal Performance.</i>



ISO 15099:2003	<i>Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations. Geneva, Switzerland.</i>
ISO 9050:2003	<i>Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors.</i>
ISO Standard 13256-1:1998	<i>Water-source Heat Pumps Testing and Rating for Performance Part 1: Water-to-air and Brine-to-air Heat Pumps.</i>
NFRC 201:201	<i>Procedure for Interim Standard Test Method for Measuring the Solar Heat Gain Coefficient of Fenestration Systems Using Calorimetry Hot Box Methods.</i>

3 DEFINIÇÕES

Para fins deste RTQ, são adotadas as definições descritas abaixo.

3.1 Abertura

Todas as áreas da envoltória da edificação, com fechamento translúcido ou transparente (que permite a entrada da luz), incluindo janelas, painéis plásticos, claraboias, portas de vidro (com mais da metade da área de vidro) e paredes de blocos de vidro. Excluem-se vãos sem fechamentos, elementos vazados como cobogós e caixilhos.

3.2 Absortância (α)

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).

3.3 Ambiente

Espaço interno de uma edificação, fechado por superfícies sólidas, tais como paredes ou divisórias, que se estendem do piso ao forro, e dispositivos operáveis tais como janelas e portas.

3.4 Ambiente condicionado

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

3.5 Ambiente de permanência prolongada - APP

Ambientes cuja ocupação é contínua por longos períodos, incluindo escritórios, áreas destinadas à 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 ambientes de permanência prolongada: garagens e estacionamentos, depósitos, despensas, banheiros, áreas de circulação em geral e áreas técnicas onde a ocupação não é frequente. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.



3.6 Ângulos de sombreamento

Ângulos formados pela obstrução à radiação solar gerada por proteções solares existentes nas aberturas ou próximas a edificação. No RTQ são utilizados três ângulos: ângulo vertical de sombreamento (AVS – referente às proteções horizontais), ângulo horizontal de sombreamento (AHS – referente às proteções verticais) e ângulo de obstrução vertical (AOV – referente a proteção gerada por edificações vizinhas).

3.7 Ângulo horizontal de sombreamento – AHS (°)

Ângulo de sombreamento formado entre a abertura e a proteção solar vertical instalada.

3.8 Ângulo vertical de sombreamento – AVS (°)

Ângulo de sombreamento formado entre a abertura e a proteção solar horizontal instalada.

3.9 Ângulo de obstrução vertical – AOV (°)

Ângulo de sombreamento formado pela obstrução vertical devido edificações vizinhas localizadas paralelas à fachada.

3.10 Área da envoltória - A_{env} (m²)

Soma das áreas das fachadas, empenas e cobertura, incluindo as aberturas.

3.11 Área de permanência transitória – APT (m²)

Área útil dos ambientes de permanência transitória (ou seja, área útil ambientes que não são de permanência prolongada), desde que não condicionados. Garagens e estacionamentos não entram no cálculo da APT.

3.12 Área iluminada – AI (m²)

Área útil dos ambientes internos que são iluminados artificialmente.

3.13 Área útil – AU (m²)

Área disponível para ocupação, medida a partir dos limites internos das paredes do ambiente.

3.14 Atividade

Ações específicas que uma pessoa, ou um grupo de pessoas, realiza em uma edificação para que sejam produzidas as entregas às quais esta se dispõe.

3.15 Caixilho

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

3.16 Capacidade térmica – CT (kJ/m²K)

Quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura de um sistema.

3.17 Carga térmica (W)

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



3.18 Classe de Eficiência Energética

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

3.19 Classe de Eficiência Energética dos Condicionadores de Ar - CEE

Corresponde a classificação de eficiência energética adotada pelo INMETRO aos equipamentos de condicionamento de ar etiquetados.

3.20 Condutividade térmica (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.

3.21 Coeficiente de performance – COP (W/W)

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

3.22 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.

3.23 Coeficiente sazonal de performance – SCOP (W/W)

Valor referente à relação entre o consumo de energia anual e a eficiência no uso típico do dia-a-dia. Em longo prazo, esta grandeza expressa as flutuações de temperatura e os períodos em *standby* para indicar a eficiência energética típica durante toda uma estação de resfriamento ou de aquecimento.

3.24 Coletor solar

Dispositivo que absorve a radiação solar incidente, transferindo-a para um fluido de trabalho, sob a forma de energia térmica.

3.25 Condição de referência

Representam as 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 prefixadas em função do uso.

3.26 Consumo (kWh/ano)

É o valor consumido em quilo-watt hora pela edificação durante um ano e/ou mês, em energia elétrica, térmica e primária.

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

Densidade proporcionada pela ocupação dos ambientes ou da edificação e pelo uso de equipamentos e de iluminação.

3.28 Ocupação (m²/pessoa)

Indica a quantidade de área por pessoa na edificação.



3.29 Densidade de potência de iluminação – DPI (W/m^2)

Razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores instalados e a área de um ambiente ou zona térmica.

3.30 Densidade de potência de equipamentos – DPE (W/m^2)

Razão entre o somatório da potência de equipamentos instalados e a área de um ambiente ou zona térmica.

3.31 Densidade de potência de iluminação limite - DPI_L

Limite máximo aceitável de DPI.

3.32 Dias de Ocupação - N_{ano}

É o número de dias no ano que a edificação está em uso.

3.33 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 (hospitais, postos de saúde 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.

3.34 Eficiência da combustão

Medida que equivale ao valor relacionado à energia de entrada de combustível que é convertida em calor útil na combustão de uma caldeira comercial. 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, presentes nos procedimentos de ensaio do documento 10 CFR 431.82.

3.35 Eficiência térmica

Relação entre o calor transferido para a água (que flui através 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, um aquecedor de água de armazenamento ou uma caldeira de fornecimento de água quente.

3.36 ENCE geral

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia fornecida para edificações, ou parcela das edificações, que foram submetidas à avaliação dos quatro sistemas (envoltória, iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água).

3.37 ENCE parcial

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia fornecida para edificações com avaliação de uma ou mais combinações entre os seguintes sistemas: envoltória, dos sistemas de iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água.



3.38 Energia primária

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

3.39 Envoltória - Env

Planos que separam o ambiente interno do ambiente externo.

3.40 Fachada

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

3.41 Fator de Forma - FF

É o índice que representa as proporções da edificação, sendo calculado através da razão entre área da envoltória pelo volume total da edificação.

3.42 Fator solar - FS

Razão entre o ganho de calor que entra em um ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura. Inclui o calor radiante transmitido pelo vidro e a radiação solar absorvida, que é transmitida, por condução ou convecção, ao ambiente. O fator solar considerado será relativo a uma incidência de radiação solar ortogonal à abertura.

3.43 Fração solar

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

3.44 Geração Local de Energia Renovável

Compreende qualquer tipo de geração de energia renovável instalada no mesmo lote da edificação.

3.45 Grupo climático - GCL

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.

3.46 Heating Seasonal Performance Factor - HSPF

Segundo a norma ASHRAE 90.1, é a 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.

3.47 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).

3.48 Hora não atendida de conforto

Hora na qual a temperatura de uma ou mais zonas térmicas condicionadas artificialmente não atingem o valor do seu respectivo *setpoint* $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, durante o processo de simulação. O valor pode ser fracionário de acordo com o intervalo de tempo empregado na simulação.



3.49 Iluminação decorativa

Iluminação que é puramente ornamental e instalada para efeito estético.

3.50 Iluminação de emergência

Iluminação obrigatória destinada a uso em ocasiões de emergência.

3.51 Iluminação de tarefa

Fontes de luz direcionadas a uma superfície ou área específica, que proporciona o nível de iluminação 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 controle independente.

3.52 Iluminação geral

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

3.53 Inércia térmica

Capacidade de um material de reduzir a transferência de calor entre ambientes por meio do acúmulo ou restituição deste pouco a pouco.

3.54 *Integrated part-load value* - IPLV

Valor que expressa a eficiência de um *chiller* considerando não apenas o seu desempenho em 100% de carga, mas também a média ponderada de acordo com a sua operação em cargas parciais ao longo do ano.

3.55 Módulo fotovoltaico

Unidade básica formada por um conjunto de dispositivos fotovoltaicos, interligados eletricamente, especificamente desenvolvida para realizar a conversão direta de energia solar em energia elétrica.

3.56 Paredes externas

Superfícies opacas que delimitam o ambiente interno do ambiente externo da edificação. Esta definição exclui as aberturas.

3.57 Pé-direito (m)

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

3.58 Percentual de abertura zenital

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 total.

3.59 Percentual de área de abertura na fachada total - PAF_T (%)

Calculado por meio da razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada e a área total de fachada da edificação. Refere-se



exclusivamente a aberturas com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal, tais como janelas tradicionais, portas de vidro ou *sheds*, mesmo sendo estes últimos localizados na cobertura. Exclui área externa de caixa d'água na determinação da área de fachada, mas inclui a área da caixa de escada até o ponto mais alto da cobertura (cumeeira). Adota-se o valor na forma adimensional (exemplo: 30% = 0,30).

3.60 Percentual de horas ocupadas em conforto térmico quando ventilada naturalmente – PHOC_T (%)

Razão entre as horas ocupadas que comprovadamente atendem aos requisitos de conforto térmico quando ventiladas naturalmente e o total de horas ocupadas da edificação.

3.61 Potência instalada total - PI_T

É o somatório de todas as potências instaladas de iluminação. Considera-se somente a parcela da iluminação geral.

3.62 System part-load value - SPLV

Assim como o IPLV, o SPLV é um indicador numérico de desempenho do resfriador. No entanto, trata-se especificamente de uma média ponderada da eficiência energética dos *chillers* operando em cargas parciais ao longo do ano, em uma instalação real, com vários resfriadores e perfil operacional específico (definidos em projeto) e dos horários de funcionamento do sistema em uma determinada localidade, com suas condições climáticas próprias ao longo do ano.

3.63 Sistema de condicionamento de ar

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

3.64 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 através 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.

3.65 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.

3.66 Situação do Piso

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

3.67 Temperatura setpoint (°C)

É a temperatura que um sistema de controle automático, tentará alcançar.

3.68 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.



3.69 Tipologia da Edificação

Corresponde a principal atividade desenvolvida na edificação avaliada.

3.70 Transmitância térmica – U (W/m²K)

Transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das fachadas (paredes externas) ou coberturas, incluindo as resistências superficiais interna e externa, induzida pela diferença de temperatura entre dois ambientes. A transmitância térmica deve ser calculada utilizando o método de cálculo da NBR 15220 – Parte 2, ou determinada pelo método da caixa quente protegida da NBR 6488.

3.71 Volume Total da Edificação - V_{tot} (m³)

Volume delimitado pelos fechamentos externos da edificação (fachadas e cobertura), com exceção dos pátios externos descobertos.

3.72 Zona de conforto térmico

Zona onde existe satisfação psicofisiológica de um grupo de indivíduos em relação às condições térmicas do ambiente. Para especificar a hipótese de conforto adotada, utilizar a norma ASHRAE Standard 55 (2013).

3.73 Zona térmica

Espaço ou grupo de espaços dentro de um edifício condicionado que são suficientemente similares, onde as condições desejadas (temperatura) podem ser controladas usando um único sensor (termostato ou sensor de temperatura).



4 PROCEDIMENTOS PARA A DETERMINAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO DOS SISTEMAS E EQUIPAMENTOS DA EDIFICAÇÃO

Esta seção descreve os procedimentos para a determinação do consumo energético dos diversos sistemas da edificação, que podem ser provenientes da avaliação a partir do método simplificado e/ou de simulação. Inicialmente, são apresentados os procedimentos para a determinação do consumo energético do sistema de condicionamento de ar, e na sequência para a determinação do consumo energético do sistema de iluminação, do consumo do sistema de aquecimento de água e do consumo de equipamentos. A avaliação da envoltória resulta no valor de carga térmica anual para resfriamento, utilizado para o cálculo do consumo energético do sistema de condicionamento de ar.

O Anexo A define os valores dos parâmetros da edificação para a composição da condição de referência para diferentes tipologias comerciais, de serviços e públicas. A avaliação do consumo energético deve ser realizada por meio do método simplificado (Anexo B), ou por meio do método de simulação (Anexo C). O método de simulação (Anexo C) é recomendado para os casos não compreendidos pelos limites de aplicação do método simplificado (Anexo B). O método simplificado abrange grande parte das soluções arquitetônicas mais difundidas, porém a avaliação da envoltória da edificação pelo método simplificado deve respeitar os limites de aplicação descritos a seguir:

- edificações condicionadas artificialmente ou parcelas da edificação condicionadas artificialmente: o método simplificado descrito no Anexo B atende apenas as edificações que tenham os seus parâmetros construtivos compreendidos entre os intervalos utilizados na proposição do método, conforme a Tabela 4.1.
- edificações ventiladas naturalmente ou com sistemas de condicionamento híbridos: o método simplificado descrito no Anexo B atende apenas as edificações que tenham parâmetros climáticos, construtivos e de ventilação compreendidos entre os intervalos utilizados na proposição do método, conforme o item B.I.2.2 do Anexo B.

Para demais edificações com formas complexas, que possuam aberturas zenitais, dispositivos de sombreamentos móveis, ambientes de elevada geração de carga interna, vidros com comportamento dinâmico, a exemplo dos eletrocromáticos ou soluções de desempenho inovadoras, recomenda-se utilizar o método de simulação (Anexo C).

A geração local de energia renovável deve ser realizada por meio do método descrito no Anexo D. Outras duas vertentes, de caráter informativo, são contempladas na etiquetagem: o uso racional de água em edificações (Anexo E), e as emissões de dióxido de carbono (Anexo F). Por ser apenas informativo, o desempenho destes sistemas não influencia na classificação energética final da edificação avaliada. O Anexo G informa o grupo climático (GCL) de 154 municípios brasileiros.



Tabela 4.1. Limites dos parâmetros da edificação atendidos pelo método simplificado

Parâmetros	Limites ¹	
	Valor mínimo	Valor máximo
Absortância solar da cobertura (α)	0,2	0,8
Absortância solar da parede (α)	0,2	0,8
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 (CTcob)	0,22 kJ/m ² K	450 kJ/m ² K
Capacidade Térmica da parede (CTpar)	0,22 kJ/m ² K	450 kJ/m ² K
Contato com o solo	Sem contato (ex.: sobre pilotis ou em balanço)	Em contato
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
Percentual de abertura zenital	0%	3%
Pé-direito (PD)	2,6 m	6,6 m
Percentual de abertura da fachada (PAF)	0%	80%
Piso com isolamento	Não, se isolamento < 5 mm	Sim, se isolamento > 5 mm
Transmitância térmica da cobertura (Ucob)	0,51 W/m ² K	5,07 W/m ² K
Transmitância térmica da parede externa (Upar)	0,50 W/m ² K	4,40 W/m ² K
Transmitância térmica do vidro (Uvid)	1,9 W/m ²	5,7 W/m ²

4.1 Determinação do consumo energético do sistema de condicionamento de ar

A partir deste método, o sistema de condicionamento de ar é avaliado sob duas condições: condição real, utilizando as características reais do sistema, e a condição de referência D (método de cálculo apresentado no Anexo B.II).

A classe de eficiência energética é definida a partir do valor do consumo total de energia do sistema de condicionamento de ar na sua condição real (CCA_{PREAL}) e na sua condição de referência (CCA_{PREF} , ou seja, classe D), que deve ser calculado de acordo com os valores da carga térmica total anual (CgT_T), conforme o item B.I – Envoltória.

O consumo de energia elétrica ou térmica do sistema de condicionamento de ar ($CCA_{(E \text{ ou } T)}$) é determinado pela divisão entre a carga térmica total anual da edificação proveniente da envoltória (CgT_T) e a eficiência energética do sistema condicionamento de ar (SPLV), conforme ilustrado na Equação 4.1.

$$CCA_{(E \text{ ou } T)} = \frac{CgT_T}{SPLV} \quad \text{Equação 4.1}$$

Onde:

$CCA_{(E \text{ ou } T)}$ é o consumo de energia elétrica (E) ou térmica (T) do sistema de condicionamento de ar (kWh/ano);
 CgT_T é a carga térmica total anual da edificação (kWh/ano);
 SPLV é a eficiência energética do sistema de condicionamento de ar.



Para sistemas com diferentes tipos de equipamentos, o consumo energético deve ser determinado separadamente para cada um dos sistemas (cada qual com sua eficiência). Os valores de consumo devem ser calculados separadamente (térmico e elétrico), somando-se os sistemas de acordo com a energia empregada (Equação 4.2).

$$CCA_{T(E \text{ ou } T)} = S_1 + S_2 + \dots S_n \quad \text{Equação 4.2}$$

Onde:

$CCA_{T(E \text{ ou } T)}$ é o consumo de energia elétrica (E) ou térmica (T) total dos sistemas de condicionamento de ar somados (kWh/ano);

S_1 é o sistema de condicionamento de ar elétrico ou térmico 1;

S_2 é o sistema de condicionamento de ar elétrico ou térmico 2; e assim sucessivamente.

4.2 Determinação do consumo energético do sistema de iluminação

O consumo de energia elétrica do sistema de iluminação é determinado pela multiplicação entre a potência total instalada (método de cálculo apresentado no Anexo B.III) e tempo de uso da edificação (valor de acordo com a tipologia de referência do Anexo A), conforme ilustrado na Equação 4.3.

$$CIL = PI_T \cdot (h \cdot N_{ano}) \quad \text{Equação 4.3}$$

Onde:

CIL é o consumo do sistema de iluminação (kW/ano);

PI_T é a potência instalada total (kW.ano);

h são as horas de uso da edificação (horas);

N_{ano} dias de ocupação ao ano (dias).

4.3 Determinação do consumo energético do sistema de aquecimento de água

Para a determinação do consumo energético do sistema de aquecimento de água deve-se calcular separadamente o consumo referente à energia elétrica (C_{AAe}) e à energia térmica (C_{AAt}). Estes consumos variam de acordo com os equipamentos adotados e a fonte de energia utilizada (Anexo B.IV).

O consumo anual de energia elétrica necessária para o aquecimento de água é expresso pela Equação 4.4.

$$CAA_E = N_{ano} \cdot \frac{E_{AA} - E_{AA,rec,sol} + E_{AA,per,tub} + E_{AA,per,rec} + E_{AA,res}}{r_{aq}} \quad \text{Equação 4.4}$$

Onde:

CAA_E é o consumo de energia elétrica para aquecimento de água (kWh/ano);

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

E_{AA} é a energia 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);

$E_{AA,per,tub}$ é a energia consumida para suprir perdas térmicas de distribuição, quando existentes, sem contar o sistema de recirculação (kWh/dia);

$E_{AA,per,rec}$ é a energia consumida para suprir perdas térmicas de sistemas de recirculação, quando existentes (kWh/dia);

$E_{AA,res}$ é a energia consumida para suprir perdas térmicas devido ao armazenamento de água quente em reservatórios, quando existentes (kWh/dia);

r_{aq} é o coeficiente rendimento do equipamento aquecedor de água elétrico.

O consumo anual de energia térmica necessária para o aquecimento de água é expresso pela Equação 4.5.

$$CAA_T = N_{ano} \cdot \frac{E_{AA} - E_{AA,rec,sol} + E_{AA,per,tub} + E_{AA,per,rec} + E_{AA,res}}{r_{aq}} \quad \text{Equação 4.5}$$

Onde:

CAA_T é o consumo de energia térmica para aquecimento de água (kWh/ano);

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

E_{AA} é a energia 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);

$E_{AA,per,tub}$ é a energia consumida para suprir perdas térmicas de distribuição, quando existentes, sem contar o sistema de recirculação (kWh/dia);

$E_{AA,per,rec}$ é a energia consumida para suprir perdas térmicas de sistemas de recirculação, quando existentes (kWh/dia);

$E_{AA,res}$ é a energia consumida para suprir perdas térmicas devido ao armazenamento de água quente em reservatórios, quando existentes (kWh/dia);

r_{aq} é a rendimento do equipamento aquecedor de água térmico.

4.4 Determinação do consumo energético de equipamentos

O consumo de energia elétrica de equipamentos é determinado pela multiplicação da potência instalada do equipamento e o tempo de uso da edificação (Equação 4.6). Deve-se adotar os valores estabelecidos para as tipologias de referência descritas no Anexo A.

$$CEQ = P_i \cdot (h \cdot N_{ano}) \quad \text{Equação 4.6}$$

Onde:

CEQ 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 (horas);

N_{ano} dias de ocupação ao ano.



É possível que os sistemas de uma mesma edificação sejam avaliados pelo método simplificado e/ou pelo método de simulação. A possibilidade de combinações entre os métodos simplificado e de simulação são apresentados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1. Métodos disponíveis para a etiquetagem de edificações comerciais, de serviços e públicas.

Envoltória			Sistema de iluminação artificial	Sistema de condicionamento de ar	Sistema de aquecimento de água
Edificações condicionadas	Edificações naturalmente ventiladas	Edificações naturalmente iluminadas			
Método Simplificado	Método Simplificado	-	Método Simplificado	Método Simplificado	Método Simplificado
Método de Simulação	Método de Simulação	Método de Simulação	Método de Simulação	Método Simulação	-

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 classe para a outra variam conforme a tipologia da edificação e seu local de implantação.

Para a verificação da influência do clima, este regulamento adota a classificação de climas proposta por Roriz (2014)¹ que divide o território brasileiro em 24 grupos climáticos (GCL). O Anexo G abrange uma lista simplificada de todos os 24 GCL 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://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Cidades%20e%20GCL.csv>.

5.1 Escala para a determinação da classe de eficiência energética geral da edificação

A classificação da eficiência das edificações é dividida em quatro sistemas principais: envoltória; sistema de condicionamento de ar; sistema de iluminação e sistema de água quente. O consumo em energia primária (CEP) da edificação em sua condição real (CEP_{REAL}) e de referência (CEP_{REF}), determinado a partir da Equação 5.1, é definido pela soma do consumo estimado de energia elétrica (CTE_E , Equação 5.2) e térmica (CTE_T , Equação 5.3), multiplicados por seus respectivos fatores de conversão. Os fatores de conversão da energia elétrica e térmica em energia primária estão descritos na Tabela 5.2.

$$CEP_{REAL\ ou\ REF} = (CTE_E \cdot fcE) + (CTE_T \cdot fcT)$$

Equação 5.1

Onde:

CEP é o consumo de energia primária da edificação avaliada (kWh/ano);

CTE_E é o consumo total de energia elétrica da edificação avaliada (kWh/ano);

CTE_T é o consumo total de energia térmica da edificação avaliada (kWh/ano);

fcE é o fator de conversão de energia elétrica em energia primária;

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

¹ O relatório que esclarece os critérios utilizados para a determinação dos grupos climáticos empregados com base na proposta de Roriz (2014) está disponível no link: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Relatorio_GruposClimaticos.pdf.



Tabela 5.2. Fatores de conversão de energia elétrica e térmica em energia primária

Fonte de energia	Fator de conversão	
Energia elétrica	fcE	1,6
Energia térmica - Gás Natural (GN)	fcT	1,1
Energia térmica – Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	fcT	1,1

Devem ser apresentados os consumos por fonte de energia. O consumo de energia elétrica deve ser expresso em kWh/ano e em kWh/mês, dividindo o resultado anual por 12 meses. O consumo de energia térmica para aquecimento de água (C_{AAT}) deve ser convertido de kWh/ano para m³/ano ou kg/ano, a fim de facilitar o entendimento por parte dos consumidores finais. Para a conversão, deve-se considerar que:

- para GLP (gás liquefeito de petróleo) em seu estado gasoso, tem-se que 12,91 kWh equivalem a 1,00 kg de GLP;
- para GN (gás natural) em seu estado gasoso, tem-se que 10,23 kWh equivalem a 1,00 m³ de GN.

Deve-se também expressar o consumo mensal de energia térmica em m³/mês ou kg/mês, dividindo o consumo anual por 12 meses.

A apresentação destes consumos tem caráter informativo, e visa facilitar o entendimento dos itens da ENCE pelos usuários. Estes consumos devem ser expressos sem a ponderação por coeficientes de conversão para energia primária.

$$CTE_E = CIL + CCA_E + CAA_E + CEQ - GE_E$$

Equação 5.2

Onde:

CTE_E é o consumo total de energia elétrica (kWh/ano);
 CIL é o consumo do sistema de iluminação (kWh/ano);
 CCA_E é o consumo de energia elétrica do sistema de condicionamento de ar (kWh/ano);
 CAA_E é o consumo do sistema de aquecimento de água - energia elétrica (kWh/ano);
 CEQ é o consumo de equipamentos/tomadas (kWh/ano);
 GE_E é a geração local de energia elétrica renovável (kWh/ano).

$$CTE_T = CCA_{TT} + CAA_T$$

Equação 5.3

Onde:

CTE_T é o consumo total de energia térmica (kWh/ano);
 CCA_T é o consumo de energia térmica do sistema de condicionamento de ar (kWh/ano);
 CAA_T é o consumo de energia térmica do sistema de aquecimento de água (kWh/ano).
Após o cálculo do consumo de energia primária (CEP) da condição real e da condição de referência (CEP_{REF}), deve-se seguir os passos abaixo descritos:



Primeiro passo: calcular o percentual de redução do consumo de energia primária ($PRCEP_{REAL-D}$) da edificação em sua condição real (CEP), para a condição de referência (CEP_{REF}), por meio da Equação 5.4.

$$PRCEP_{REAL-D} = 1 - \frac{CEP}{CEP_{REF}} * 100 \quad \text{Equação 5.4}$$

Onde:

$PRCEP_{REAL-D}$ é o percentual de redução do consumo de energia primária da edificação em sua condição real;
CEP é o consumo de energia primária da edificação em sua condição real (kWh/ano);
 CEP_{REF} é o consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência (kWh/ano).

Segundo passo: calcular o fator de forma (FF) da edificação por meio da Equação 5.5.

$$FF = \frac{A_{env}}{V_{tot}} \quad \text{Equação 5.5}$$

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 a volume total construída da edificação (m^3).

Terceiro passo: obter o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) por meio das Tabela 5.4 a Tabela 5.11.

Quarto passo: definir o intervalo dentro do qual a edificação proposta será classificada (Equação 5.6), que será ainda subdividido em 3 partes a partir do coeficiente “ i ”, (ver Tabela 5.3); cada parte se refere a uma classe da escala de desempenho, que varia de A até D. Caso a condição real da edificação apresente consumo energético de energia primária superior à condição de referência, sua classificação final será E.

$$i = \frac{(CEP_{REF} \cdot CRCEP_{D-A})}{3} \quad \text{Equação 5.6}$$

Onde:

i é o coeficiente que representa os intervalos entre as classes;
 CEP_{REF} é o consumo de energia primária da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);
 $PRCEP_{D-A}$ é o coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A.

Quinto passo: preencher a Tabela 5.3 a seguir:



Tabela 5.3. Intervalos relativos a cada uma das classes de eficiência energética

Classe de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	–	$> CEP_{REF} - 3i$	$> CEP_{REF} - 2i$	$> CEP_{REF} - i$	$> CEP_{REF}$
Limite Inferior	$< CEP_{REF} - 3i$	$\leq CEP_{REF} - 2i$	$\leq CEP_{REF} - i$	$\leq CEP_{REF}$	–

Sexto passo: comparar o consumo de energia primária da edificação (CEP_{REAL-D}) encontrado por meio da aos limites da Tabela 5.3, identificando a classe de eficiência da edificação em avaliação.

Tabela 5.4 Edificações de escritórios: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.5. Edificações educacionais: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.6 Edificações de hospedagem: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.7 Edificações hospitalares: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.8. Edificações de varejo – comércio: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.9. Edificações de varejo – mercado: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.10. Edificações de alimentação: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.11. Edificações que possuem tipologia não descrita anteriormente: coeficiente de redução do consumo de energia primária da classe D para a classe A ($CRCEP_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



5.2 Escala para a determinação da classe de eficiência energética parcial da edificação

5.2.1 Procedimento para a determinação das escalas e classe de eficiência da envoltória

A envoltória da edificação é avaliada sob duas condições: condição real, utilizando as características reais da edificação; e a condição de referência (classe D), utilizando as características das condições de referência da tipologia de acordo com o Anexo A.

Para elaborar a escala relativa à classe de eficiência energética da envoltória da edificação, devem ser consideradas a carga térmica total anual da edificação na condição real (CgT_{TREAL}) e de referência (CgT_{TREF}). Depois de calculada a carga térmica total anual da envoltória nas condições real e de referência, é necessário seguir os seguintes passos:

Primeiro passo: determinar o fator de forma (FF) da edificação por meio da Equação 5.7.

$$FF = \frac{A_{env}}{V_{tot}} \quad \text{Equação 5.7}$$

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 a volume total construída da edificação (m^3).

Segundo passo: obter o coeficiente de redução de carga térmica total anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) conforme o fator de forma (FF) da edificação e o grupo climático (GCL) no qual a edificação está inserida. Este coeficiente de redução difere para cada tipologia, e deve ser obtido por meio da Tabela 5.13 a Tabela 5.20.

Terceiro passo: o coeficiente de redução da carga térmica anual da classe A para a classe D ($CRCT_{D-A}$) deve ser utilizado para definir o intervalo dentro do qual a edificação proposta será classificada (Equação 5.8), que será ainda subdividido em 3 partes (i) conforme a Tabela 5.13 a Tabela 5.20; cada parte se refere a uma classe da escala de eficiência, que varia de A até D. Caso a condição real da edificação apresente carga térmica total anual superior à condição de referência, sua classificação final será E.

$$i = \frac{(CgT_{TREF} \cdot CRCT_{D-A})}{3} \quad \text{Equação 5.8}$$

Onde:

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

$CRCT_{D-A}$ é o coeficiente de redução de carga térmica anual da classe D para a classe A.

Quarto passo: a partir do valor calculado (i), deve-se preencher a Tabela 5.12.

Tabela 5.12. Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação

Classe de eficiência	A	B	C	D	E
Limite superior	–	$> CgT_{TREF} - 3i$	$> CgT_{TREF} - 2i$	$> CgT_{TREF} - i$	$> CgT_{TREF}$
Limite inferior	$< CgT_{TREF} - 3i$	$\leq CgT_{TREF} - 2i$	$\leq CgT_{TREF} - 2i$	$\leq CgT_{TREF}$	–

Quinto passo: comparar a carga térmica total anual da edificação em sua condição real (CgT_{TREAL}) obtida com os limites da Tabela 5.12, identificando a classe de eficiência da edificação em questão.

Tabela 5.13. Edificações de escritórios: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.14. Edificações educacionais: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.15. Edificações de hospedagem: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.16. Edificações hospitalares: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.17. Edificações de varejo – comércio: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.18. Edificações de varejo – mercado: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.19. Edificações de alimentação: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



Tabela 5.20. Edificações não descritas anteriormente: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A ($CRCT_{D-A}$) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

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



5.2.2 Procedimento para a determinação da classe de eficiência do sistema de condicionamento de ar

Este procedimento refere-se aos sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro. Para os sistemas etiquetados pelo Inmetro, deve-se seguir o procedimento descrito no item B.II.1 do Anexo B.

O consumo total térmico ou elétrico deve ser convertido em energia primária (Equação 5.9) com base nos fatores de conversão da Tabela 5.2. Este procedimento deve ser realizado para a condição real (CCA_{PREAL}), e para a condição de referência (CCA_{PREF}).

$$CCA_P = (CCA_{TE} \cdot fcE) + (CCA_{TT} \cdot fcT) \quad \text{Equação 5.9}$$

Onde:

CCA_P é o consumo total de energia primária proveniente dos sistemas de condicionamento de ar somados (kWh/ano);

CCA_{TE} é o consumo energia elétrica total dos sistemas de condicionamento de ar somados (kWh/ano);

CCA_{TT} é o consumo energia térmica total dos sistemas de condicionamento de ar somados (kWh/ano);

fc é o fator de conversão de energia elétrica (fcE) ou térmica (fcT) em energia primária de acordo com o tipo de energia utilizada.

A determinação da classe de eficiência energética do sistema de condicionamento de ar deve ser realizada a partir da comparação entre o consumo de energia primária em suas condições real (CCA_{PREAL}) e de referência (CCA_{PREF}).

A classificação da edificação real é obtida por meio do percentual de economia de energia primária em relação à condição de referência (obrigatoriamente fixa na classe D). Os valores de percentual de economia devem ser obtidos por meio da Tabela 5.21.



Tabela 5.21. Percentual de economia em relação à classe D para sistemas com equipamentos não etiquetados pelo Inmetro.

Capacidade Total do Sistema (kW)	Percentual de economia em relação à classe D		
	Classe C	Classe B	Classe A
< 40	15	20	30
≥ 40 e < 70	20	25	30
≥ 70 e < 150	20	25	30
≥ 150 < 264	20	25	30
≥ 264 < 528	25	30	35
≥ 528 < 1055	30	35	40
≥ 1055 < 1407	35	40	50
≥ 1407 < 2110	40	45	60
≥ 2110 < 2815	45	50	70
≥ 2815 < 4220	45	50	70
≥ 4220	45	50	70

5.2.3 Procedimento para a determinação das escalas e classe de eficiência do sistema de iluminação

Este procedimento estabelece o limite de potência de iluminação para a área iluminada das edificações. Os níveis de eficiência para a potência de iluminação variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

O sistema de iluminação artificial da edificação é avaliado sob duas condições: condição real, utilizando as características reais da edificação; e a condição de referência (classe D), conforme o método de avaliação escolhido pelo solicitante da etiqueta.

A classe de eficiência energética do sistema de iluminação artificial da edificação é definida a partir do valor resultante da potência instalada total, considerando os sistemas de controle da edificação em sua condição real (PI_T). A potência instalada total da condição de referência D (PI_{TREF}), e da condição que determina a classe A (PI_{TA}) da escala final devem ser calculadas com base nos valores tabelados do método selecionado para avaliar o desempenho do sistema de iluminação artificial de ambientes internos (Anexo B.III).

O intervalo entre as classes deve ser dividido em três partes (i); cada parte se refere a uma classe da escala de desempenho que varia de “A” a “D”. Caso a condição real da edificação apresente potência total instalada maior que a condição de referência, sua classificação final será E. A subdivisão i do intervalo é calculada por meio da Equação 5.11.

$$i = \frac{(PI_{TREF} - PI_{TA})}{3}$$

Equação 5.10

Onde:

i é o coeficiente que representa os intervalos entre classes;

PI_{TREF} é a potência instalada total considerando-se a condição de referência D do método escolhido;

PI_{TA} é a potência instalada total considerando-se a classe A do método escolhido.

A partir do valor calculado de i , deve-se preencher a Tabela 5.22.

Tabela 5.22. Intervalos relativos a cada uma das classes de eficiência energética do sistema de iluminação artificial

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

Após a definição dos intervalos da Tabela 5.21, o valor da potência instalada total, considerando-se sistemas de controle da edificação em sua condição real (PI_T), deve ser avaliado identificando a classe de eficiência do sistema para a edificação em avaliação.

A potência instalada deve considerar a potência referente a todos os conjuntos de luminárias instalados, incluindo as lâmpadas, reatores, transformadores e sistemas de controles.

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

Para conjuntos de luminárias que tenham o seu funcionamento otimizado por algum tipo de controle podem aplicar fatores de ajuste de potência (FAP) ao valor da potência instalada controlada pelo respectivo dispositivo de controle. Os valores dos fatores de ajuste de potência (FAP), conforme o tipo de controle das luminárias, devem ser adotados segundo a Tabela 5.23, e somente poderão ser utilizados se os controles atenderem aos requisitos para o uso de cada tipo de controle.

Tabela 5.23. 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 ¹	0,1
Controle com sensor de ocupação dimerizável com desligamento automático	0,2
Controle dimerizável com programação e desligamento automático	0,05



¹ Restrito às áreas e respectivas densidades de potência instaladas com comprovação de projeto/ instalação de sistema de controle que permita o aproveitamento da iluminação natural.

A potência total instalada do ambiente da condição real será o resultado do somatório da potência de cada circuito controlado independentemente, multiplicada pelo fator de ajuste de potência (FAP), quando aplicável, conforme a Equação 5.12.

$$PI_T = \sum (P_C \cdot FAP) \quad \text{Equação 5.11}$$

Onde:

PI_T é a potência instalada no ambiente (kW);

P_C é a potência controlada (kW);

FAP é o fator de ajuste de potência conforme o tipo de controle.

5.2.4 Procedimento para a determinação da classe de eficiência do sistema de aquecimento de água

O consumo total de energia primária do sistema de aquecimento de água deve ser determinado por meio da Equação 5.13.

$$E_{AA,tot} = (fcE \cdot CAA_E) + (fcT \cdot CAA_T) \quad \text{Equação 5.12}$$

Onde:

$E_{AA,tot}$ é o consumo total de energia primária para aquecimento de água da edificação em sua condição real ($E_{AA,tot,real}$ - kWh/ano) e em sua condição de referência ($E_{AA,tot,ref}$ - kWh/ano);

fcE é o fator de conversão de energia elétrica para energia primária conforme a Tabela 5.2;

CAA_E é o consumo total para aquecimento de água proveniente de fontes de energia elétrica (kWh/ano);

fcT é o fator de conversão de energia térmica para energia primária conforme a Tabela 5.2;

CAA_T é o consumo total para aquecimento de água proveniente de fontes de energia térmica (kWh/ano)

A determinação da classe de eficiência energética do sistema de aquecimento de água é dependente do tipo de sistema empregado - com acumulação, Figura 5.2, e sem acumulação, Figura 5.3 - devendo ser realizada a partir da comparação entre o consumo de energia primária necessário para atender a demanda de água quente da edificação em suas condições real ($E_{AA,tot,real}$) e a de referência ($E_{AA,tot,ref}$). A classificação da edificação real é obtida por meio do percentual de economia de energia primária em relação à condição de referência (obrigatoriamente fixa na classe D), conforme os valores indicados na Figura 5.2.

Figura 5.2. Escala para a definição da classe de eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação

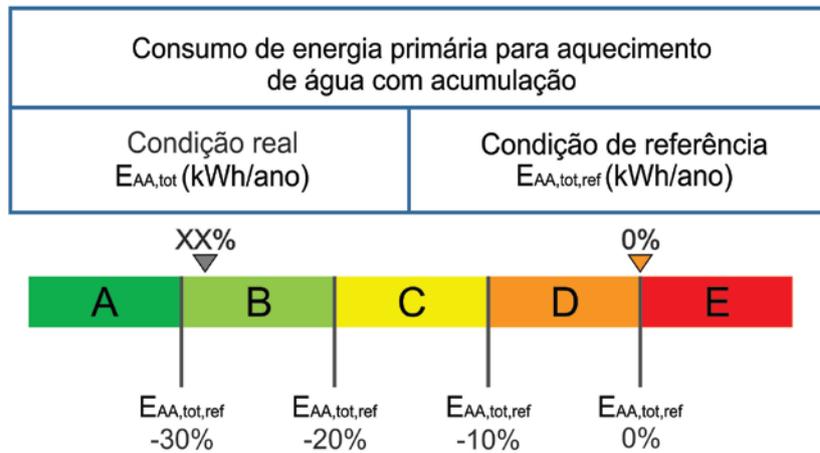
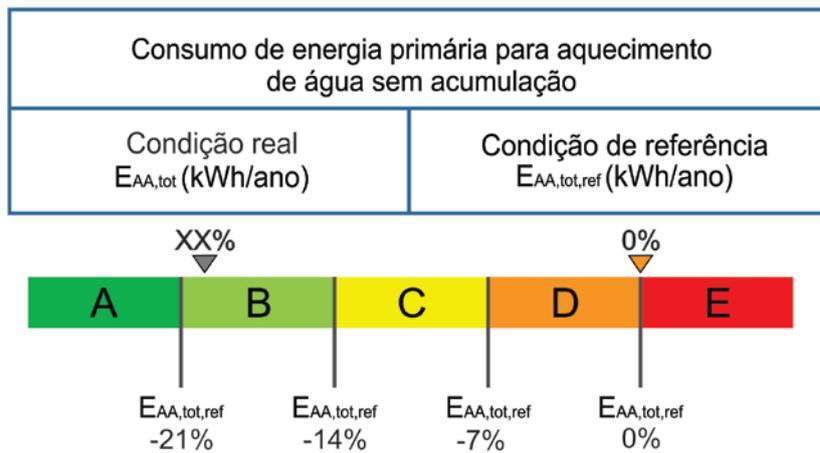


Figura 5.3. Escala para a definição da classe de eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação



Nota: nas figuras 5.2 e 5.3, o valor XX% refere-se ao percentual de redução encontrado entre a condição de referência e a condição real.



ANEXO A – TABELAS PARA A CONDIÇÃO DE REFERÊNCIA DE EDIFICAÇÕES

Escopo: o presente anexo define os valores dos parâmetros da edificação para a composição da condição de referência de diferentes tipologias.

A.1 Condições de referência

A Tabela A.1 à Tabela A.7 apresentam as condições de referência conforme as diferentes tipologias de edificações comerciais:

- a) Edificações de escritório (ver Tabela A.1);
- b) Edificações educacionais: ensino médio, fundamental e superior (ver Tabela A.2);
- c) Edificações de hospedagem: pequenas, médias e grandes (ver Tabela A.3);
- d) Edificações hospitalares: clínicas e hospitais (ver Tabela A.4);
- e) Edificações de varejo: lojas, lojas de departamento e shopping center (ver Tabela A.5);
- f) Edificações de varejo: mercados (ver Tabela A.6);
- g) Edificações de alimentação: restaurantes e praças de alimentação (ver 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.

A.2 Elementos construtivos das paredes externas e cobertura

A Tabela A.10 apresenta 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		
Forma	Condição real	
Orientação solar (°)	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	50
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0
Componentes construtivos		
<i>Parede</i>	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
α PAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m ² K)	Condição real	150
<i>Cobertura</i>	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
α COB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m ² K)	Condição real	233
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²) **	Condição real	14,1***
Ocupação (m ² /pessoa)	10,0	10,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)	9,7	9,7
Horas de ocupação (horas)	10	
Dias de ocupação (N _{ano})****	260	
Condição do piso	Condição real	
Condição 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 <i>setpoint</i> (°C)	24,0	
Aquecimento de água *****	-	

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

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.

*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classe D.

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

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



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				
Forma	Condição real			
Orientação solar (°)	Condição real			
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real			
Aberturas				
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	40		
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0		
Componentes construtivos				
<i>Parede</i>	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		
α PAR - Absortância da parede (adimensional)	Condição real	0,5		
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m ² K)	Condição real	150		
<i>Cobertura</i>	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		
α COB - Absortância da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8		
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m ² K)	Condição real	233		
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	Condição real		
Iluminação e ganhos				
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²) **	Condição real	15,5***		
Ocupação (m ² /pessoa)	Condição de referência	2,5	1,5	1,5
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)	Condição de referência	15,0	9,7	9,7
Horas de ocupação (horas)	8			
Dias de ocupação (N _{ano})****	200			
Condição do piso	Condição real			
Condição da cobertura	Condição real			
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento		



Tabela A.2.Continuação

Uso típico	Edificações educacionais			
	Condição real	Condição de referência		
		Educação Infantil	Ensino Fundamental e Médio	Ensino Superior
Condicionamento de ar (refrigeração)				
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60		
Temperatura <i>setpoint</i> (°C)	24,0			
Aquecimento de água*****				

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

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.

*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classe D.

**** 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.

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



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			
Forma	Condição real		
Orientação solar (°)	Condição real		
Pé-direito (pisos a teto) (m)	Condição real		
Aberturas			
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	45	
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0	
Componentes construtivos			
<i>Parede</i>	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	
<i>Cobertura</i>	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	
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	Condição real	
Iluminação e ganhos			
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²) **	Condição real	15,7***	
Ocupação (m ² /pessoa)	Condição de referência	16,1	20,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)	12,5	12,5	
Horas de ocupação (horas)	24	24	
Dias de ocupação (N _{ano}) ****	365	365	
Condição do piso	Condição real		
Condição 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	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	



Tabela A.3.Continuação

Uso típico	Edificações de hospedagem		
	Condição real	Condição de referência	
		Pequenos	Médios e grandes
Temperatura de armazenamento	60 °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 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	
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real		
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real		

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

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.

*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do Método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classe D.

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

^a Sistema de referência: chuveiro elétrico

^b Sistema de referência: boiler elétrico.



Tabela A.4. Valores de referência para e edificações hospitalares

Uso típico	Edificações hospitalares		
	Condição real	Condição de referência	
		Hospitais	Clínicas
Geometria			
Forma	Condição real		
Orientação solar (°)	Condição real		
Pé-direito (pisos a teto) (m)	Condição real		
Aberturas			
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	27	
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0	
Componentes construtivos			
<i>Parede</i>	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	
<i>Cobertura</i>	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	
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	Condição real	
Iluminação e ganhos			
DPI - Densidade de Potência de Iluminação (W/m ²) **	Condição real	15,0***	
Ocupação (m ² /pessoa)	Condição de referência	20,00	5,0
DPE - Densidade de Potência de Equipamentos (W/m ²)	32,0	32,0	
Horas de ocupação (horas)	Condição de referência	24	12
Dias de ocupação (N _{ano}) ****	365	260	
Condição do piso	Condição real		
Condição 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 <i>setpoint</i> (°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	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)		
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real		



Tabela A.4.Continuação

Uso típico	Edificações hospitalares		
	Condição real	Condição de referência	
		Hospitais	Clínicas
Aquecimento de água			
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	
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real		
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real		

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

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.

*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPL) para a classe D.

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

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

^a Sistema de referência: chuveiro elétrico

^b Sistema de referência: boiler elétrico.



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				
Forma	Condição real			
Orientação solar (°)	Condição real			
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real			
Aberturas				
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	60% na fachada principal, 5% nas demais		
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0		
Componentes construtivos				
<i>Parede</i>	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		
<i>Cobertura</i>	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		
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	Condição real		
Iluminação e ganhos				
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²) **	Condição real	21,7***	18,3***	
Ocupação (m ² /pessoa)	5,0			
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)	Condição de referência	10,3	9,5	
Horas de ocupação (horas)	12			
Dias de ocupação (N _{ano})****	300		365	
Condição do piso	Condição real			
Condição 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 <i>setpoint</i> (°C)	24,0			
Aquecimento de água*****				

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

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.



*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classe D.

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

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



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

Uso típico	Edificações de varejo	
	Condição real	Condição de referência
		Mercados
Geometria		
Forma	Condição real	
Orientação solar (°)	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	60% na zona da fachada principal, 10% nas demais
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0
Componentes construtivos		
<i>Parede</i>	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
<i>Cobertura</i>	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
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²) **	Condição real	16,3***
Densidade de 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	
Condição do piso	Condição real	
Condição 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 <i>setpoint</i> (°C)	24,0	
Aquecimento de água*****		

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

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.



*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classe D.

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

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

Tabela A.7. Valores de referência para edificações de alimentação

Uso típico	Edificações de alimentação	
	Condição real	Condição de referência Restaurantes
Geometria		
Forma	Condição real	
Orientação solar (°)	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	40
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0
Componentes construtivos		
<i>Parede</i>	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
<i>Cobertura</i>	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
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²) **	Condição real	13,9***
Ocupação (m ² /pessoa)	5,0	5,0
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)	40,0	40,0
Horas de ocupação	8	
Dias de ocupação (N _{ano})****	350	
Condição do piso	Condição real	
Condição 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



Tabela A.7. Continuação

Uso típico	Edificações de alimentação	
	Condição real	Condição de referência
		Restaurantes
Temperatura de armazenamento	60 °C	
Temperatura de uso de água quente (°C)	38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)	
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real	
Perdas na tubulação – sistema sem acumulação	Condição real	0
Perdas de armazenamento – sistema sem acumulação	Condição real	0
Perdas da recirculação – sistema sem acumulação	Condição real	0
Perdas na tubulação – sistema com acumulação	Condição real	Isolamento de 5 mm
Perdas de armazenamento – sistema com acumulação	Condição real	
Perdas da recirculação – sistema com acumulação	Condição real	

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

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.

*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classe D.

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

^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		
Forma	Condição real	
Orientação solar (°)	Condição real	
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real	
Aberturas		
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	60
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0
Componentes construtivos		
<i>Parede</i>	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
<i>Cobertura</i>	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
<i>Vidro</i>	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 vertical (°) *	Condição real	Condição real
Iluminação e ganhos		
DPI - Densidade de potência de iluminação (W/m ²) **	Condição real	15***
Ocupação (m ² /pessoa)	10,0	
DPE - Densidade de potência de equipamentos (W/m ²)	12,00	
Horas de ocupação (horas)	12	
Dias de ocupação (N _{ano})****	300	
Condição do piso	Condição real	
Condição 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 vertical (AOV) é opcional e deve seguir as diretrizes do RAC.

** Caso a avaliação seja realizada somente para a envoltória, deve-se adotar na condição real a mesma densidade de potência de iluminação (DPI) da condição de referência.

*** Adotar este valor para a avaliação parcial da envoltória e para a utilização do método do edifício completo (Item C.II.2). Para o método da atividade dos edifícios e o método da potência ajustada, devem ser adotados os valores de potência de iluminação limite (DPI_L) para a classe D.

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



***** 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.

Tabela A.9. Elementos construtivos e suas respectivas características

	e (cm)	Λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	c (kJ/kgK)	Rt (m ² K/W)	Ut (W/m ² K)	Ct (kJ/m ² 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/mK)

* ρ – peso específico aparente (kg/m³)

* c – calor específico (kJ/kgK)

* R_t – resistência térmica total (m²K/W)

* U_t – transmitância térmica total (W/m²K)

* C_t – capacidade térmica total (kJ/m²K)



ANEXO B – MÉTODO SIMPLIFICADO

Escopo: este anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para avaliação da classe de eficiência energética de edificações comerciais, de serviços e públicas, utilizando o método simplificado. Este método aplica-se somente às edificações que atendem aos critérios definidos na Tabela 4.1 do item 4. As edificações que não atendem a um ou mais critérios expostos nos limites descritos devem ser avaliadas pelo método de simulação, conforme o Anexo C.

B.I. ENVOLTÓRIA

Esta seção descreve os critérios para avaliação do desempenho da envoltória de edificações comerciais, de serviço e públicas quanto ao consumo energético.

Podem ser avaliadas, a partir deste método, edificações totalmente condicionadas artificialmente (item B.I.2.1), edificações que alternam entre o uso da ventilação natural e o condicionamento artificial (sistemas híbridos – item B.I.2.2.), e edificações totalmente ventiladas naturalmente (item B.I.2.2).

B.I.1. Determinação da carga térmica total da envoltória

B.I.1.1 Edificações condicionadas artificialmente

Esta seção descreve os critérios para a avaliação do desempenho da envoltória de áreas total ou parcialmente condicionadas artificialmente de edificações comerciais, públicas e de serviços a partir do método simplificado. Nesta seção, o desempenho térmico da envoltória é definido através da carga térmica total anual da edificação em sua condição real (CgT_{TREAL}), e de referência (CgT_{TREF}) sendo equivalente ao valor da carga térmica de refrigeração (CgT_{REFRIG}).

A estimativa da carga térmica para refrigeração baseia-se em metamodelos de análise que utilizam redes neurais artificiais para diferentes realidades climáticas brasileiras, representadas pelos grupos climáticos nos quais estão inseridas (Anexo J).

A carga térmica total de refrigeração (CgT_{REFRIG}) é determinada com base em parâmetros construtivos físicos, geométricos e de carga interna da edificação. Os valores de densidade de carga térmica de resfriamento anual devem ser transformados em carga térmica total para toda a edificação em sua condição real e de referência (CgT_{TREAL} e CgT_{TREF}).

As etapas para a determinação da carga térmica estão descritas abaixo:

Primeiro passo: definição do uso da tipologia (ver item B.I.2.1.1);

Segundo Passo: divisão da edificação em zonas térmicas (ver item B.I.2.1.2);

Terceiro passo: determinação dos parâmetros de entrada da edificação real e de referência por zona térmica (ver item B.I.2.1.3);

Quarto passo: cálculo da densidade de carga térmica para refrigeração e carga térmica total de refrigeração (ver item B.I.2.1.4);

B.I.1.1.1 Definição do uso da tipologia

Determinar a definição da tipologia que está sendo analisada de acordo com o Anexo A.

B.I.1.1.2 Divisão das zonas térmicas

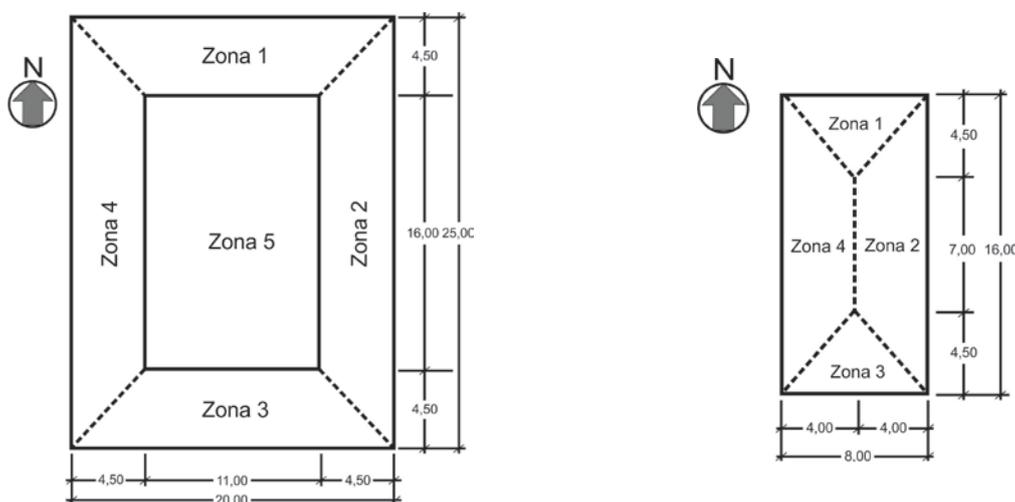
Após a definição da tipologia, as zonas térmicas devem ser divididas de acordo com os parâmetros que as definem, e suas áreas calculadas. No caso de edificações 100% condicionadas, as áreas não-condicionadas são geralmente classificadas como áreas de permanência transitória, e, portanto, não devem ser consideradas para a avaliação.

As zonas térmicas devem ser separadas de acordo com as áreas perimetrais e espaços internos (núcleo central da edificação) – Figura B.I.1a. 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 parede externa. Cada zona térmica perimetral deve incluir toda a área de piso que se encontra a 4,50 m de profundidade com relação à parede externa, exceto se houver mudança de orientação solar do espaço. As zonas térmicas internas são localizadas em espaços acima dos 4,50 m de profundidade com relação à parede externa. 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.1b, onde o comprimento da zona é igual a 8,00 m e a largura 16,00 m. As zonas térmicas devem ser ainda separadas sempre que houver mudanças: a) no padrão de ocupação do ambiente; b) no tipo e/ou especificações técnicas do sistema de condicionamento de ar; e c) na densidade de potência em iluminação e de equipamentos (DPI e DPE); Além disso, devem ser consideradas zonas térmicas separadas em: a) espaços com pisos em contato com o solo ou em contato com o exterior; b) espaços com coberturas em contato com o exterior; c) espaços em contato com ambientes não condicionados artificialmente.

Nota: caso o usuário opte por utilizar a DPI_U para computar o potencial de aproveitamento da luz natural na carga térmica anual da edificação, este deve ser realizado conforme o item C.9 do Método de Simulação, Anexo C.

Figura B.I.1. Processo de divisão das zonas térmicas de análise

- a) Exemplo de separação de zonas térmicas. Zonas 1 a 4 são perimetrais, e a zona 5 é interna
- b) Exemplo de separação de zonas térmicas onde todas as zonas são perimetrais





B.I.1.1.3 Determinação dos parâmetros de entrada

Referem-se às propriedades térmicas e geométricas da envoltória, determinando a carga térmica interna de refrigeração (CgT_{Refrig}) para a condição real e de referência da edificação nos espaços condicionados artificialmente. Os parâmetros que entram no cálculo da CgT_{Refrig} são:

1. Área da zona térmica (m^2);
2. Tipo de zona térmica (perimetral/interna);
3. Se existe contato com o solo;
4. Se a cobertura é voltada para o exterior;
5. Existência de isolamento térmico no piso;
6. Orientação Solar;
7. Horas de ocupação por dia (horas);
8. Densidade de Potência de Equipamentos (kWh/m^2) – este valor varia com a tipologia;
9. Densidade de Potência de Iluminação (kWh/m^2) – se avaliação global da edificação este valor deverá ser o real, se avaliação parcial da envoltória este valor varia com a tipologia;
10. Percentual de abertura de Fachada;
11. Fator Solar;
12. Transmitância térmica do vidro, cobertura e paredes externas (W/m^2K);
13. Absortância solar da cobertura e paredes externas;
14. Pé-direito (m);
15. Ângulo horizontal de sombreamento;
16. Ângulo vertical de sombreamento;
17. Ângulo de obstrução vertical;
18. Capacidade térmica da cobertura e paredes externas (kJ/m^2K).

Para a avaliação da edificação em sua condição real e de referência, os parâmetros para cada zona térmica devem respeitar o estipulado nas tabelas de referência por tipologia do Anexo A.

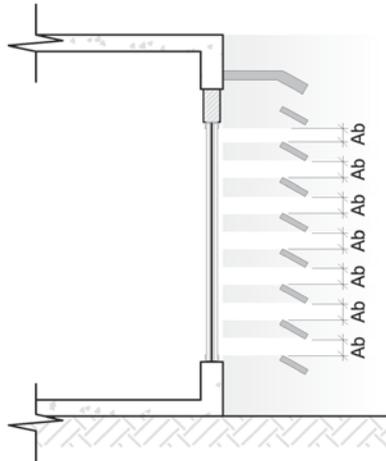
No caso da existência de aberturas zenitais, a edificação deve atender a valores menores ou iguais ao fator solar máximo do vidro ou do sistema de abertura para os respectivos valores de PAZ (percentual de abertura zenital) apresentados na Tabela B.I.1. Para edificações localizadas nos grupos climáticos 1 a 16 com PAZ superior a 2%, e para edificações localizadas nos grupos climáticos 17 a 24 com PAZ superior a 3% deve-se utilizar simulação computacional de acordo com o Anexo D.

Tabela B.I.1. Limites de fator solar de vidros e de percentual de abertura zenital

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

Para edificações com proteções solares em paralelo à fachada, deve-se considerar a abertura de PAF_T conforme a Figura B.I.2.

Figura B.I.2. Representação gráfica de uma abertura em corte com um elemento de proteção solar paralelo à fachada



B.I.1.1.4 Cálculo da densidade de carga térmica para refrigeração e carga térmica total de refrigeração (CgT)

Após a definição dos parâmetros, estes devem ser inseridos na interface do metamodelo¹. Os valores anuais de densidade de carga térmica para refrigeração (DCgT) para cada uma das zonas de análise são obtidos por meio de redes neurais artificiais. Após a determinação da densidade de carga térmica de refrigeração (kWh/m².ano) para cada zona térmica da edificação real e de referência, os valores obtidos devem ser transformados em um valor de carga térmica anual para refrigeração proveniente de toda a edificação (kWh/ano), conforme a Equação B.I.1:

$$CgT = \sum DCgT \cdot \text{Área } ZT \quad \text{Equação B.I.1}$$

Onde:

CgT é a carga térmica total para refrigeração (kWh/ano)

DCgT é a densidade de carga térmica de cada uma das zonas de análise (kWh/m².ano);

Área ZT é a área de cada uma das zonas térmicas de análise (m²);

B.I.1.2 Ambientes ventilados naturalmente ou híbridos

Edificações totalmente ventiladas naturalmente, ou que funcionam a partir da combinação entre a ventilação natural e unidades condicionadoras de ar sempre que o uso da ventilação natural não é suficientemente aceitável para garantir as condições de conforto (sistemas híbridos), ou ainda edificações com ambientes climatizados e outros ventilados naturalmente, devem ser analisadas pelo método simplificado a partir da estimativa do percentual de horas ocupadas em conforto térmico atendidas durante o uso da ventilação natural.

¹ Disponível em: http://pbeedifica.com.br/redes/comercial/index_with_angular.html#



Para edificações totalmente ventiladas naturalmente e edificações parcialmente ventiladas naturalmente, deve-se estimar o percentual de horas de conforto térmico atendidas pelo uso da ventilação natural (Equação B.I.2).

A estimativa do percentual de horas ocupadas em conforto térmico ($PHOC_T$) para edificações quando ventiladas naturalmente e edificações parcialmente ventiladas naturalmente deve ser determinada a partir da predição do metamodelo proposto por Rackes et al (2016)². O método proposto por Rackes et al. (2016) estima o percentual de horas ocupadas que estão dentro de uma faixa determinada de conforto, com base no desempenho térmico de uma edificação ventilada naturalmente. O metamodelo é capaz de prever situações em 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 (2013). Um total de 38 dados de entrada relativos aos parâmetros de construção e dados característicos do arquivo climático relativo à cidade na qual a edificação se localiza são necessários para o funcionamento do metamodelo (Tabela B.I.2).

O metamodelo foi desenvolvido com base em edificações escolares³. No entanto, observou-se que sua aplicação é considerada suficientemente precisa em edificações de escritórios, estimando fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação. Porém, para o correto funcionamento do metamodelo nestas tipologias, devem ser respeitadas as seguintes limitações:

- a) A edificação deve possuir, obrigatoriamente, espaços internos com divisão e metragem quadrada similares (salas/espacos de tamanhos similares);
- b) os parâmetros de entrada da edificação devem estar inseridos nos intervalos de acordo com Tabela B.I.2;
- c) a edificação deve ter formato retangular, e não exceder 16,00 metros de altura;
- d) a edificação deve possuir aberturas em todos os ambientes de permanência prolongada;
- e) a edificação não pode apresentar 24 horas de uso;
- f) o metamodelo deve ser somente utilizado para edificações escolares e de escritórios.

O método de simulação (Anexo C) é recomendado para os casos não compreendidos pelos limites de aplicação do metamodelo para a estimativa do percentual de horas ocupadas em conforto térmico.

A estimativa do percentual de horas ocupadas em conforto térmico ($PHOC_T$) deve ser realizada por meio da fração anual de horas de desconforto por calor (dado de saída do modelo) com o auxílio do metamodelo desenvolvido para esta predição⁴, em relação às horas de ocupação (considerar os valores de ocupação de acordo com as condições de referência do Anexo A.).

A carga térmica total anual para as edificações ventiladas naturalmente ou parcialmente ventiladas naturalmente será equivalente ao valor da carga térmica de refrigeração (CT_{Refrig}), multiplicando pela fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação, caso exista o aproveitamento da ventilação natural (Equação B.I.2).

² Disponível em: <http://bseg.cae.drexel.edu/natural-comfort-a-new-early-stage-design-tool/>.

³ Disponível em: <http://bseg.cae.drexel.edu/natural-comfort-a-new-early-stage-design-tool/>.

⁴ Disponível em: http://staging_redes.pbeedifica.com.br/naturalconfort/.



$$CgT_{TREAL} = CgT \cdot FH_{desc}$$

Equação B.I.2

Onde:

CgT_{TREAL} é a carga térmica total da edificação em sua condição real (kWh/ano);

CgT é a carga térmica determinada conforme a Equação B.I.1 em kWh/ano; e

FH_{desc} é a fração de horas de desconforto por calor em relação às horas de ocupação.

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 da carga térmica interna de refrigeração (CgT) para a condição real e de referência da edificação. Para valores inferiores a 90% de percentual de horas de conforto atendidas pelo uso da ventilação natural, deve-se calcular o CgT para as horas não atendidas de conforto.

Para as edificações naturalmente ventiladas e parcialmente ventiladas naturalmente, a carga térmica total anual para a condição de referência (classe D) não deve considerar o uso da ventilação natural, e o valor da carga térmica total de referência (CgT_{TREF}) deve ser igual ao valor da carga térmica de refrigeração (CgT) da condição de referência.



Tabela B.I.2. Dados de entrada do metamodelo de Rackes et al. (2016).

Dados de entrada do metamodelo de ventilação natural	Unidade	Valores	
		Mínimo	Máximo
Temperatura média externa anual (T_{ar})	°C	10	30
Média anual das diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas de cada dia (T_{arMD})	°C	3	15
Diferença entre o valor máximo e mínimo das temperaturas externas anuais (T_{arMA})	°C	3	28
Graus-dia de arrefecimento para temperatura base de 18°C (CDD18)	K.dia	0	3800
Graus-dia de arrefecimento para temperatura base de 25°C (CDD25)	K.dia	0	1600
Média anual da radiação solar direta normal (MRDR)	W/m ²	40	200
Média anual da radiação solar difusa no plano horizontal (MRDH)	W/m ²	70	130
Velocidade média do ar externo anual (VMV)	m/s	0	50
Altitude	m	0	2000
Comprimento total (maior dimensão entre os lados da edificação)	m	13	200
Profundidade total (menor dimensão entre os lados da edificação)	m	8	50
Altura entre pavimentos	m	2,75	4,25
Número de pavimentos	-	1	5
Área média das salas ocupadas	m ²	9	400
Fração total da área do edifício destinada às escadas	-	0	0,28
WWR (fração de abertura da fachada)	-	0,05	0,7
Ângulo médio de sombreamento vertical médio	°	0	45
Absortância solar média das paredes externas	-	0,2	0,8
Transmitância térmica média das paredes	W/m ² .K	0,1	5
Capacidade térmica média das paredes	kJ/m ² .K	40	500
Absortância solar média da cobertura	-	0,2	0,8
Transmitância térmica média da cobertura	W/m ² .K	0,1	5
Capacidade térmica média da cobertura	kJ/m ² .K	10	400
SHGC (coeficiente de ganho solar do vidro)	-	0,2	0,8
Transmitância térmica do vidro	W/m ² .K	1	6
Relação entre a largura e a altura das janelas primárias	-	0,1	50
	Unidade	Valores fixos	
Média da combinação entre a densidade de potência de iluminação e de equipamentos das salas de permanência prolongada	W/m ² .K	Escola - 23,8 Escritório - 25	
Média da combinação entre a densidade de potência de iluminação e de equipamentos das áreas de permanência transitória (corredores e escadas)	W/m ² .K	Escola - 14,1 Escritório - 15	
Densidade de ocupação	ocup./m ²	Escola – 0,667 Escritório – 0,1	
Hora de início de ocupação	h	Escola – 9 Escritório – 8	
Hora final de ocupação	h	Escola – 17 Escritório – 18	
Fator de abertura (média da fração máxima de abertura de todas as janelas)	-	Correr - 0,4 Basculante –0,7	



Tabela B.I.2. Continuação

	Unidade	Valores fixos
WWR_{noite} (fração de abertura da fachada das janelas destinadas à ventilação noturna (abertas 24h))	-	0
Coefficiente de descarga das janelas primárias	-	0,40
Área efetiva de vazão entre os espaços ocupados e as áreas de permanência compartilhada, por comprimento de parede compartilhada (ver tabela de Rackes et al., 2016 ¹)	-	0,11
Incremento da velocidade do ar a partir de ventiladores de teto	m/s	Sem – 0 Com – 0,35
Fator de correção da velocidade do ar externa (ver tabela de Rackes et al., 2016 ¹)	-	Ver Tabela B.I.3
Obstáculos do entorno (ver tabela de Rackes et al., 2016)	-	Ver Tabela B.I.4

Tabela B.I.3. Fator de correção da velocidade do ar externo

Fator de correção da velocidade do ar externo	Valores
Grandes centros urbanos, onde pelo menos 50% das edificações têm altura superior a 25m, por uma distância de pelo menos 0,8km ou 10 vezes a altura da estrutura (o maior entre os dois valores).	0,33 (centro urbano)
Áreas urbanas e suburbanas, áreas florestadas, ou outros terrenos com obstruções separadas proximamente.	0,22 (áreas urbanas, suburbanas, industriais e florestas)
Terreno aberto com obstruções espalhadas com alturas inferiores a 9m, incluindo terrenos planos típicos de estações meteorológicas.	0,14 (áreas rurais planas)
Áreas planas, sem obstruções expostas a ventos fluindo sobre água por pelo menos 1,6km, por uma distância de 460m ou 10 vezes a altura da estrutura (o maior entre os dois valores).	0,10 (regiões expostas a ventos vindos do oceano)

Tabela B.I.4. Obstáculos do entorno

Obstáculo do entorno	Valores
Sem obstruções ou proteção local	1,0
Proteção local leve com poucas obstruções, dentro de duas vezes a altura da estrutura	0,9
Proteção densa, muitas obstruções grandes, dentro de duas vezes a altura da estrutura	0,7



B.II – SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Escopo: Esta seção descreve os procedimentos para a determinação da eficiência energética do sistema de condicionamento de ar e dos requisitos mínimos para avaliação de sistemas que servem para o aquecimento, refrigeração ou ventilação das edificações comerciais, de serviços e públicas.

A avaliação do sistema de condicionamento de ar está dividida em:

- sistemas de condicionamento de ar etiquetados pelo Inmetro, e,
- sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro.

Os sistemas de condicionamento de ar, independente de sua capacidade de resfriamento e aplicação, devem proporcionar adequada qualidade do ar interior, conforme norma ABNT NBR 16401 Parte 3, em sua edição vigente.

Os ambientes destinados a Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) devem proporcionar adequada qualidade do ar interior, conforme norma pela ABNT NBR 7256, em sua edição vigente, quando por ela regidos.

A vazão de ar externo deve ser dimensionada para que a geração interna de CO₂ atinja no máximo a elevação de 700 PPM sobre a concentração de CO₂ 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} no máximo de 30 µg/m³, média de 24 horas.

As cargas térmicas de projeto do sistema de aquecimento e resfriamento de ar devem ser calculadas de acordo com 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 edição vigente.

Quando a somatória 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 sistemas individuais consomem menos energia para as condições de uso previstas para a edificação.

Em edificações com sistema de ar condicionado central, quando houver áreas específicas que comprovadamente seja melhor instalar sistemas individuais, a somatória das áreas atendidas por sistemas individuais não deverá ser superior a 180 kW.

Quando houver ambientes condicionados 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 por ele, sendo a área distribuída proporcional à área de projeção das edificações.

No caso de um embasamento único comum a dois ou mais blocos edificadas 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.

Edificações com átrio, pátio, jardim de inverno descoberto, o átrio configura o ambiente externo, portanto, neste caso, o condicionamento de ar não existirá.

Edificações com átrio, pátio ou jardim de inverno coberto, estes configuram o ambiente interno, e, portanto, o condicionamento de ar deve ser avaliado, quando existente. 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 item B. I.1.2.

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.1 Sistemas de condicionamento de ar etiquetados pelo Inmetro

B.II.1.1. Determinação da eficiência do sistema de condicionamento de ar etiquetados pelo Inmetro

Para a determinação da eficiência energética de sistemas etiquetados pelo Inmetro devem ser observados os seguintes itens:

- a) verifica-se a classe de eficiência dos condicionadores de ar etiquetados pelo Inmetro (condicionadores de ar do tipo janela e/ou *split*) na página eletrônica do Inmetro (<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>). Deve-se adotar a classificação da ENCE obtida nas tabelas do PBE/Inmetro, considerando a última versão publicada (novos índices), identificando o coeficiente de eficiência energética da máquina;
- a) listam-se os condicionadores regulamentados presentes na edificação, e seu respectivo coeficiente de eficiência energética da máquina;
- b) calcula-se uma média entre os diferentes coeficientes de eficiência energética da máquina de acordo com o número de máquinas etiquetadas;
- c) determina-se a classe alcançada;
- d) caso o sistema obtenha classe A, verifica-se o atendimento ao requisito específico (item B.II.1.2) para cada condicionador de ar. Caso os requisitos não sejam atendidos, a nova classificação do sistema alcançará no máximo a classe B.

O valor de COP para a condição de referência (CCA_{PREF} , ou seja, classe D) deve ser adotado da página eletrônica do Inmetro (<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>).

Nota: Para os sistemas *split* etiquetados pelo Inmetro, deve-se adotar o valor de COP dos sistemas na Equação 4.1. Para os sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro, deve-se adotar o valor de SPLV de acordo com o grupo climático brasileiro onde a edificação se encontra (Tabela B.I.2 a B.I.16).



B.II.1.2 Requisito específico para equipamentos etiquetados pelo Inmetro

Para ser elegível à classe “A” de eficiência energética, o sistema de condicionamento de ar etiquetado pelo Inmetro deve atender ao requisito do isolamento térmico de tubulações para a condução de fluídos. Este requisito deve ser avaliado por equipamento.

B.II.1.2.1 Isolamento térmico de tubulações para condução de fluido refrigerante

A Tabela B.II.1 apresenta as espessuras mínimas para isolamento térmico de tubulações para sistemas de refrigeração etiquetados pelo Inmetro. Para isolamentos térmicos cuja condutividade térmica esteja fora das faixas estipuladas, a espessura mínima deve ser determinada pela Equação B.II.1.

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

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 B.II.1 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 nas tabelas para a temperatura do fluido (W/m.K).

Tabela B.II.1 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/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	≤ 10	> 10 e ≤ 30	> 30
0 < T < 16	0,032 a 0,040	20	0,9	1,3	1,9

B.II.2 Sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro

Para os sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro, o método simplificado dispõe de duas opções para a determinação da eficiência do sistema:

- cálculo do SPLV (*System part Load Value*) do sistema;
- utilização dos valores determinados pelas Tabelas B.II.2 a B.II.

B.II.2.1 Cálculo do SPLV

Para os sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro, pode-se calcular o SPLV (*System Part Load Value*) para a determinação da eficiência do sistema. O SPLV trata-se da 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%). Utiliza a mesma metodologia de cálculo do IPLV (*Integrated Part Load Value*) para os equipamentos, porém abrange todos os equipamentos



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 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. O procedimento de cálculo e as instruções de uso estão disponíveis em planilha eletrônica em: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Planilha_SPLV_CAG.xlsx.

Nota: este procedimento de cálculo pode ser adotado para todos os sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro, exceto splits.

Os valores de SPLV para a condição de referência (CCA_{REF} , ou seja, classe D) diferem para cada grupo climático, e devem ser obtidos por meio das Tabelas B.II.2 a B.II.16, apresentadas a seguir.

Tabela B.II.2. Valores de SPLV para o grupo climático 1- A

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,86	3,56	3,42	2,97
≥ 40 e < 70	3,81	3,66	3,52	2,93
≥ 70 e < 150	3,77	3,63	3,48	2,90
≥ 150 < 264	3,58	3,44	3,30	2,75
≥ 264 < 528	3,77	3,63	3,35	2,79
≥ 528 < 1055	4,34	4,03	3,72	3,10
≥ 1055 < 1407	4,62	4,29	3,96	3,30
≥ 1407 < 2110	5,18	4,81	4,44	3,70
≥ 2110 < 2815	5,18	4,81	4,44	3,70
≥ 2815 < 4220	5,81	5,40	4,98	4,15
≥ 4220	5,95	5,53	5,10	4,25



Tabela B.II.3. Valores de SPLV para o grupo climático 1- B

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,67	3,39	3,24	2,82
≥ 40 e < 70	3,62	3,48	3,34	2,78
≥ 70 e < 150	3,58	3,44	3,31	2,76
≥ 150 < 264	3,40	3,27	3,14	2,61
≥ 264 < 528	3,58	3,45	3,18	2,65
≥ 528 < 1055	4,12	3,83	3,53	2,95
≥ 1055 < 1407	4,39	4,08	3,76	3,14
≥ 1407 < 2110	4,92	4,57	4,22	3,52
≥ 2110 < 2815	4,92	4,57	4,22	3,52
≥ 2815 < 4220	5,52	5,13	4,73	3,94
≥ 4220	5,65	5,25	4,85	4,04

Tabela B.II.4. Valores de SPLV para o grupo climático 2, 3 e 4

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	4,36	4,03	3,86	3,36
≥ 40 e < 70	4,30	4,14	3,97	3,31
≥ 70 e < 150	4,26	4,10	3,93	3,28
≥ 150 < 264	4,04	3,88	3,73	3,11
≥ 264 < 528	4,26	4,10	3,78	3,15
≥ 528 < 1055	4,90	4,55	4,20	3,50
≥ 1055 < 1407	5,22	4,85	4,47	3,73
≥ 1407 < 2110	5,85	5,44	5,02	4,18
≥ 2110 < 2815	5,85	5,44	5,02	4,18
≥ 2815 < 4220	6,57	6,10	5,63	4,69
≥ 4220	6,72	6,24	5,76	4,80



Tabela B.II.5. Valores de SPLV para o grupo climático 5 e 6

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,98	3,67	3,52	3,06
≥ 40 e < 70	3,92	3,77	3,62	3,02
≥ 70 e < 150	3,88	3,73	3,58	2,99
≥ 150 < 264	3,68	3,54	3,40	2,83
≥ 264 < 528	3,88	3,74	3,45	2,87
≥ 528 < 1055	4,47	4,15	3,83	3,19
≥ 1055 < 1407	4,76	4,42	4,08	3,40
≥ 1407 < 2110	5,34	4,95	4,57	3,81
≥ 2110 < 2815	5,34	4,95	4,57	3,81
≥ 2815 < 4220	5,98	5,56	5,13	4,27
≥ 4220	6,13	5,69	5,25	4,38

Tabela B.II.6. Valores de SPLV para o grupo climático 7 e 8

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	4,13	3,81	3,65	3,18
≥ 40 e < 70	4,08	3,92	3,76	3,14
≥ 70 e < 150	4,03	3,88	3,72	3,10
≥ 150 < 264	3,83	3,68	3,53	2,94
≥ 264 < 528	4,03	3,88	3,58	2,99
≥ 528 < 1055	4,64	4,31	3,98	3,32
≥ 1055 < 1407	4,94	4,59	4,24	3,53
≥ 1407 < 2110	5,54	5,15	4,75	3,96
≥ 2110 < 2815	5,54	5,15	4,75	3,96
≥ 2815 < 4220	6,22	5,77	5,33	4,44
≥ 4220	6,37	5,91	5,46	4,55



Tabela B.II.7. Valores de SPLV para o grupo climático 9

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,51	3,24	3,11	2,70
≥ 40 e < 70	3,47	3,33	3,20	2,67
≥ 70 e < 150	3,43	3,30	3,17	2,64
≥ 150 < 264	3,25	3,13	3,00	2,50
≥ 264 < 528	3,43	3,30	3,05	2,54
≥ 528 < 1055	3,95	3,67	3,39	2,82
≥ 1055 < 1407	4,20	3,90	3,60	3,00
≥ 1407 < 2110	4,71	4,38	4,04	3,37
≥ 2110 < 2815	4,71	4,38	4,04	3,37
≥ 2815 < 4220	5,29	4,91	4,53	3,78
≥ 4220	5,41	5,03	4,64	3,87

Tabela B.II.8. Valores de SPLV para o grupo climático 10

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,47	3,21	3,07	2,67
≥ 40 e < 70	3,43	3,30	3,16	2,64
≥ 70 e < 150	3,39	3,26	3,13	2,61
≥ 150 < 264	3,22	3,09	2,97	2,48
≥ 264 < 528	3,39	3,26	3,01	2,51
≥ 528 < 1055	3,91	3,63	3,35	2,79
≥ 1055 < 1407	4,16	3,86	3,56	2,97
≥ 1407 < 2110	4,66	4,33	4,00	3,33
≥ 2110 < 2815	4,66	4,33	4,00	3,33
≥ 2815 < 4220	5,23	4,86	4,48	3,74
≥ 4220	5,36	4,97	4,59	3,83



Tabela B.II.9. Valores de SPLV para o grupo climático 11 e 12

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,36	3,10	2,97	2,58
≥ 40 e < 70	3,31	3,19	3,06	2,55
≥ 70 e < 150	3,28	3,15	3,03	2,52
≥ 150 < 264	3,11	2,99	2,87	2,39
≥ 264 < 528	3,28	3,16	2,91	2,43
≥ 528 < 1055	3,78	3,51	3,24	2,70
≥ 1055 < 1407	4,02	3,73	3,45	2,87
≥ 1407 < 2110	4,51	4,18	3,86	3,22
≥ 2110 < 2815	4,51	4,18	3,86	3,22
≥ 2815 < 4220	5,05	4,69	4,33	3,61
≥ 4220	5,18	4,81	4,44	3,70

Tabela B.II.10. Valores de SPLV para o grupo climático 13 e 14

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,28	3,03	2,90	2,52
≥ 40 e < 70	3,24	3,11	2,99	2,49
≥ 70 e < 150	3,20	3,08	2,96	2,47
≥ 150 < 264	3,04	2,92	2,81	2,34
≥ 264 < 528	3,20	3,08	2,85	2,37
≥ 528 < 1055	3,69	3,43	3,16	2,64
≥ 1055 < 1407	3,93	3,65	3,37	2,81
≥ 1407 < 2110	4,40	4,09	3,77	3,15
≥ 2110 < 2815	4,40	4,09	3,77	3,15
≥ 2815 < 4220	4,94	4,59	4,23	3,53
≥ 4220	5,06	4,70	4,34	3,61



Tabela B.II.11. Valores de SPLV para o grupo climático 15 e 16

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	4,25	3,92	3,76	3,27
≥ 40 e < 70	4,19	4,03	3,87	3,22
≥ 70 e < 150	4,15	3,99	3,83	3,19
≥ 150 < 264	3,93	3,78	3,63	3,03
≥ 264 < 528	4,14	3,99	3,68	3,07
≥ 528 < 1055	4,77	4,43	4,09	3,41
≥ 1055 < 1407	5,08	4,72	4,36	3,63
≥ 1407 < 2110	5,70	5,29	4,88	4,07
≥ 2110 < 2815	5,70	5,29	4,88	4,07
≥ 2815 < 4220	6,39	5,93	5,48	4,57
≥ 4220	6,55	6,08	5,61	4,68

Tabela B.II.12. Valores de SPLV para o grupo climático 17

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,30	3,05	2,92	2,54
≥ 40 e < 70	3,26	3,13	3,01	2,51
≥ 70 e < 150	3,22	3,10	2,98	2,48
≥ 150 < 264	3,06	2,94	2,82	2,35
≥ 264 < 528	3,22	3,10	2,86	2,39
≥ 528 < 1055	3,71	3,45	3,18	2,65
≥ 1055 < 1407	3,95	3,67	3,39	2,82
≥ 1407 < 2110	4,43	4,11	3,80	3,16
≥ 2110 < 2815	4,43	4,11	3,80	3,16
≥ 2815 < 4220	4,97	4,61	4,26	3,55
≥ 4220	5,09	4,72	4,36	3,63



Tabela B.II.13. Valores de SPLV para o grupo climático 18

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,15	2,91	2,79	2,43
≥ 40 e < 70	3,11	2,99	2,87	2,39
≥ 70 e < 150	3,08	2,96	2,84	2,37
≥ 150 < 264	2,92	2,81	2,70	2,25
≥ 264 < 528	3,08	2,96	2,74	2,28
≥ 528 < 1055	3,55	3,29	3,04	2,53
≥ 1055 < 1407	3,77	3,50	3,24	2,70
≥ 1407 < 2110	4,23	3,93	3,63	3,02
≥ 2110 < 2815	4,23	3,93	3,63	3,02
≥ 2815 < 4220	4,75	4,41	4,07	3,39
≥ 4220	4,86	4,51	4,17	3,47

Tabela B.II.14. Valores de SPLV para o grupo climático 19 e 20

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,20	2,96	2,83	2,47
≥ 40 e < 70	3,16	3,04	2,92	2,43
≥ 70 e < 150	3,13	3,01	2,89	2,41
≥ 150 < 264	2,97	2,85	2,74	2,28
≥ 264 < 528	3,13	3,01	2,78	2,32
≥ 528 < 1055	3,60	3,34	3,09	2,57
≥ 1055 < 1407	3,83	3,56	3,29	2,74
≥ 1407 < 2110	4,30	3,99	3,69	3,07
≥ 2110 < 2815	4,30	3,99	3,69	3,07
≥ 2815 < 4220	4,82	4,48	4,13	3,44
≥ 4220	4,94	4,59	4,23	3,53

Tabela B.II.15. Valores de SPLV para o grupo climático 21 e 22

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,40	3,14	3,01	2,61
≥ 40 e < 70	3,35	3,22	3,09	2,58
≥ 70 e < 150	3,32	3,19	3,06	2,55
≥ 150 < 264	3,15	3,03	2,90	2,42
≥ 264 < 528	3,31	3,19	2,95	2,46
≥ 528 < 1055	3,82	3,55	3,27	2,73
≥ 1055 < 1407	4,07	3,78	3,48	2,90
≥ 1407 < 2110	4,56	4,23	3,91	3,26
≥ 2110 < 2815	4,56	4,23	3,91	3,26
≥ 2815 < 4220	5,11	4,75	4,38	3,65
≥ 4220	5,24	4,86	4,49	3,74

Tabela B.II.16. Valores de SPLV para o grupo climático 23 e 24

Capacidade Total do sistema (kW)	SPLV (kW/kW)			
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
< 40	3,24	2,99	2,87	2,49
≥ 40 e < 70	3,20	3,08	2,95	2,46
≥ 70 e < 150	3,17	3,05	2,92	2,44
≥ 150 < 264	3,00	2,89	2,77	2,31
≥ 264 < 528	3,16	3,05	2,81	2,34
≥ 528 < 1055	3,65	3,39	3,12	2,60
≥ 1055 < 1407	3,88	3,60	3,33	2,77
≥ 1407 < 2110	4,35	4,04	3,73	3,11
≥ 2110 < 2815	4,35	4,04	3,73	3,11
≥ 2815 < 4220	4,88	4,53	4,18	3,49
≥ 4220	5,00	4,64	4,28	3,57

B.II.2.2 Cálculo alternativo

Para os casos dos sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro que não apresentarem o cálculo do SPVL para a determinação da eficiência do sistema, um cálculo alternativo deve ser apresentado a partir dos requisitos mínimos de eficiência dos equipamentos, obtidos por meio das Tabelas apresentadas no item B.II.2.3, conforme o tipo de equipamento aplicado. Neste procedimento, a eficiência do sistema deve ser multiplicada pelo fator de ponderação (Fator K), que varia de acordo com o grupo climático (ver Tabelas B.II.17 a B.II.31).

Os sistemas com eficiência mínima A das Tabelas B.II.21 à B.II.25 devem adotar o valor de SCOP ou ICOP.



Os sistemas com eficiência mínima de B e C com capacidade inferior a 19 kW das Tabelas B.II.21 a B.II.25 devem adotar o valor de SCOP, quando existentes. Para sistemas com capacidades superiores, deve-se adotar o valor de COP.

Para a determinação da eficiência mínima da condição de referência (CCA_{REF} , ou seja, classe D) de todos os sistemas de condicionamento de ar não etiquetados deve-se adotar os valores da classe D da Tabela B.II.2 a Tabela B.II.16 do item B.II.2.1, de acordo com o grupo climático.

Tabela B.II.17. Valor de ponderação para o grupo climático 1 - A

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,95	0,90
≥ 40 e < 70	0,95	0,90
≥ 70 e < 150	0,95	0,90
≥ 150 < 264	0,95	0,90
≥ 264 < 528	0,90	0,50
≥ 528 < 1055	0,85	0,57
≥ 1055 < 1407	0,85	0,57
≥ 1407 < 2110	0,85	0,65
≥ 2110 < 2815	0,85	0,67
≥ 2815 < 4220	0,85	0,73
≥ 4220	0,85	0,73

Tabela B.II.18. Valor de ponderação para o grupo climático 1 - B

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,90	0,86
≥ 40 e < 70	0,88	0,86
≥ 70 e < 150	0,86	0,86
≥ 150 < 264	0,71	0,86
≥ 264 < 528	0,71	0,48
≥ 528 < 1055	0,71	0,54
≥ 1055 < 1407	0,71	0,54
≥ 1407 < 2110	0,71	0,62
≥ 2110 < 2815	0,71	0,64
≥ 2815 < 4220	0,71	0,69
≥ 4220	0,71	0,69



Tabela B.II.19. Valor de ponderação para os grupos climáticos 2, 3 e 4

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	1,07	1,02
≥ 40 e < 70	1,05	1,02
≥ 70 e < 150	1,02	1,02
≥ 150 < 264	0,85	1,02
≥ 264 < 528	0,85	0,57
≥ 528 < 1055	0,85	0,64
≥ 1055 < 1407	0,85	0,64
≥ 1407 < 2110	0,85	0,73
≥ 2110 < 2815	0,85	0,76
≥ 2815 < 4220	0,85	0,82
≥ 4220	0,85	0,82

Tabela B.II.20. Valor de ponderação para os grupos climáticos 5 e 6

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,98	0,93
≥ 40 e < 70	0,96	0,93
≥ 70 e < 150	0,93	0,93
≥ 150 < 264	0,77	0,93
≥ 264 < 528	0,77	0,52
≥ 528 < 1055	0,77	0,59
≥ 1055 < 1407	0,77	0,59
≥ 1407 < 2110	0,77	0,67
≥ 2110 < 2815	0,77	0,69
≥ 2815 < 4220	0,77	0,75
≥ 4220	0,77	0,75



Tabela B.II.21. Valor de ponderação para os grupos climáticos 7 e 8

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	1,02	0,96
≥ 40 e < 70	1,00	0,96
≥ 70 e < 150	0,96	0,96
≥ 150 < 264	0,80	0,96
≥ 264 < 528	0,80	0,54
≥ 528 < 1055	0,80	0,61
≥ 1055 < 1407	0,80	0,61
≥ 1407 < 2110	0,80	0,70
≥ 2110 < 2815	0,80	0,72
≥ 2815 < 4220	0,80	0,78
≥ 4220	0,80	0,78

Tabela B.II.20 Valor de ponderação para o grupo climático 9

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,86	0,82
≥ 40 e < 70	0,85	0,82
≥ 70 e < 150	0,82	0,82
≥ 150 < 264	0,68	0,82
≥ 264 < 528	0,68	0,46
≥ 528 < 1055	0,68	0,52
≥ 1055 < 1407	0,68	0,52
≥ 1407 < 2110	0,68	0,59
≥ 2110 < 2815	0,68	0,61
≥ 2815 < 4220	0,68	0,66
≥ 4220	0,68	0,66



Tabela B.II.23. Valor de ponderação para o grupo climático 10

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,86	0,81
≥ 40 e < 70	0,84	0,81
≥ 70 e < 150	0,81	0,81
≥ 150 < 264	0,68	0,81
≥ 264 < 528	0,68	0,45
≥ 528 < 1055	0,68	0,51
≥ 1055 < 1407	0,68	0,51
≥ 1407 < 2110	0,68	0,59
≥ 2110 < 2815	0,68	0,60
≥ 2815 < 4220	0,68	0,66
≥ 4220	0,68	0,66

Tabela B.II.24 Valor de ponderação para os grupos climáticos 11 e 12

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,83	0,78
≥ 40 e < 70	0,81	0,78
≥ 70 e < 150	0,78	0,78
≥ 150 < 264	0,65	0,78
≥ 264 < 528	0,65	0,44
≥ 528 < 1055	0,65	0,50
≥ 1055 < 1407	0,65	0,50
≥ 1407 < 2110	0,65	0,57
≥ 2110 < 2815	0,65	0,58
≥ 2815 < 4220	0,65	0,64
≥ 4220	0,65	0,64



Tabela B.II.25. Valor de ponderação para os grupos climáticos 13 e 14

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,81	0,77
≥ 40 e < 70	0,79	0,77
≥ 70 e < 150	0,77	0,77
≥ 150 < 264	0,64	0,77
≥ 264 < 528	0,64	0,43
≥ 528 < 1055	0,64	0,48
≥ 1055 < 1407	0,64	0,48
≥ 1407 < 2110	0,64	0,55
≥ 2110 < 2815	0,64	0,57
≥ 2815 < 4220	0,64	0,62
≥ 4220	0,64	0,62

Tabela B.II.26. Valor de ponderação para os grupos climáticos 15 e 16

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	1,05	0,99
≥ 40 e < 70	1,02	0,99
≥ 70 e < 150	0,99	0,99
≥ 150 < 264	0,83	0,99
≥ 264 < 528	0,83	0,55
≥ 528 < 1055	0,83	0,63
≥ 1055 < 1407	0,83	0,63
≥ 1407 < 2110	0,83	0,72
≥ 2110 < 2815	0,83	0,74
≥ 2815 < 4220	0,83	0,80
≥ 4220	0,83	0,80



Tabela B.II.27. Valor de ponderação para o grupo climático 17

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,81	0,77
≥ 40 e < 70	0,80	0,77
≥ 70 e < 150	0,77	0,77
≥ 150 < 264	0,64	0,77
≥ 264 < 528	0,64	0,43
≥ 528 < 1055	0,64	0,49
≥ 1055 < 1407	0,64	0,49
≥ 1407 < 2110	0,64	0,56
≥ 2110 < 2815	0,64	0,57
≥ 2815 < 4220	0,64	0,62
≥ 4220	0,64	0,62

Tabela B.II.28. Valor de ponderação para o grupo climático 18

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,78	0,74
≥ 40 e < 70	0,76	0,74
≥ 70 e < 150	0,74	0,74
≥ 150 < 264	0,61	0,74
≥ 264 < 528	0,61	0,41
≥ 528 < 1055	0,61	0,47
≥ 1055 < 1407	0,61	0,47
≥ 1407 < 2110	0,61	0,53
≥ 2110 < 2815	0,61	0,55
≥ 2815 < 4220	0,61	0,60
≥ 4220	0,61	0,60



Tabela B.II.29. Valor de ponderação para os grupos climáticos 19 e 20

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,79	0,75
≥ 40 e < 70	0,77	0,75
≥ 70 e < 150	0,75	0,75
≥ 150 < 264	0,62	0,75
≥ 264 < 528	0,62	0,42
≥ 528 < 1055	0,62	0,47
≥ 1055 < 1407	0,62	0,47
≥ 1407 < 2110	0,62	0,54
≥ 2110 < 2815	0,62	0,56
≥ 2815 < 4220	0,62	0,61
≥ 4220	0,62	0,61

Tabela B.II.30. Valor de ponderação para os grupos climáticos 21 e 22

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,84	0,79
≥ 40 e < 70	0,82	0,79
≥ 70 e < 150	0,79	0,79
≥ 150 < 264	0,66	0,79
≥ 264 < 528	0,66	0,44
≥ 528 < 1055	0,66	0,50
≥ 1055 < 1407	0,66	0,50
≥ 1407 < 2110	0,66	0,57
≥ 2110 < 2815	0,66	0,59
≥ 2815 < 4220	0,66	0,64
≥ 4220	0,66	0,64



Tabela B.II.31. Valor de ponderação para os grupos climáticos 23 e 24.

Capacidade Total do sistema (kW)	Fator de ponderação (Fator K)	
	Condensação à ar	Condensação à água
< 40	0,80	0,76
≥ 40 e < 70	0,78	0,76
≥ 70 e < 150	0,76	0,76
≥ 150 < 264	0,63	0,76
≥ 264 < 528	0,63	0,42
≥ 528 < 1055	0,63	0,48
≥ 1055 < 1407	0,63	0,48
≥ 1407 < 2110	0,63	0,55
≥ 2110 < 2815	0,63	0,56
≥ 2815 < 4220	0,63	0,61
≥ 4220	0,63	0,61

B.II.2.3 Requisitos mínimos de eficiência dos equipamentos

Condicionadores de ar do tipo *Split*, *self* a ar, *splitão* e *rooftop* devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela B.II.21, e os tipo *self* a água e *split* a água devem atender os requisitos da B.II.22. Se os dados dos equipamentos não se enquadrarem nas tabelas, a classe de eficiência do equipamento avaliado será D.

Condicionadores de ar do tipo VRF (Fluxo de Refrigerante Variável) devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados nas Tabela B.II.22, Tabela B.II.23 e Tabela B.II.24. Se os dados dos equipamentos não se enquadrarem nas tabelas, a classe de eficiência equipamento avaliado será D.

Resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados nas Tabela B.II.27, Tabela B.II.28. Na Tabela B.II.29.



Tabela B.II. e Tabela B.II., um dos caminhos deve ser escolhido devendo atender aos limites de carga total e IPLV (carga parcial). Se os dados dos equipamentos não se enquadrarem nestas tabelas, a classe de eficiência do equipamento avaliado será D.

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

Tabela B.II.21. Eficiência mínima de condicionadores de ar com condensação a ar
(*split, self a ar, splitão e rooftop*)

Capacidade	Tipo de aquecimento	Categoria	Eficiência mínima A	Eficiência mínima B	Eficiência mínima C
< 19 kW*	Todos	Split e unitário	4,10 SCOP	3,81 SCOP	3,33 SCOP
≥ 19 kW e < 40 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,78 ICOP	3,28 COP	2,95 COP
	Outros	Split e unitário	3,76 ICOP	3,22 COP	2,91 COP
≥ 40 kW e < 70 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,75 ICOP	3,22 COP	2,85 COP
	Outros	Split e unitário	3,72 ICOP	3,16 COP	2,83 COP
≥ 70 kW e < 223 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,40 ICOP	2,93 COP	2,71 COP
	Outros	Split e unitário	3,34 ICOP	2,87 COP	2,68 COP
≥ 223 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,28 ICOP	2,84 COP	2,62 COP
	Outros	Split e unitário	3,22 ICOP	2,78 COP	2,59 COP

¹ Procedimento de teste: AHRI 210/240.

² Procedimento de teste: AHRI 340/360.



Tabela B.II.22. Eficiência mínima de condicionadores de ar com condensação a água (*self a água. split a água*)

Capacidade	Tipo de aquecimento	Sub- -categoria	Eficiência mínima A	Eficiência mínima B	Eficiência mínima C
< 19 kW*	Todos	Split e unitário	3,60 ICOP	3,54 COP	3,13 COP
≥ 19 kW e < 40 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	4,07 ICOP	3,54 COP	3,31 COP
	Outros	Split e unitário	4,02 ICOP	3,48 COP	3,28 COP
≥ 40 kW e < 70 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	4,07 ICOP	3,66 COP	3,24 COP
	Outros	Split e unitário	4,02 ICOP	3,60 COP	3,20 COP
≥ 70 kW e < 223 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,99 ICOP	3,63 COP	3,22 COP
	Outros	Split e unitário	3,93 ICOP	3,57 COP	3,19 COP
≥ 223 kW**	Ausente ou Resistência elétrica	Split e unitário	3,96 ICOP	3,57 COP	3,19 COP
	Outros	Split e unitário	3,90 ICOP	3,51 COP	3,16 COP

¹ Procedimento de teste: AHRI 210/240.

² Procedimento de teste: AHRI 340/360.

Tabela B.II.23. Eficiência mínima de condicionadores de ar do tipo VRF com condensação a ar que operam somente em refrigeração (sem ciclo reverso)

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima A	Eficiência mínima B
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3.81 SCOP	2.75 SCOP
≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	4.54 ICOP	3.28 COP
≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	4.37 ICOP	3.22 COP
≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	4.07 ICOP	2.93 COP

¹ Procedimento de teste: AHRI 1230.

Tabela B.II.24. Eficiência mínima de condicionadores de ar do tipo VRF com condensação a ar que operam em refrigeração e aquecimento (ciclo reverso)

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima A	Eficiência mínima B
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3,81 SCOP	2,87 SCOP
≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	4,28 ICOP	3,22 COP
≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,22 ICOP	3,16 COP
≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	4,07 ICOP	3,11 COP
≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,01 ICOP	3,05 COP
≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,72 ICOP	2,78 COP
≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	3,66 ICOP	2,73 COP

¹ Procedimento de teste: AHRI 1230.

Tabela B.II.25. Eficiência mínima de condicionadores de ar do tipo VRF com condensação a água que operam em refrigeração e aquecimento (ciclo reverso)

Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima A	Eficiência mínima B
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	4,69 ICOP	3,52 COP
< 19 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,63 ICOP	3,46 COP
≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Multi-split VRF	4,69 ICOP	3,52 COP
≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	4,63 ICOP	3,46 COP
≥ 40 e < 70 kW	Todos	Multi-split VRF	4,10 ICOP	2,93 COP
≥ 40 e < 70 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	3,52 ICOP	2,87 COP
≥ 70 kW	Todos	Multi-split VRF	3,52 ICOP	2,93 COP
≥ 70 kW	Todos	Multi-split VRF com refrigeração e aquecimento simultâneos	3,46 ICOP	2,87 COP

¹ Procedimento de teste: AHRI 1230.



Tabela B.II.26. Eficiência mínima (COP – W/W) de resfriadores de líquido para 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	AHRI 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		
Condensação a água (compressor centrífugo) ³	≥ 2110 kW	≥ 6.286	≥ 7.041	≥ 6.018	≥ 9.264		
	< 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		
Absorção a ar. de simples efeito	Todas	≥ 0.600	-	-	-		AHRI 560
	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 Conformidade com esta padronização pode ser obtida cumprindo os requisitos mínimos de eficiência da Alternativa 1 ou da Alternativa 2. No entanto ambos os requisitos de eficiência mínima em COP e IPLV devem ser alcançados na mesma alternativa.

² Os requisitos de eficiência definidos para resfriadores de líquidos com compressor centrífugo não se aplicam aos equipamentos onde a temperatura de projeto de saída do fluido for menor do que 2.2. Os requisitos 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. Os requisitos para os resfriadores de líquidos por absorção não se aplicam aos equipamentos onde 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 AHRI 551/591 (temperatura de entrada do fluido no chiller de 12.0°C e de saída de 7.0°C, temperatura 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:

$$\text{Mínimo COP a carga total Ajustado} = (\text{COP a carga total da Tabela B.II.23/ B.II.24/ B.II.25}) \times K_{adj}$$

$$\text{NPLV Ajustado} = (\text{IPLV da Tabela B.II.23/ B.II.24/ B.II.25}) \times K_{adj}$$

$$K_{adj} = A \times B$$

Onde:

$$A = 0.0000015318 \times (\text{LIFT})^4 - 0.000202076 \times (\text{LIFT})^3 + 0.01018 \times (\text{LIFT})^2 - 0.264958 \times (\text{LIFT}) + 3.930196$$

$$B = 0.0027 \times \text{TS.EVAP} + 0.982$$

$$\text{LIFT} = \text{TS.COND} - \text{TS.EVAP}$$

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:

- $\text{TS.EVAP} \geq 2.2^\circ\text{C}$
- $\text{TS.COND} \leq 46.1^\circ\text{C}$
- $11.1^\circ\text{C} \leq \text{LIFT} \leq 44.4^\circ\text{C}$

O procedimento de cálculo e as instruções de uso para correção do COP e cálculo do NPLV estão disponíveis em planilha eletrônica em: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Planilha_SPLV_CAG.xlsx.



Tabela B.II.27. Eficiência mínima (COP – W/W) de resfriadores de líquido para classificação B

Tipo de equipamento	Capacidade	Alternativa 1		Alternativa 2		Procedimento de teste	
		Carga Total	IPLV	Carga Total	IPLV		
Condensação a ar. com condensador	< 528 kW	≥ 2.802	≥ 3.663	-	-	AHRI 551/591	
	≥ 528 kW	≥ 2.802	≥ 3.737	-	-		
Condensação a água (compressor do tipo alternativo. parafuso e scroll)	< 264 kW	≥ 4.509	≥ 5.582	≥ 4.396	≥ 5.861		
	≥ 264 kW e < 528 kW	≥ 4.538	≥ 5.718	≥ 4.452	≥ 6.001		
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5.172	≥ 6.064	≥ 4.898	≥ 6.513		
	≥ 1055 kW	≥ 5.672	≥ 6.513	≥ 5.504	≥ 7.177		
Condensação a água (compressor centrífugo) ³	< 528 kW	≥ 5.547	≥ 5.901	≥ 5.504	≥ 7.815		
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5.547	≥ 5.901	≥ 5.504	≥ 7.815		
	≥ 1055 kW < 2110 kW	≥ 6.106	≥ 6.406	≥ 5.856	≥ 8.792		
	≥ 2110 kW	≥ 6.170	≥ 6.525	≥ 5.961	≥ 8.792		
Absorção a ar. de simples efeito	Todas	≥ 0.600	-	-	-		AHRI 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	-	-		



Tabela B.II.28. Eficiência mínima (COP – W/W) de resfriadores de líquido para classificação C

Tipo de equipamento	Capacidade	Alternativa 1		Alternativa 2		Procedimento de teste	
		Carga Total	IPLV	Carga Total	IPLV		
Condensação a ar. com condensador	< 528 kW	≥ 2.751	≥ 3.223	-	-	AHRI 551/591	
	≥ 528 kW	≥ 2.651	≥ 3.118	-	-		
Condensação a água (compressor do tipo alternativo. parafuso e scroll)	< 264 kW	≥ 4.154	≥ 4.741	≥ 4.098	≥ 4.880		
	≥ 264 kW e < 528 kW	≥ 4.169	≥ 4.809	≥ 4.126	≥ 4.950		
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 4.686	≥ 5.282	≥ 4.549	≥ 5.506		
	≥ 1055 kW	≥ 5.436	≥ 5.906	≥ 5.352	≥ 6.238		
Condensação a água (compressor centrífugo) ³	< 528 kW	≥ 4.674	≥ 4.900	≥ 4.652	≥ 5.858		
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 4.874	≥ 5.200	≥ 4.852	≥ 6.158		
	≥ 1055 kW < 2110 kW	≥ 5.653	≥ 5.853	≥ 5.528	≥ 7.046		
	≥ 2110 kW	≥ 5.685	≥ 5.912	≥ 5.580	≥ 7.046		
Absorção a ar. de simples efeito	Todas	≥ 0.540	-	-	-		AHRI 560
Absorção a água. de simples efeito	Todas	≥ 0.650	-	-	-		
Absorção a água. de duplo efeito e queima indireta	Todas	≥ 0.975	≥ 1.025	-	-		
Absorção a água. de duplo efeito e queima direta	Todas	≥ 0.975	≥ 1.000	-	-		



B.II.2.4 Indicadores mínimos de eficiência energética para condicionamento de ar por aquecimento artificial

Sistemas com bombas de calor, independente da sua capacidade, devem apresentar um COP para aquecimento maior ou igual a 3.0 W/W, de acordo com o método definido pela norma AHRI 340/360;

Boilers a gás ou a óleo devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela B.II..

Tabela B.II.29. Eficiência mínima de *boilers* a gás e a óleo para classificação A

Tipo de equipamento	Subcategoria ou condição de classificação	Capacidade	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Boilers, água quente	A gás	< 88 kW ⁴	82% . AFUE ¹	10 CFR Parte 430
		≥ 88 kW e ≤ 733 kW	80% . Et ²	10 CFR Parte 431
		> 733 kW e ≤ 2346 kW	82% . Ec ³	
	A óleo	< 88 kW	84% . AFUE ¹	10 CFR Parte 430
		≥ 88 kW e ≤ 733 kW	82% . Et ²	10 CFR Parte 431
		> 733 kW e ≤ 2346 kW	84% . Ec ³	

¹AFUE = Eficiência Anual de Utilização do Combustível (Annual Fuel Utilization Efficiency). Para maiores informações, consultar o documento referenciado (procedimento de teste).

²Et = Eficiência Térmica (Thermal Efficiency). Para maiores informações, consultar o documento referenciado (procedimento de teste).

³Ec = Eficiência da Combustão (Combustion Efficiency). Para maiores informações, consultar o documento referenciado (procedimento de teste).

⁴ Os *boilers* não devem ser equipados com uma chama piloto permanentemente acesa.

Nas edificações onde é necessário adotar um sistema de aquecimento artificial, para ser elegível a classe A, este sistema deve atender aos indicadores mínimos de eficiência energética indicados na Tabela B.II.41. A avaliação deve ser realizada para cada equipamento.

B.II.2.5 Requisitos específicos para a classe A de sistemas não etiquetados pelo Inmetro

Para serem elegíveis à classe A de eficiência energética, os requisitos específicos para os sistemas de condicionamento de ar não etiquetados pelo Inmetro são indicados em função do sistema, conforme descrito na Tabela B.II.. Caso um dos requisitos não seja atendido, o sistema independente alcançará no máximo a classe B.

B.II.2.5.1 Cálculo da altura manométrica das bombas

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

B.II.2.5.2 Controle de temperatura por zona

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

Tabela B.II.30. Requisitos do sistema de condicionamento de ar não etiquetado pelo Inmetro para a classe A

Sistema	Pré-requisitos											
	Cálculo da altura manométrica das bombas (B.II.2.5.1)	Controle de temperatura por zona (B.II.2.5.2)	Faixa de temperatura de controle (B.II.2.5.3)	Aquecimento suplementar (B.II.2.5.4)	Evitar aquecimento e resfriamento simultâneo (B.II.2.5.5)	Sistema de desligamento automático (B.II.2.5.6)	Agrupamento de zonas (B.II.2.5.7)	Controles e dimensionamento do sistema de ventilação (B.II.2.5.8)	Controles e dimensionamento dos sistemas hidrônicos (B.II.2.5.12)	Equipamentos de rejeição de calor (B.II.2.5.13)	Isolamento térmico de tubulações com fluxo de fluidos (B.II.2.5.14)	Indicadores mínimos aquecimento artificial (B.II.2.4)
Expansão direta a ar sem aquecimento	NA	√	√	NA	NA	√	√	√	NA	NA	√	NA
Expansão direta a ar com aquecimento	NA	√	√	√	√	√	√	√	NA	NA	√	√
Expansão direta a água sem aquecimento	√	√	√	NA	NA	√	√	√	NA	√	√	NA
Expansão direta a água com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	√	NA	√	√	√
VRF a ar sem aquecimento	NA	√	√	NA	NA	√	√	NA	NA	NA	√	NA
VRF a ar com aquecimento	NA	√	√	√	√	√	√	NA	NA	NA	√	√
VRF a água sem aquecimento	√	√	√	NA	NA	√	√	NA	NA	√	√	NA
VRF a água com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	NA	NA	√	√	√
Água gelada com <i>chiller</i> a ar sem aquecimento	√	√	√	NA	NA	√	√	√	√	NA	√	NA
Água gelada com <i>chiller</i> a ar com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	√	√	NA	√	√
Água gelada com <i>chiller</i> a água sem aquecimento	√	√	√	NA	NA	√	√	√	√	√	√	NA
Água gelada com <i>chiller</i> a água com aquecimento	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

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

- 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;
- o sistema perimetral de aquecimento e resfriamento 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 45°.



B.II.2.5.3 Faixa de temperatura de controle

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

São consideradas exceções:

- a) termostatos que requeiram acionamento manual para alteração entre os modos de aquecimento e resfriamento;
- b) aplicações especiais onde não é aceitável uma faixa de temperatura de controle tão ampla, tais como centro de processamento de dados, museus, algumas áreas hospitalares e no condicionamento de ar de certos processos industriais, desde que devidamente justificado.

B.II.2.5.4 Aquecimento suplementar

Para ser elegível à classe A, sistemas que apresentem bombas de calor com aquecedor auxiliar através 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. Dois modos de atender a este requisito são:

- 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.

B.II.2.5.5 Evitar aquecimento e resfriamento simultâneo

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

Nos locais em que há equipamentos distintos para aquecimento e resfriamento servindo a uma mesma zona, os termostatos devem ser interconectados para impedir o aquecimento e resfriamento simultâneo.

São consideradas exceções:

- a) edificações com a função de abrigar acervos para exposição (exemplos: museus, laboratórios de metrologia);
- b) emprego de reaquecimento para 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.

B.II.2.5.6 Sistema de desligamento automático

Para ser elegível à classe A, todo o sistema de condicionamento de ar deve ser equipado com pelo menos um dos tipos 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 seja capaz de desligar 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.

B.II.2.5.7 Agrupamento de zonas

Sistemas de condicionamento de ar. que atendem zonas que vão ser destinadas à operação ou ocupação não simultânea. estas devem ser divididas em grupos para ser elegível à classe 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 independentemente que atenda ao item B.II.2.5.6.

O sistema de condicionamento central. que atende os grupos de zonas. deve ter controles e dispositivos que permitam a operação estável do sistema e 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 sejam com 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 ter condições de ser atendidas por um sistema de condicionamento de ar exclusivo ou demonstre que o sistema central foi projetado para atender esta área com eficiência igual ou maior do que o sistema exclusivo.



B.II.2.5.8 Controles e dimensionamento dos ventiladores do sistema de ventilação

Para ser elegível à classe A, cada sistema de condicionamento de ar com a potência total dos ventiladores do sistema de ventilação superior a 3.7 kW devem atender aos limites de potência para uma das opções:

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

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

- sistemas de hospitais, biotérios e laboratórios que utilizem 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, podem utilizar os limites de potência para volume variável;
- ventiladores de exaustão individuais com potência nominal igual ou inferior a 0.75 kW.

Tabela B.II.31. 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	$0.0015.V_s + A$	$0.0021.V_s + A$

Onde:

V_s = vazão máxima projetada de insuflamento de ar para os espaços condicionados pelo sistema de ventilação em análise, em l/s.

A = Soma de $[\Delta p \times VD/650000]$

Δp = cada ajuste de perda de carga aplicável da Tabela B.II.43.



Tabela B.II.32. Ajuste de perda de carga

Dispositivo	Ajuste (Δp)	
Sistema de exaustão e/ou retorno do ar totalmente dutado	125 Pa (535 Pa para laboratórios e biotérios)	Créditos
Dispositivos de controle de vazão do ar de exaustão e/ou retorno	125 Pa	
Filtros na exaustão, lavadores, ou outro tratamento do ar de exaustão	A perda de carga do dispositivo calculada nas condições de projeto do sistema	
Sistema de filtragem - classe M5 – M6 (NBR 16101)	125 Pa	
Sistema de filtragem - classe F7, F8 e F9 (NBR 16101)	225 Pa	
Sistema de filtragem - classe ISO 15 E ou superior e sistema de filtragem eletrônico (NBR ISO 29463-1)	2 vezes o valor da perda de carga dos filtros limpos nas condições de projeto	
Purificadores de ar de carvão ativado ou outro tipo de purificador para odores ou gases.	A perda de carga dos filtros limpos nas condições de projeto	
Capela de laboratório	A perda de carga do dispositivo nas condições de projeto	
Serpentina de recuperação de calor	150 Pa para cada corrente de ar	
Outro dispositivo de recuperação de calor que não seja serpentina	(550 x Eficiência de recuperação de energia) – 125 Pa para cada corrente de ar	
Resfriador ou umidificador evaporativo em série com outra serpentina de resfriamento	A perda de carga do dispositivo nas condições de projeto	
Atenuador de ruído	38 Pa	
Sistema de exaustão com coifas/capelas	85 Pa	
Sistema de exaustão de laboratório ou biotério em edificações de grande altura	60 Pa/30 m de duto vertical que excede 25 m	
Sistemas sem dispositivos centrais de resfriamento	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)

B.II.2.5.9 Controles de sistemas de ventilação para áreas com altas taxas de ocupação

Para ser elegível à classe A, os sistemas com taxa de insuflamento de ar externo nominal superior a 1.400 l/s, servindo áreas maiores de 50 m² e com densidade de ocupação superior a 25 pessoas por 100 m², devem incluir meios de reduzir automaticamente a tomada de ar externo abaixo dos níveis de projeto quando os espaços estão parcialmente ocupados.

B.II.2.5.10 Controle do ventilador do climatizador para sistemas VAV

Para 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.



B.II.2.5.11 Posicionamento do sensor de pressão para 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. Podem ser necessários múltiplos sensores, dependendo do desenho da rede de dutos que sejam comutáveis pelo sistema de controle.

B.II.2.5.12 Controles e dimensionamento dos sistemas hidrônicos

Para ser elegível à classe 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 requisitos estabelecidos em B.II.2.5.12.1 a B.II.2.5.12.3.

B.II.2.5.12.1 Sistemas de vazão de líquido variável

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

Bombas servindo circuitos hidrônicos com vazão de água gelada (ou fluido secundário) variável, com motor excedendo 3.7 kW, devem ter controles ou dispositivos (tais como controle de velocidade variável) que resultem em uma demanda no motor de não mais do que 30% da potência de projeto quando em 50% da vazão de projeto de cada bomba.

Os controles ou 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 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 do equipamento atendido por um sistema, tais como 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.

B.II.2.5.12.2 Operação das bombas associadas aos resfriadores de líquido (*Chillers*)

Para ser elegível à classe 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.

B.II.2.5.12.3 Controles de reajuste da temperatura de água gelada e quente

Para ser elegível à classe A, sistemas de água gelada e/ou água quente com uma capacidade de projeto excedendo 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) onde os controles de reajuste da temperatura de suprimento não possam ser implementados sem causar operação imprópria dos sistemas de aquecimento, resfriamento, umidificação ou desumidificação;
- b) sistemas hidráulicos, tais como aqueles requeridos pelo item B.II.2.5.12 que usam vazão variável para reduzir o consumo de energia em bombeamento.

B.II.2.5.13 Equipamentos de rejeição de calor

Para ser elegível a classe A, aplica-se o item B.II.2.5.13.1 ao equipamento de rejeição de calor usado em sistemas de condicionamento ambiental, tais como condensadores a ar, torres de resfriamento abertas, torres de resfriamento com circuito fechado.

B.II.2.5.13.1 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 mudem 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 requisitos de controle de velocidade.

B.II.2.5.14 Isolamento térmico de tubulações com fluxo de fluidos

As Tabela B.II., Tabela B.II. e Tabela B.II. apresentam as espessuras mínimas para isolamento térmico de tubulações para sistemas de aquecimento e refrigeração. Para sistemas de refrigeração do tipo expansão direta (exceto VRF) não etiquetados pelo Inmetro, as espessuras mínimas para isolamento térmico de tubulações são apresentadas na Tabela B.II.. Para materiais cuja condutividade térmica esteja fora das faixas estipuladas nestas tabelas, a espessura mínima deve ser determinada pela Equação B.II.1.

Tabela B.II.33. Espessura mínima (cm) de isolamento térmico de tubulações para sistemas de aquecimento

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento térmico		Diâmetro nominal da tubulação (mm)				
	Condutividade térmica (W/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	< 25	25 a < 40	40 a < 100	100 a < 200	≥ 200
$T \geq 177$	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 B.II.34. 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/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	< 25	25 a < 40	40 a < 100	100 a < 200	≥ 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 B.II.35 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/mK)	Temperatura de ensaio (°C)	≤ 10	> 10 e ≤ 30	> 30
$0 < T < 16$	0.032 a 0.040	20	0.9	1.3	1.9

Nota: a tabela é baseada em tubulações de aço carbono. Tubulações não-metálicas com espessura de parede padrão Schedule 80 ou menor devem usar os valores da tabela. Para as outras tubulações não-metálicas que possuam resistência térmica maior que a das tubulações de aço carbono é permitido isolamento térmico de espessura reduzida se for fornecida documentação provando 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 da tabela.



B.III. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Escopo: este método se aplica às edificações comerciais, públicas e de serviços em áreas:

- a) *Internas da edificação iluminadas artificialmente; e*
- b) *Em áreas cobertas externas da edificação iluminadas artificialmente, tal como marquises.*

Exceção: sistemas que forem complementares à iluminação geral e com controle independente, presentes nas seguintes situações:

- Iluminação contida ou parte integrante de equipamentos ou instrumentos, desde que instalada pelo próprio fabricante, como lâmpadas de refrigeradores, geladeiras;
- Iluminação especificamente projetada para uso exclusivo em procedimentos médicos ou dentários e iluminação contida em equipamentos médicos ou dentários;
- Iluminação contida em refrigeradores e freezers, tanto abertos quanto fechados por vidro;
- Iluminação totalmente voltada ao aquecimento de alimentos e em equipamentos utilizados em sua preparação;
- Iluminação totalmente voltada ao crescimento de plantas ou para sua manutenção;
- Iluminação em ambientes especificamente projetados para uso de deficientes visuais;
- Iluminação em vitrines de lojas varejistas, desde que a área da vitrine seja fechada por divisórias cuja altura alcance o forro;
- 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;
- Iluminação totalmente voltada à propaganda ou à sinalização;
- Sinais indicando saída e luzes de emergência;
- Iluminação à venda ou sistemas de iluminação para demonstração com propósitos educacionais;
- Iluminação para fins teatrais, incluindo apresentações ao vivo e produções de filmes e vídeos;
- Áreas de jogos ou atletismo com estrutura permanente para captação de imagens e transmissão pela televisão; e
- Iluminação de tarefa conectada diretamente em tomadas, como luminária de mesa.

O método simplificado dispõe de três opções de métodos para avaliar o desempenho do sistema de iluminação artificial de ambientes internos:

- a) Método do edifício completo (item B.III.1);
- b) Método das atividades do edifício (item B.III.2); e,
- c) Método da potência ajustada (item B.III.3).

Qualquer um dos métodos pode ser escolhido, sendo que o primeiro, de mais rápida aplicação, é empregável a edifícios com no máximo três atividades principais distintas. O método da potência ajustada deve ser utilizado em conjunto com o método das atividades do edifício.



Nota 1: O método do edifício completo, é empregável a 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. Neste caso, o método das atividades do edifício estabelece densidades de potência para as atividades principais e secundárias separadamente. O método da potência ajustada possibilita uma adaptação na densidade de potência limite para ambientes de dimensões reduzidas ou que tenham necessidades específicas de iluminação, oferecendo maior flexibilidade, embora resulte em mais tempo para o cálculo da classificação da edificação.

Nota 2: O método das atividades do edifício e o método da potência ajustada permitem a avaliação parcial da edificação, sendo indicados para o caso de edifícios de múltiplos proprietários em que se requer a etiqueta parcial do sistema de iluminação. Por meio destes métodos também é possível utilizar um valor adicional para a densidade de potência limite de certos ambientes para iluminação de destaque, bem como aplicar fatores de redução de potência instalada para ambientes que possuam controles do sistema de iluminação.

Para a obtenção da classe A de eficiência energética do sistema de iluminação, devem ser atendidos os requisitos explanados no item B.III.4.

Quando houver ambientes iluminados no subsolo, estes devem fazer parte da avaliação do sistema de iluminação de ambientes internos. Se estes ambientes atenderem a mais de uma edificação, deve-se dividir a área do subsolo entre as edificações atendidas por este.

No caso de blocos conectados por uma cobertura única, a iluminação da cobertura deve ser contabilizada na avaliação como área de circulação. Quando o sistema de iluminação de apenas um bloco for avaliado, a iluminação da cobertura única deve ser ponderada pela área dos blocos. No caso de apenas uma parcela de um 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.

Átrio, pátio ou jardim de inverno descobertos, permitindo a ventilação natural, configuram ambiente externo. A iluminação destas áreas não faz parte da avaliação do sistema de iluminação.

Átrio, pátio ou jardim de inverno cobertos configuram ambiente interno. A Iluminação destas áreas deve ser avaliada de acordo com a função do átrio, do pátio ou jardim de inverno.

B.III.1 Método do edifício completo

O método do edifício completo avalia de forma conjunta todos os ambientes da edificação e atribui um único valor limite para a avaliação do sistema de iluminação. Este método deve ser utilizado para edificações com até três atividades principais, ou para atividades que ocupem mais de 30% da área do edifício. Este método não se aplica às avaliações de parcelas da edificação que incluam apenas as áreas de uso comum.

A avaliação por meio do método do edifício completo deve seguir os seguintes passos:

Primeiro passo: identificar as atividades principais da edificação de acordo com a Tabela B.III.1, e a respectiva densidade de potência de iluminação limite para a condição de referência (DPI_{REF} , ou seja,



classe D) e a condição equivalente a classe A (DPI_A). Para edificações com atividades não listadas na Tabela B.III.1, deve-se adotar uma atividade equivalente.

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

Segundo passo: determinar a área iluminada (A_I) da edificação para cada uma das atividades;
Se houver apenas uma atividade principal, deve-se multiplicar a área iluminada (A_I) pela DPI_{LREF} , para encontrar a potência limite do edifício na condição de referência conforme a Equação B.III.1, que será equivalente à potência total instalada (PI_{TREF}). O mesmo procedimento deve ser realizado para a condição equivalente à classe A (PI_{TA}).

$$P_L = (A_I \cdot DPI_L) \quad \text{Equação B.III.1}$$

Onde:

P_L é a potência limite;

A_I é a área iluminada;

DPI_L é a densidade de potência limite.

Se houver duas ou três atividades principais, deve-se determinar a densidade de potência de iluminação limite (DPI_L) para cada atividade a partir da sua respectiva área iluminada. A potência limite para a edificação será a soma das potências limites para cada atividade do edifício (ver Equação B.III.2).

$$P_{LT} = \sum_n P_L \quad \text{Equação B.III.2}$$

Onde:

P_{LT} é a potência limite total;

P_L é a potência limite;

n é um número equivalente à quantidade de atividades da edificação.

Terceiro passo: a classe da edificação será determinada pelo valor da sua potência instalada total (PI_T), que deve ser menor que a potência limite da edificação de referência da classe imediatamente inferior, e maior que a da edificação de referência da próxima classe imediatamente superior, quando aplicável, conforme a Tabela B.III.1.



Tabela B.III.1. Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para a classe de eficiência pretendida – método do edifício completo

Função do edifício	DPI_L Classe A (W/m²)	DPI_L Classe B (W/m²)	DPI_L Classe C (W/m²)	DPI_L Classe D (W/m²)
Academia	7,0	9,3	11,5	13,8
Armazém	5,2	6,9	8,6	10,3
Biblioteca	8,4	11,7	15,1	18,4
Bombeiros	5,7	7,5	9,2	11,0
Centro de convenções	8,7	11,4	14,1	16,8
Cinema	8,9	10,3	11,6	12,9
Comércio	11,4	14,9	18,4	21,9
Correios	7,2	9,3	11,5	13,6
Venda e locação de veículos	7,6	9,4	11,1	12,8
Escola/universidade	8,7	11,0	13,2	15,5
Escritório	8,5	10,4	12,2	14,1
Estádio de esportes	9,4	10,3	11,3	12,2
Garagem – edifício garagem	1,6	2,4	3,1	3,9
Ginásio	7,3	10,1	12,9	15,7
Hospedagem, dormitório	6,6	7,6	8,6	9,6
Hospital	11,3	13,8	16,4	18,9
Hotel	8,1	10,6	13,2	15,7
Igreja/templo	10,1	12,2	14,3	16,4
Restaurante	8,4	10,2	12,1	13,9
Restaurante: Bar/lazer	10,7	12,3	13,9	15,5
Restaurante: <i>Fast-food</i>	8,5	10,4	12,2	14,1
Museu	11,4	13,1	14,8	16,5
Oficina	11,2	13,7	16,2	18,7
Penitenciária	8,6	10,8	12,9	15,1
Posto de saúde/clínica	8,8	10,4	12,0	13,6
Posto policial	8,6	10,7	12,8	14,9
Prefeitura – Instituição governamental	8,6	10,5	12,5	14,4
Teatro	12,7	15,7	18,8	21,8
Transportes	6,8	8,5	10,3	12,0
Tribunal	9,7	11,9	14,2	16,4



B.III.2 Método das atividades do edifício

O método das atividades do edifício avalia separadamente os ambientes da edificação ou áreas iluminadas de mesma atividade compostas de mais de um ambiente.

A avaliação por meio do método das atividades deve seguir os seguintes passos:

Primeiro passo: identificar as atividades dos ambientes da edificação ou áreas iluminadas de mesma atividade compostas de mais de um ambiente, de acordo com a Tabela B.III.2, e a respectiva densidade de potência de iluminação limite da condição de referência (DPI_{LR}). Para edificações com atividades não listadas na Tabela B.III.2, deve-se adotar uma atividade equivalente.

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

Segundo passo: determinar a área iluminada (A_I) da edificação para cada uma das atividades.

Terceiro passo: multiplicar a área iluminada (A_I) de cada uma das atividades pela DPI_L para encontrar a potência limite da atividade (P_L) conforme a Equação B.III.1, e somar todas as potências limite, conforme Equação B.III.2. Determinar a potência limite total para a condição de referência D , que será equivalente à potência total instalada (PI_{TREF}). O mesmo procedimento deve ser realizado para a condição equivalente à classe A (PI_{TA}).

Quarto passo: computar os sistemas de controle de iluminação, quando existentes.

Quinto passo: Aplicar os fatores de ajuste de potência (FAP, ver Tabela 5.23 e Equação 5.12 do item 5) aos circuitos controlados pelos mesmos apenas para a condição real, e calcular a potência instalada total da condição real (PI_T).

Sexto passo: a classe da edificação será determinada pelo valor da sua potência instalada total (PI_T), que deve ser menor que a potência limite da edificação de referência da classe imediatamente inferior, e maior que a da edificação de referência da próxima classe imediatamente superior, quando aplicável, conforme a Tabela B.III.2.

No caso de ambientes sem projeto luminotécnico, ou, sem a instalação do sistema de iluminação durante a inspeção em campo, a potência destes deverá ser calculada pela Equação B.III.3.

$$P_{ASP} = 1,5 \cdot P_{LD}$$

Equação B.III.3

Onde:

P_{ASP} é a potência de ambientes sem projeto luminotécnico, ou, sem sistema instalado no momento da inspeção em campo da edificação (W);

P_{LD} é a potência limite para a classe D (W).



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

Ambientes/Atividades	DPI_L Classe A (W/m ²)	DPI_L Classe B (W/m ²)	DPI_L Classe C (W/m ²)	DPI_L Classe D (W/m ²)
Armazém, atacado				
Material pequeno/leve	7,45	10,39	13,36	16,32
Material médio/volumoso	3,80	5,19	6,59	8,00
Átrio - por metro de altura				
até 12,20 m de altura	0,10 W/m	0,23 W/m	0,35 W/m	0,48 W/m
acima de 12,20 m de altura (4,30W/m ² somado à parcela ao lado)	0,07 W/m	0,15 W/m	0,24 W/m	0,32 W/m
Auditórios e anfiteatros				
Auditório	11,50	12,21	12,91	13,60
Centro de convenções	11,50	12,37	13,23	14,08
Cinema	12,25	13,17	14,07	14,97
Penitenciária	11,50	12,21	12,90	13,59
Teatro	21,85	28,54	35,23	41,92
Banco/escritório - área de atividades bancárias	10,00	14,62	19,23	23,84
Banheiros	9,15	10,68	12,20	13,73
Biblioteca				
Área de arquivamento	6,00	8,16	10,32	12,48
Área de leitura	8,85	11,22	13,61	16,00
Área de estantes	12,90	18,43	23,93	29,44
Casa de máquinas	4,65	6,29	7,94	9,60
Centro de convenções				
Espaço de exposições	9,50	14,65	19,80	24,96
Circulação	7,10	8,52	9,94	11,36
Comércio				
Área de vendas	13,15	18,41	23,68	28,96
Provador	5,40	9,03	12,67	16,32
Cozinhas	11,40	13,31	15,22	17,12
Depósitos	4,95	5,97	6,98	8,00
Dormitórios – alojamentos	6,65	7,94	9,20	10,47
Escadas	6,25	8,11	9,97	11,84
Escritório	10,00	13,02	16,03	19,04
Escritório – planta livre	8,70	11,41	14,11	16,80
Garagem	1,50	2,07	2,64	3,20



Tabela B.III.2. Continuação

Ambientes/Atividades	DPI _L	DPI _L	DPI _L	DPI _L
	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)
Ginásio/academia				
Área de ginástica	8,85	10,05	11,26	12,48
Arquibancada	7,00	9,00	11,00	13,00
Esportes de ringue	26,40	32,95	39,51	46,08
Quadra de esportes – classe 4 ^[1]	12,15	14,39	16,62	18,85
Quadra de esportes – classe 3 ^[2]	18,30	21,66	25,01	28,37
Quadra de esportes – classe 2 ^[3]	21,10	25,11	29,11	33,12
Quadra de esportes – classe 1 ^[4]	26,60	35,01	43,42	51,84
Hall de entrada				
Elevador	7,45	7,73	8,02	8,32
Cinemas	4,85	7,49	10,15	12,80
Hotel	11,40	11,87	12,34	12,80
Salas de espetáculos	18,30	19,03	19,76	20,50
Outros	10,80	11,21	11,64	12,07
Hospital				
Circulação	9,90	11,72	13,54	15,36
Emergência	18,10	25,01	31,95	38,88
Enfermaria	10,75	12,24	13,72	15,20
Exames simples	14,45	17,26	20,05	22,85
Exames/tratamento	18,10	21,60	25,12	28,64
Farmácia	14,40	16,17	17,93	19,68
Fisioterapia	9,05	11,25	13,47	15,68
Sala de espera, estar	8,40	11,73	15,06	18,40
Recuperação	11,10	14,01	16,92	19,84
Sala de enfermeiros	9,40	11,28	13,16	15,04
Sala de operação	23,35	26,40	29,44	32,48
Quarto de pacientes	6,65	8,02	9,37	10,72
Suprimentos médicos	5,80	11,18	16,55	21,92
Igreja, templo				
Assentos	16,50	19,80	23,10	26,40
Altar, coro	16,50	19,80	23,10	26,40
Sala de comunhão - nave	5,90	7,63	9,33	11,04
Laboratórios				
para salas de aula	12,90	14,05	15,19	16,32
médicos e pesquisa	15,60	20,81	26,00	31,20
Lavanderia	4,65	6,55	8,48	10,40



Tabela B.III.2. Continuação

Ambientes/Atividades	DPI_L Classe A	DPI_L Classe B	DPI_L Classe C	DPI_L Classe D
	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)	(W/m ²)
Museu				
Restauração	9,15	11,97	14,78	17,60
Sala de exibição	11,50	13,71	15,89	18,08
Oficina mecânica	7,05	7,89	8,75	9,60
Oficina – seminário, cursos	12,25	17,30	22,33	27,36
Quartos de hotel	8,30	9,86	11,43	13,00
Refeitório	6,80	10,65	14,53	18,40
Restaurante				
Salão	7,65	10,21	12,79	15,36
Lanchonete/café	6,80	8,25	9,73	11,20
Bar/lazer	10,00	11,37	12,72	14,08
Refeitório de penitenciária	10,35	13,77	17,22	20,66
Sala de Aula, treinamento	9,90	12,04	14,18	16,32
Sala de espera, convivência	7,55	8,23	8,91	9,60
Sala de reuniões, conferência, multiuso	11,50	14,03	16,53	19,04
Vestiário	5,15	7,77	10,36	12,96
Transportes				
Área de bagagem	4,85	7,23	9,61	12,00
Aeroporto – Pátio	3,35	4,31	5,27	6,24
Assentos - Espera	6,65	7,54	8,41	9,28
Terminal - bilheteria	10,00	12,86	15,71	18,56
Necessidades visuais especiais^[5]				
Área de refeição	21,55	28,71	35,88	43,06
Área de uso comum	19,35	23,57	27,76	31,96
Corredor	9,90	11,95	13,99	16,04
Hall de entrada	21,85	22,72	23,60	24,47
Banheiro	10,35	12,05	13,77	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.



B.III.3 Método da potência ajustada

No caso de ambientes com dimensões reduzidas, ou com necessidades especiais de iluminação, o requerente pode optar pelo uso do ajuste da potência limite. O método da potência ajustada só pode ser utilizado complementarmente ao método das atividades do edifício.

Este método pode ser utilizado nas seguintes situações:

- Em casos em que a iluminação decorativa direcional, complementar à iluminação geral, específica para ressaltar objetos de arte ou exposições, sendo que a iluminação adicional não deve ultrapassar 8,1 W/m² para cada espaço;
- Para equipamentos de iluminação instalados em áreas de vendas onde a iluminação foi projetada para o destaque de produtos. Neste caso deve ser considerado um adicional na potência limite de acordo com a Equação B.III.4.

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

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 móveis, roupas, cosméticos e obras de arte (m²);

A4 é a área do ambiente utilizado para venda de joias, bijuterias e porcelanas (m²).

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 luminárias específicas sendo vedada a sua aplicação em qualquer caso que não os supracitados.

No caso de ambientes com dimensões reduzidas, a adaptação da densidade de potência limite de acordo com a geometria do ambiente é determinada pelo Índice de Ambiente (K) ou pelo *Room Cavity Ratio* (RCR). Estes ambientes poderão ter um aumento de 20% na densidade de potência de iluminação limite (DP_{IL}). Este aumento de potência deverá ser utilizado apenas pelo ambiente para o qual o índice K ou o RCR foi avaliado. Os ambientes em que o aumento de potência não for aplicável devem adotar as potências limites do método das atividades do edifício.

A avaliação por meio do método da potência ajustada deve seguir os seguintes passos:

Primeiro passo: identificar as atividades dos ambientes onde se pretende aplicar o aumento do limite de potência de 20% de acordo com a Tabela B.III.3. A escolha dos ambientes é facultativa. Para edificações com atividades não listadas na Tabela B.III.3, deve-se adotar uma atividade equivalente.

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



Segundo passo: calcular índice de ambiente (K) a partir da Equação B.III.5, ou o *Room Cavity Ratio* (RCR) a partir da Equação B.III.6 para os ambientes selecionados. Os ambientes que possuem o índice de ambiente (K) inferior ao valor definido na Tabela B.III.3, ou Room Cavity Ratio (RCR) superior ao valor definido na Tabela B.III.3, devem utilizar os valores de densidade de potência de iluminação limite (DPI_L) desta tabela. Os demais ambientes devem adotar os valores de densidade de potência de iluminação limite (DPI_L) do método das atividades do edifício, conforme a Tabela B.III.2.

$$K = \frac{A_t + A_{pt}}{A_p} \quad \text{Equação B.III.5}$$

Onde:

K é o índice de ambiente (adimensional);
 A_t é a área de teto (m^2);
 A_{pt} é a área do plano de trabalho (m^2);
 A_p é a área de parede entre o plano iluminante e plano de trabalho (m^2);

$$RCR = \frac{2,5 \cdot H_p \cdot P}{A} \quad \text{Equação B.III.6}$$

Onde:

RCR é o *room cavity ratio*;
 H_p é a altura entre o plano iluminante e o plano de trabalho (m);
P é o perímetro do ambiente (m);
A é a área do ambiente (m^2).

Para o cálculo do índice K e do RCR, é necessário considerar o plano de trabalho de menor altura, caso mais restritivo (maior A_p ou H_p), quando existirem diferentes alturas entre planos de trabalho.

Terceiro passo: determinar a área iluminada (A_I) da edificação para cada uma das atividades.

Quarto passo: multiplicar a área iluminada (A_I) de cada uma das atividades pela respectiva DPI_L para encontrar a potência limite da atividade (P_L) conforme a Equação B.III.1, e somar todas as potências limite conforme Equação B.III.2. Determinar a potência limite total para a condição de referência D, que será equivalente à potência total instalada (PI_{TREF}). O mesmo procedimento deve ser realizado para a condição equivalente à classe A (PI_{TA}).

Quinto passo: computar os sistemas de controle de iluminação, quando existirem. Aplicar os fatores de ajuste de potência (FAP, ver Tabela 5.23 e Equação 5.12 do item 5) aos circuitos controlados pelos mesmos apenas para a condição real, e calcular a potência instalada total da condição real (PI_T). Somar PAP (potência adicional permitida) quando aplicável.

Sexto passo: comparar a potência instalada total da condição real e a potência limite total resultante da condição de referência, determinando a classe de eficiência do sistema de iluminação. A classe de eficiência da edificação será determinada pelo valor da sua potência instalada, que deve ser menor que a potência limite da edificação de referência da classe imediatamente inferior, e maior que a da



edificação de referência da classe imediatamente superior, quando aplicável, conforme a Tabela B.III.3.

Tabela B.III.3. Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para a classe de eficiência pretendida – método da potência ajustada

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI_L Classe A (W/m ²)	DPI_L Classe B (W/m ²)	DPI_L Classe C (W/m ²)	DPI_L Classe D (W/m ²)
	K	RCR				
Armazém, atacado						
Material pequeno/leve	0,8	6	8,94	12,47	16,03	19,58
Material médio/volumoso	1,2	4	4,56	6,22	7,91	9,60
Átrio - por metro de altura						
até 12,20 m de altura	-		0,12 W/m	0,27 W/m	0,42 W/m	0,58 W/m
acima de 12,20 m de altura (4,30W/m ² somado à parcela ao lado)	-		0,08 W/m	0,18 W/m	0,28 W/m	0,38 W/m
Auditórios e anfiteatros						
Auditório	0,8	6	13,80	14,66	15,49	16,32
Centro de convenções	1,2	4	13,80	14,85	15,87	16,90
Cinema	1,2	4	14,70	15,80	16,88	17,96
Penitenciária	1,2	4	13,80	14,65	15,48	16,31
Teatro	0,6	8	26,22	34,25	42,28	50,30
Banco/escritório - Área de atividades bancárias	0,8	6	12,00	17,54	23,08	28,61
Banheiros	0,6	8	10,98	12,81	14,64	16,47
Biblioteca						
Área de arquivamento	1,2	4	7,20	9,79	12,38	14,98
Área de leitura	1,2	4	10,62	13,46	16,33	19,20
Área de estantes	1,2	4	15,48	22,11	28,72	35,33
Casa de máquinas	0,8	6	5,58	7,54	9,53	11,52
Centro de convenções – Espaço de exposições	1,2	6	11,34	17,56	23,76	29,95
Circulação	< 2,4 m largura		8,52	10,22	11,93	13,63
Comércio						
Área de vendas	0,8	6	15,78	22,09	28,42	34,75
Provador	0,6	8	6,48	10,83	15,21	19,58
Cozinhas	0,8	6	13,68	15,98	18,26	20,54
Depósitos	0,8	6	5,94	7,16	8,38	9,60
Dormitórios – alojamentos	0,6	8	7,98	9,52	11,05	12,57
Escadas	0,6	10	7,50	9,73	11,97	14,21
Escritório	0,6	8	12,00	15,62	19,24	22,85
Escritório – planta livre	1,2	4	10,44	13,70	16,93	20,16
Garagem	1,2	4	1,80	2,49	3,16	3,84



Tabela B.III.3. Continuação

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI _L Classe A (W/m ²)	DPI _L Classe B (W/m ²)	DPI _L Classe C (W/m ²)	DPI _L Classe D (W/m ²)
	K	RCR				
Ginásio/academia						
Área de ginástica	1,2	4	10,62	12,06	13,52	14,98
Arquibancada	1,2	4	8,40	10,80	13,20	15,60
Esportes de ringue	1,2	4	31,68	39,54	47,42	55,30
Quadra de esportes – classe 4 ^[1]	1,2	4	14,58	17,27	19,94	22,62
Quadra de esportes – classe 3 ^[2]	1,2	4	21,96	25,99	30,01	34,04
Quadra de esportes – classe 2 ^[3]	1,2	4	25,32	30,13	34,94	39,74
Quadra de esportes – classe 1 ^[4]	1,2	4	31,92	42,01	52,11	62,21
Hall de Entrada						
Elevador	0,8	6	8,94	9,27	9,63	9,99
Cinemas	1,2	4	5,82	8,99	12,18	15,36
Hotel	1,2	4	13,68	14,25	14,80	15,36
Salas de espetáculos	0,8	6	21,96	22,84	23,72	24,60
Outros	1,2	4	12,96	13,45	13,97	14,49
Hospital						
Circulação	<2,4m largura		11,88	14,06	16,25	18,43
Emergência	0,8	6	21,72	30,02	38,34	46,66
Enfermaria	0,8	6	12,90	14,69	16,46	18,24
Exames simples	0,8	6	17,34	20,71	24,06	27,42
Exames/tratamento	0,6	8	21,72	25,92	30,14	34,37
Farmácia	0,8	6	17,28	19,41	21,51	23,62
Fisioterapia	0,8	6	10,86	13,50	16,16	18,82
Sala de espera, estar	0,8	6	10,08	14,07	18,08	22,08
Recuperação	0,8	6	13,32	16,81	20,31	23,81
Sala de enfermeiros	0,8	6	11,28	13,54	15,79	18,05
Sala de operação	0,8	6	23,35	26,39	29,44	32,48
Quarto de pacientes	0,8	6	7,98	9,62	11,24	12,86
Suprimentos médicos	0,8	6	6,96	13,42	19,86	26,30
Igreja, templo						
Assentos	1,2	4	19,80	23,76	27,72	31,68
Altar, coro	1,2	4	19,80	23,76	27,72	31,68
Sala de comunhão - nave	1,2	4	7,08	9,15	11,20	13,25
Laboratórios						
para salas de aula	0,8	6	15,48	16,86	18,22	19,58
Médico/Ind./Pesq.	0,8	6	18,72	24,97	31,20	37,44



Tabela B.III.3. Continuação

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI _L Classe A (W/m ²)	DPI _L Classe B (W/m ²)	DPI _L Classe C (W/m ²)	DPI _L Classe D (W/m ²)
	K	RCR				
Lavanderia	1,2	4	5,58	7,86	10,17	12,48
Museu						
Restauração	0,8	6	10,98	14,36	17,74	21,12
Sala de exibição	0,8	6	13,80	16,45	19,07	21,70
Oficina mecânica	1,2	4	8,46	9,47	10,50	11,52
Oficina – seminário, cursos	0,8	6	14,70	20,76	26,80	32,83
Quartos de hotel	0,8	6	9,96	11,83	13,72	15,60
Refeitório	0,8	6	8,16	12,78	17,43	22,08
Restaurante						
Salão	1,2	4	9,18	12,26	15,34	18,43
Lanchonete/café	1,2	4	8,16	9,90	11,67	13,44
Bar/lazer	1,2	4	12,00	13,64	15,27	16,90
Penitenciária	0,8	6	12,42	16,53	20,66	24,79
Sala de aula, treinamento	1,2	4	11,88	14,45	17,02	19,58
Sala de espera, convivência	1,2	4	9,06	9,87	10,70	11,52
Sala de reuniões, conferência, multiuso	0,8	6	13,80	16,83	19,84	22,85
Vestiário	0,8	6	6,18	9,32	12,44	15,55
Transportes						
Área de bagagem	1,2	4	5,82	8,67	11,54	14,40
Aeroporto – pátio	1,2	4	4,02	5,17	6,33	7,49
Assentos - espera	1,2	4	7,98	9,05	10,09	11,14
Terminal - bilheteria	1,2	4	12,00	15,43	18,85	22,27
Necessidades visuais especiais^[5]						
Área de refeição	1,2	4	25,86	34,45	43,06	51,67
Área de uso comum	0,8	6	23,22	28,28	33,32	38,35
Corredor	< 2,4m largura		11,88	14,34	16,79	19,25
Hall de entrada	1,2	4	26,22	27,27	28,32	29,37
Banheiro	0,6	8	12,42	14,46	16,53	18,59

^[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.



B.III.4 Requisitos para a classe A de eficiência energética do sistema de iluminação

Para a obtenção da classe A de iluminação, os requisitos descritos nos itens B.III.4.1 a B.III.4.3 devem ser atendidos quando aplicáveis, em pelo menos 80% os ambientes da edificação. Para a obtenção da classe A, os requisitos a seguir devem ser atendidos mesmo que se opte por não computar a economia gerada pelo uso de dispositivos de controle de iluminação.

B.III.4.1 Divisão dos comandos de iluminação

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 controle manual deve ser facilmente acessível e localizado de tal forma que seja possível ver todo o sistema de iluminação que está sendo controlado. Por questões de segurança, ambientes de uso público poderão ter o controle manual em local de acesso a funcionários.

Caso não seja possível visualizar todo o ambiente iluminado, é necessário informar ao usuário, através de uma representação gráfica da sala, qual a área abrangida pelo controle manual.

Para ambientes com área superior a 250 m², cada dispositivo de controle instalado deve controlar:

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

A seguinte exceção deve ser considerada: circulações ou saguões maiores que 1000 m² que necessitem de outra configuração de controle de forma a possibilitar a visualização do espaço a fim de garantir a segurança do usuário. Áreas de permanência transitória (APT) e garagens também estão dispensadas de apresentar a divisão dos comandos de iluminação. Áreas de uso comum de edifícios que possuam sistema de automação. Acessos de emergência, bem como espaços regidos por normativas, como do corpo de bombeiros, devem considerar preferencialmente o requerido por estas quanto ao controle do sistema de iluminação.

B.III.4.2 Contribuição da luz natural

Ambientes com aberturas voltadas para o ambiente externo ou para 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, de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível.

Nota: Considerar a seguinte exceção: unidades de edifícios de meios de hospedagem, auditórios, salas de aula, iluminação decorativa e garagens que possuam sensores de presença.

B.III.4.3 Desligamento automático do sistema de iluminação

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

- a) Um sistema automático com desligamento da iluminação em um horário pré-determinado. Deverá existir uma programação independente para um limite de área de até 2.500 m²; 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.

Devem ser consideradas exceções:

- a) Ambientes que funcionam durante 24h00;
- b) Ambientes onde existe tratamento e/ou repouso de pacientes;
- c) Ambientes onde o desligamento automático da iluminação pode comprovadamente oferecer riscos à integridade física dos usuários.



ANEXO B.IV – AQUECIMENTO DE ÁGUA

Escopo: esta seção descreve os procedimentos para avaliação do desempenho energético do sistema de aquecimento de água da edificação e determinação de seu consumo de energia.

O consumo de energia necessário para o aquecimento de água em edificações comerciais deve ser obtido a partir de três parcelas principais do sistema de aquecimento de água, descritas nas alíneas “a”, “b”, “c” e do rendimento do equipamento aquecedor de água – alínea “d”, conforme descrito 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.1 Energia requerida para atendimento da demanda de água quente (EAA)

A energia requerida para atendimento da demanda de água quente (E_{AA}) depende do volume de armazenamento e da temperatura da água (Equação B.IV.1)

$$E_{AA} = 1,162 \cdot V_{dia} \cdot (\theta_{A,uso,armaz} - \theta_{A,0}) \quad \text{Equação B.IV.1}$$

Onde:

E_{AA} é a energia consumida no atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia);

V_{dia} é o volume diário de consumo de água quente (m³/dia);

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

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

Para sistemas sem armazenamento de água quente, deve-se adotar no mínimo 40°C como o valor da temperatura de uso ($\theta_{A,uso}$) para as regiões sul, sudeste e centro-oeste do Brasil. Para as regiões norte e nordeste adota-se o valor de 38°C. Para sistemas com armazenamento de água quente, deve-se adotar, no mínimo, 60°C como temperatura de armazenamento ($\theta_{A,armaz}$) para todas as regiões do Brasil.

Para a temperatura de água fria, deve-se adotar a média anual da temperatura ambiente da cidade onde está localizada a edificação, menos o valor de 2°C. A média anual da temperatura ambiente das



idades é obtida por meio da tabela de temperaturas do ar externo para as diferentes cidades brasileiras, disponível no sítio (disponível em: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx). Na ausência de informações da cidade onde está localizada a edificação, deve-se adotar a cidade mais próxima.

O volume diário de água quente deve ser calculado por meio da Equação B.IV.2. O volume diário do consumo de água quente 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.

$$V_{dia} = \sum V_{dia,f} \cdot f \quad \text{Equação B.IV.2}$$

Onde:

V_{dia} é o volume diário de consumo de água quente (L/dia) (adotar Tabela B.IV.1);

$V_{dia,f}$ é o volume diário de consumo de água quente por pessoa;

f é em função do número de pessoas ou leito ou refeição ou ponto de banho.

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
Edificações hospitalares	
Hospital sem lavanderia (L/dia/leito)	50
Hospital com lavanderia (L/dia/leito)	80
Clínica / Casa repouso (L/dia/leito)	120
Edificações de alimentação	
Restaurante tradicional (L/dia/refeição)	10
Tipologia	
Restaurante <i>self-service</i> (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.



B.IV.2 Energia para aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor ou energia solar térmica (E_{AA,rec_sol})

Do consumo de energia para aquecimento da demanda de água quente devem ser descontadas, quando existentes, a energia para 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.3.

$$E_{AA,rec_sol} = E_{AA,rec} + E_{AA,sol} \quad \text{Equação B.IV.3}$$

Onde:

E_{AA,rec_sol} é a energia para 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 aquecimento de água proveniente de sistemas que recuperam calor, quando existentes na edificação real, conforme item B.IV.1.2 (kWh/dia);

$E_{AA,sol}$ é parcela de energia para aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico, quando existentes na edificação real, calculada conforme o item B. IV.1.7 (kWh/dia).

No caso de coexistirem sistemas elétricos ou 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.1.2 Energia para 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 ($E_{AA,rec}$).

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: assim como para todas as informações fornecidas para submissão da edificação à etiquetagem PBE Edifica, as comprovações exigidas para emprego de sistemas de recuperadores de calor são expressas no RAC.

B.IV.1.3 Energia solar mensal incidente sobre a superfície dos coletores

Na Equação B.IV.4 é descrito o cálculo da radiação solar mensal incidente sobre a superfície inclinada dos coletores ($EI_{mês}$).

$$EI_{mês,i} = H_{dia} \cdot N_i \quad \text{Equação B.IV.4}$$

Onde:

$EI_{mês,i}$ é a média anual da energia solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores (kWh/(m².mês));



H_{dia} é a radiação solar incidente no plano inclinado ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{dia})$), obtida por meio dos valores encontrados em mapas solarimétricos e a variável em função do local de instalação. Estes valores são disponibilizados no sítio eletrônico do CRESESB ou no *software* Radiasol para latitude e longitude do local;

N_i é o número de dias do mês “ i ”.

B.IV.1.4 Energia solar mensal absorvida pelos coletores

Na Equação B.IV.5 é descrito o cálculo da energia solar mensal absorvida pelos coletores ($E_{SAmês}$).

$$E_{SAmês,i} = S_c \cdot F'_R(\tau\alpha) \cdot EI_{mês,i} \quad \text{Equação B.IV.5}$$

Onde:

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

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

$EI_{mês,i}$ é a energia solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês “ i ” ($\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{mês})$);

$F'_R(\tau\alpha)$ é o fator adimensional, calculado por meio da Equação B.IV.6.

$$F'_R(\tau\alpha) = F_R(\tau\alpha)_n \cdot \left[\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] \cdot \frac{F'_R}{F_R} \quad \text{Equação B.IV.6}$$

Onde:

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

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

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

B.IV.1.5 Energia solar não aproveitada pelos coletores

Na Equação B.IV.7 é descrito o cálculo da energia solar mensal não aproveitada pelos coletores ($EP_{mês,i}$).

$$EP_{mês,i} = S_c \cdot F'_R U_L \cdot (100 - T_{AMB,i}) \cdot \Delta T_i \cdot K_1 \cdot K_{2,i} \quad \text{Equação B.IV.7}$$

Onde:

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

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

$F'_R U_L$ é o fator, em $\text{kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, calculado pela Equação B.IV.8;

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

ΔT_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.9;

$K_{2,i}$ é o fator de correção para o sistema de aquecimento solar que relaciona as diferentes temperaturas no mês “ i ”, calculado pela Equação B.IV.10;



$$F'_{R}U_{L} = F_{R}U_{L} \cdot \frac{F'_{R}}{F_{R}} \cdot 10^{-3} \quad \text{Equação B.IV.8}$$

Onde:

$F_{R}U_{L}$ é o coeficiente global de perdas do coletor, obtido nas tabelas do PBE para coletores solares ($W/(m^2.K)$);

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

$$K_1 = \left[\frac{V}{75 \cdot S_c} \right]^{-0,25} \quad \text{Equação B.IV.9}$$

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).

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18 T_{AC} + 3,86 T_{AF,i} - 2,32 T_{AMB,i})}{(100 - T_{AMB,i})} \quad \text{Equação B.IV.10}$$

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.1.6 Fração solar mensal (f)

Na Equação B.IV.11 é descrito o cálculo da fração solar mensal a partir dos valores de D_1 e D_2 .

$$f_i = 1,029D_{1,i} - 0,065D_{2,i} - 0,245(D_{1,i})^2 + 0,0018(D_{2,i})^2 + 0,0215(D_{1,i})^3 \quad \text{Equação B.IV.11}$$

Onde:

f_i é a fração solar mensal (adimensional);

$D_{1,i}$ é o parâmetro do mês “i” calculado conforme Equação B.IV.12;

$D_{2,i}$ é o parâmetro do mês “i” calculado conforme Equação B.IV.13.

$$D_{1,i} = \frac{E_{SAmês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação B.IV.12}$$



Onde:

$E_{SAmês,i}$ é a energia solar mensal absorvida pelos coletores (kWh/mês), obtida na Equação B.IV.5;

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 4.6 do texto principal.

$$D_{2,i} = \frac{EP_{mês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação B.IV.13}$$

Onde:

$EP_{mês,i}$ é a energia solar mensal não aproveitada pelos coletores (kWh/mês), obtida pela Equação B.IV.5;

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 4.6 do texto principal.

B.IV.1.7 Energia para aquecimento solar de água ($E_{AA,sol}$)

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 é calculada pela Equação B.IV.14.

$$E_{AA,sol} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (f_i \cdot E_{AA} \cdot N_i)}{365} \quad \text{Equação B.IV.14}$$

Onde:

f_i é a fração solar mensal;

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 4.6 do texto principal.

B.IV.2 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, descritos a seguir.

B.IV.2.1 Perdas térmicas na tubulação provenientes do sistema de distribuição

Sistemas de aquecimento individuais, instalados no ponto de utilização, servindo um único ponto, não possuem perdas provenientes do sistema de distribuição. Aquecedores de passagem a gás 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.15 é utilizada para cálculo das perdas térmicas relativas à tubulação do sistema de distribuição de água quente.



$$E_{A,per,tub} = \lambda_{per,dist} \cdot F_{per,tub} \cdot L_{tub}$$

Equação B.IV.15

Onde:

$E_{A,per,tub}$ é a perda térmica na tubulação do sistema de distribuição de água quente, sem recirculação (kWh/dia);
 $\lambda_{per,dist}$ é o fator de horas de perdas na tubulação de distribuição de água quente ($\lambda_{per,dist} = 2,083 \cdot V_{dia}$) (h/dia);
 V_{dia} é o volume diário de consumo de água quente (m³/dia); $F_{per,tub}$ é o fator de perdas térmicas por metro de tubulação (kWh/dia/m), conforme a Tabela B.IV.2;
 L_{tub} é o comprimento da tubulação (m).

A Tabela B.IV.2 apresenta os fatores de perda térmica em função do diâmetro da tubulação do sistema de aquecimento de água para diferentes níveis de espessura de isolamento térmico.

Tabela B.IV.2 Fatores de perda em função de comprimento da tubulação

Diâmetro nominal da tubulação (mm)	Diâmetro de referência (polegadas)	Espessura do isolamento térmico (mm)							
		0 (M)	0 (P)	5 (Ref)	10	13	19	22	25
Fator de perda (kWh/dia/m)									
15	½	677	0,2079	0,0092	0,0056	0,0043	0,0037	0,0034	0,0032
22	¾	833	0,2155	0,0116	0,0069	0,0052	0,0044	0,0041	0,0038
28	1	1067	0,2191	0,0141	0,0082	0,0061	0,0052	0,0047	0,0044
35	1 ¼	1145	0,2142	0,0169	0,0097	0,0072	0,0061	0,0055	0,0050
42	1 ½	1203	0,2155	0,0199	0,0114	0,0083	0,0070	0,0063	0,0058
54	2	1379	0,2153	0,0243	0,0138	0,0100	0,0084	0,0075	0,0068
73	2 ½	1535	0,2190	0,0291	0,0165	0,0119	0,0099	0,0088	0,0080
89	3	1523	0,2178	0,0337	0,0192	0,0138	0,0114	0,0102	0,0092
114	4	2017	0,2183	0,0408	0,0232	0,0167	0,0137	0,0122	0,0110

NOTA: (M) corresponde a tubulação metálica não-isolada termicamente, (P) corresponde a tubulação polimérica não-isolada termicamente e (Ref) indica a condição de referência. Os valores referentes às tubulações com isolamento térmico independem do material da tubulação.

Nota 2: caso o diâmetro da tubulação não esteja especificado na tabela acima, adotar o valor mais próximo.

B.IV.2.2 Perdas térmicas no sistema de recirculação

A Equação B.IV.16 deve ser utilizada para cálculo das perdas relativas ao sistema de recirculação.

$$E_{A,per,recirc} = \lambda_{per,recirc} \cdot F_{per,recirc} \cdot L_{recirc}$$

Equação B.IV.16

Onde:

$E_{A,per,recirc}$ é a perda térmica relativa ao sistema de recirculação de água quente (kWh/dia);
 $\lambda_{per,recirc}$ é o fator de horas de perdas na tubulação de recirculação de água quente ($\lambda_{per,recirc} = 24$) (h/dia);
 $F_{per,recirc}$ é o fator de perdas térmicas por metro de tubulação do sistema de recirculação, conforme a Tabela B.IV.1;



L_{recirc} é o comprimento da tubulação do sistema de recirculação (m).

No caso da existência de automação no sistema de recirculação provenientes dos tipos descritos no item B.IV.2, a perda térmica deve ser desconsiderada.

B.IV.2.3 Perdas térmicas do reservatório de água quente

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

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.17.

$$E_{A,res} = \frac{(\theta_{A,res,med} - \theta_{amb,med})}{\Delta\theta_{A,res,sby}} \cdot E_{A,res,sby} \quad \text{Equação B.IV.17}$$

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
≥ 1000	5,331

Nota: Para dimensões não especificadas nesta tabela, deve-se dividir a perda do reservatório de volume imediatamente inferior pelo respectivo volume tabelado, e multiplicar o resultado pelo volume do reservatório procurado.

Para reservatórios térmicos de sistemas solares de aquecimento de água etiquetados pelo Inmetro, deve-se considerar a perda específica térmica descrita na tabela do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE)¹, em kWh/dia.

B.IV.2.4. Eficiência dos equipamentos aquecedores de água

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

Quando o sistema de aquecimento é composto por mais de um aquecedor, a contribuição de cada aquecedor é calculada por meio da média ponderada da eficiência dos aquecedores pelas potências nominais de cada aquecedor.

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

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

O rendimento (r_{aq}) do aparelho de aquecimento de água deve ser obtido por meio de informações oficiais do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) do INMETRO, sempre que possível. Na ausência de valores de eficiência, pode-se adotar o valor de eficiência disponibilizados na Tabela B.IV.4.

¹ Disponível em: www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/coletores-solares.asp.



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 (<i>boiler</i>)	85
Aquecedor de passagem de um único ponto de consumo	70
Aquecedor de passagem de múltiplos pontos de consumo	65
Sistema de aquecimento elétrico de um único ponto de consumo (chuveiro elétrico)	95
Aquecedor de acumulação a gás	65
Aquecedor de acumulação a combustível sólido (lenha)	55
Bomba de calor elétrica para aquecimento exclusivo de água	*

* a eficiência da bomba de calor deve ser informada pelo fabricante.

B.IV.3 Requisitos para obtenção da classe A em eficiência energética do sistema de aquecimento de água

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

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

B.IV.3.1 Automação do sistema de recirculação

Quando existente, o circuito de recirculação de água deve possuir um dispositivo de controle automático para 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.

B.IV.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. Devem possuir isolamento térmico com espessura mínima e condutividade térmica determinadas na Tabela B.IV.5.



Tabela B.IV.5 Espessura mínima e condutividade térmica de isolamento de tubulações
para condução de água quente

Condutividade térmica (W/mK)	Espessura mínima (mm)
$\leq 0,040$	13

B.IV.3.3 Reservatório de água quente

Quando existente, os reservatórios de água quente devem obedecer aos limites de perda específica de energia mensal máxima, descritos na Tabela B.IV.2.

B.IV.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.



ANEXO C – MÉTODO DE SIMULAÇÃO

Escopo: este anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para a avaliação da classe de eficiência energética de edificações comerciais, de serviço e públicas. O método de simulação aplica-se às edificações que não atendem aos critérios de limites definidos na Tabela 4.1 do item 4, e para edificações com formas complexas e que possuam soluções de desempenho inovadoras. A partir das simulações, é obtido o consumo final por uso dos sistemas individuais em energia elétrica e térmica. Os resultados devem ser utilizados para calcular o consumo de energia primária (CEP) da condição real e condição de referência, conforme a Equação 5.1 relativa ao item 5 do texto principal, e posterior identificação da classe de eficiência energética.

C.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 8760 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) permitir a modelagem de multi-zonas térmicas;
- g) ter capacidade de simular os efeitos das estratégias bioclimáticas adotadas no projeto;
- h) caso a edificação proposta utilize sistema de condicionamento de ar, o programa deve permitir modelar todos os sistemas de condicionamento de ar utilizados na edificação;
- i) determinar a capacidade solicitada pelo sistema de condicionamento de ar;
- j) calcular as horas não atendidas pelo sistema de condicionamento de ar;
- k) calcular as curvas de desempenho de carga parcial para o sistema de condicionamento de ar;
- l) calcular as curvas de correção de capacidade e eficiência para o sistema de aquecimento e resfriamento;
- m) caso a edificação proposta utilize ventilação natural, o programa deve permitir modelar todos os dados de entrada referente ao funcionamento da ventilação natural na edificação;
- n) produzir relatórios horários do uso final de energia.

C.2. Arquivo climático

O arquivo climático utilizado deve possuir, no mínimo, as seguintes características:

- a) fornecer valores horários para todos os parâmetros relevantes requeridos pelo programa de simulação computacional, tais como temperatura e umidade, direção e velocidade do vento e radiação solar;
- b) os dados climáticos devem ser representativos da zona bioclimática 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;
- c) devem ser utilizados arquivos climáticos com formato INMET publicados no endereço: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/inmet2016>. Caso contrário o arquivo climático deve ser aprovado pelo laboratório de referência.



C.3. Procedimento para a simulação

No método de simulação, assim como no simplificado, 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 no Anexo A. Para tanto, deve-se elaborar um modelo representando a edificação real e um modelo representando a condição de referência.

C.4. Método para a modelagem da envoltória e sistemas

Para a classificação do edifício completo pelo método de simulação, devem ser atendidos os itens C.1, C.2, e C.3 do Anexo C. Para a classificação visando às etiquetas parciais, o modelo do edifício real deve conter as alterações listadas abaixo:

- etiqueta parcial da envoltória: simular com as características do sistema de iluminação, do sistema de condicionamento de ar especificado para a condição de referência;
- etiquetas parciais da envoltória e do sistema de iluminação: simular com as características do sistema de condicionamento de ar especificado para a condição de referência;
- etiquetas parciais da envoltória e do sistema e condicionamento de ar: simular com as características do sistema de iluminação especificado para a condição de referência.

Para os casos de edifícios sem projeto de sistema de iluminação, devem ser utilizados os valores de densidade de potência de iluminação do método do edifício completo de acordo com o tipo de funcionamento da edificação, descritos nas tabelas do Anexo A.

Para os casos de edifícios sem projeto de sistema de condicionamento de ar, devem ser utilizados os sistemas e suas características de acordo com os itens especificados na Tabela C.1, Tabela C.2 e Tabela C.3 do Anexo C.

Tabela C.1. Tipo de sistema de condicionamento de ar para o Modelo do Edifício de Referência

Área condicionada na edificação	Tipo do sistema
Área < 11.000 m ²	Expansão direta, <i>split</i> , condensação à ar
Área ≥ 11.000 m ²	Água gelada com caixas VAV, condensação à água

Tabela C.2. Características gerais do sistema a ser modelado

Características	Descrição
Capacidade do sistema	Dimensionar o sistema do modelo virtual para que no máximo 10% das horas não sejam atendidas.
Temperatura de insuflamento	Considerar temperatura de insuflamento com 11°C de diferença para a temperatura de controle do ar (<i>setpoint</i>) da zona térmica.
Vazão de ar externo	Adotar as taxas de renovação de ar indicadas na NBR 16401-3, conforme o tipo de atividade de cada zona térmica. Considerar o ar externo admitido diretamente nas salas de máquinas do sistema de insuflamento, ou seja, desconsiderar potência elétrica para ventilação de ar externo e exaustão de ar interno.
Eficiência do sistema	Adotar a classe de eficiência A para todos os equipamentos do sistema
Capacidade do sistema	A capacidade do sistema deve ser superdimensionada no máximo. Adotar 15% para resfriamento e 25% para aquecimento



Tabela C.3. Características específicas em função do tipo de sistema de condicionamento a ser modelado

Sistema de condicionamento de ar	Características	Descrição
Expansão direta, split, condensação a ar	Quantidade de sistemas de condicionamento de ar	Definir um sistema para cada zona térmica.
	Potência de ventilação	Modelar a potência de ventilação independente do COP. Considerar ventiladores com pressão estática total de 250 Pa e eficiência de 65%. Manter a vazão de ar constante.
Água gelada com caixas VAV, condensação à água	Potência de ventilação	Considerar <i>fan-coils</i> com pressão estática total de 600 Pa e eficiência de 65%. Manter a vazão de ar variável por meio de caixa VAV em cada zona térmica. Adotar potência do ventilador do <i>fan-coil</i> variável conforme a equação: $P_{fan} = 0,0013 + 0,1470 \times PLR_{fan} + 0,9506 \times (PLR_{fan})^2 - 0,0998 \times (PLR_{fan})^3$ Onde: P_{fan} = fator de ajuste de potência do ventilador em carga parcial. PLR_{fan} = fator de carga parcial (igual a vazão de ar atual/vazão de ar de projeto).
	Tipo e quantidade de <i>chillers</i>	Definir a quantidade e tipo de <i>chillers</i> conforme a carga térmica total estimada para a edificação: a) Carga térmica ≤ 1055 kW: 1 <i>chiller</i> parafuso. b) Carga térmica > 1055 kW e ≤ 2110 kW: 2 <i>chillers</i> parafuso de mesma capacidade. c) Carga térmica > 2110 kW: 2 <i>chillers</i> centrífugos no mínimo, adicionando novas unidades quando necessário, desde que a capacidade unitária não ultrapasse 2318 kW.
	Temperatura de controle da água gelada	Considerar água gelada fornecida a 6,7°C, com retorno a 13°C.
	Torres de resfriamento	Modelar uma torre de resfriamento com ventilador axial de duas velocidades. Manter a temperatura de saída da água de condensação a 29,4°C e entrada a 35°C.



Tabela C.3. Continuação

Sistema de condicionamento de ar	Características	Descrição
	Bombas de água gelada	Modelar circuito primário de vazão constante e secundário variável, com potência total de 140 W.s/L e 210 W.s/L, respectivamente. Modelar uma bomba para cada <i>chiller</i> , operando apenas quando o <i>chiller</i> correspondente estiver em funcionamento.
	Bombas de água de condensação	Considerar potência total de 300 W.s/L. Modelar uma bomba para cada <i>chiller</i> , operando apenas quando o <i>chiller</i> correspondente estiver em funcionamento.

C.5. Características em comum para o modelo do edifício real e o modelo do edifício de referência D

- Mesmo programa de simulação;
- mesma versão do programa de simulação;
- mesmo arquivo climático;
- mesma geometria;
- mesma condição de contato com o solo do pavimento inferior;
- mesma orientação com relação ao Norte Geográfico;
- mesma modelagem, número de pavimento e divisão de zonas térmicas;
- mesmas considerações de carga interna em cada zona térmica;
- mesma condição de troca de calor para os elementos construtivos;
- mesma área total de piso condicionada;
- mesmo padrão de uso e operação dos sistemas; o padrão de uso deve ser de acordo com o uso e ocupação real do edifício;
- mesmo valor de DCI em equipamentos;
- mesmo padrão de uso de pessoas, com o mesmo valor de calor dissipado por pessoa;
- mesmo tipo de sistema de condicionamento de ar. Entretanto, para a condição de referência deve-se utilizar o COP estabelecido no item Anexo B.II – Sistema de condicionamento de ar;
- mesmo *setpoint* de resfriamento e aquecimento, inclusive quando utilizar a carga térmica ideal;
- mesma taxa de renovação de ar para o sistema de condicionamento de ar;
- mesmo valor da taxa de infiltração de ar;
- mesmo valor de PAZ (percentual de abertura zenital) caso a condição real apresente $PAZ \leq 3\%$. Caso contrário, deve-se utilizar o valor de PAZ conforme estabelecido em projeto para a condição real, e o valor de PAZ de 3% para a condição de referência.

Nota 1: os valores de fator solar para o PAZ devem ser estabelecidos conforme descrito no item Anexo B.I – Envoltória.

C.6. Condição real

O modelo que representa o edifício real deve seguir as características descritas logo a seguir.



- 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_T , absorvância térmica de paredes e coberturas, AVS, AHS, sistemas e suas respectivas características);
- b) no caso do edifício real possuir diferentes sistemas de condicionamento de ar, todos os diferentes sistemas existentes de cada zona térmica devem ser representados;
- c) considerar o COP do sistema de condicionamento de ar estabelecido em projeto;
- d) utilizar a densidade de potência de iluminação do projeto proposto;
- e) o uso de iluminação natural pode fazer parte do método de simulação (uso opcional) e, quando usado, deve ser incluído somente no modelo do edifício real de acordo com o item C.9;
- f) considerar os dispositivos de sombreamento quando os mesmos estiverem acoplados no edifício proposto;
- g) o sombreamento proveniente do entorno pode fazer parte do método de simulação (uso opcional quando avaliado apenas o desempenho térmico e obrigatório quando avaliada a iluminação natural) e, quando usado, deve ser incluído 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 de acordo com o item C.8;
- i) adotar as características dos dados de entrada da ventilação natural de acordo com o projeto proposto;
- j) considerar as iniciativas (uso opcional) que aumentem o nível de eficiência da edificação.

Nota 1: *deve-se encaminhar documentação comprobatória referente ao sombreamento do entorno.*

Nota 2: *deve-se encaminhar documentação comprobatória referente a justificativa e a comprovação da economia gerada com a utilização da iniciativa visando o aumento da eficiência da edificação.*

C.7. Condição de referência

As condições de referência devem ser agrupadas por tipologias e têm as suas características apresentadas nas tabelas do Anexo A.

O modelo que representa a condição de referência deve ser simulado, considerando que as características da envoltória, os valores de fator solar e transmitância térmica de elementos opacos devem estar de acordo com as tabelas do Anexo A.

Devem ser utilizados os componentes construtivos e suas respectivas características apresentada nas Tabelas A.09 do Anexo A para os diferentes limites de transmitância térmica em coberturas e paredes externas.

A densidade de potência de iluminação deve ser modelada dentro dos limites estabelecidos pela condição de referência, de acordo com o método simplificado descrito no item B.III do Anexo B, em função do tipo de atividades exercidas na edificação.



Deve-se adotar o mesmo sistema de condicionamento de ar proposto no modelo do edifício real, sendo que a eficiência do sistema deve estar de acordo com as tabelas do item Anexo C.III do Anexo C. O sistema deve ter capacidade para atender à carga térmica da condição de referência.

O número máximo de horas não atendidas nos modelos (tanto real quanto de referência) é de 10% das horas de funcionamento do sistema de condicionamento de ar,

A capacidade do sistema de condicionamento de ar da condição de referência deve ser dimensionada de forma a atender à carga térmica e à exigência de número máximo de horas não atendidas.

C.8 Edifícios ou ambientes condicionados naturalmente

Para edificações naturalmente ventiladas ou que possuam áreas de longa permanência não condicionadas, é obrigatório comprovar por simulação que o ambiente interno das áreas não condicionadas proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante um percentual das horas ocupadas.

Nota 1: para os ambientes onde a atividade metabólica é alta (exemplo: ginásio), não é necessária esta comprovação.

Deve-se analisar o percentual de horas ocupadas em conforto térmico ($PHOC_T$) 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 $PHOC_T$ 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 inferiores a 90% de percentual de horas de conforto atendidas pelo uso da ventilação natural, deve-se calcular o consumo de energia da edificação para as horas não atendidas de conforto.

Nota 2: na documentação apresentada, deve-se especificar qual a hipótese de conforto adotada (exemplos: ASHRAE 55, 2013).

C.9 Edifícios ou ambientes iluminados naturalmente

Para computar o potencial do aproveitamento da luz natural em ambientes em que dispositivos de controle do sistema de iluminação artificial sejam instalados, deve-se estimar a potência de iluminação em uso (PIU) considerando o controle do risco de ofuscamento. A potência de iluminação em uso pode ser utilizada como parâmetro de entrada em substituição à potência instalada de iluminação (PI) tanto pelo método simplificado, como pelo de simulação.

Para o uso no método simplificado, a potência de iluminação em uso (PIU) deve ser convertida em densidade de potência de iluminação em uso (DPIU), desde que proporcionalmente ao percentual de redução do uso da potência instalada (PI), conforme Equação C.1.

$$DPI_U = \frac{DPI * P_{LU}}{P_L}$$

Equação C.1



Onde:

DPI_U é a densidade de potência instalada em uso (kW/m².ano);

DPI é a densidade de potência instalada (kW/m².ano);

PI_U é a potência instalada em uso (kW.ano);

PL é a potência limite (kW.ano).

A DPI_U poderá ser utilizada em dois momentos:

- para o cálculo da carga térmica de edificações condicionadas em substituição à DPI; e,
- para o cálculo do consumo de energia elétrica da edificação, contabilizado a partir do sistema de iluminação artificial conforme as equações 4.3 e 5.2 dos itens 4 e 5. Neste caso, a potência instalada total (PI_T) será substituída pela potência instalada da iluminação em uso (PI_U), obtida por meio da .

$$PI_U = \sum (DPI_U * A_{DPI_U}) + \sum (DPI * A_{DPI})$$

Equação C.2

Onde:

PI_U é a potência instalada em uso (kW.ano);

DPI_U é a densidade de potência instalada em uso (kW/m².ano);

A_{DPI_U} é a área correspondente à adoção da DPI_U (m²);

DPI é a densidade de potência instalada (kW/m².ano);

A_{DPI} é a área correspondente à adoção da DPI (m²).

Para o uso no método de simulação, deve-se utilizar o arquivo de padrão de uso do sistema de iluminação artificial resultante do aproveitamento da luz natural como dado de entrada para a simulação anual termo energética.

A potência de iluminação em uso (PI_U) deve ser obtida em base anual horária, considerando-se o padrão de ocupação de acordo com a tipologia da edificação conforme as tabelas do Anexo A.

Para modelar condições de risco de ofuscamento deve-se considerar, hipoteticamente, que cortinas ou persianas serão fechadas a fim de evitar desconforto do usuário causado pelo excesso de iluminação. O algoritmo de operação das cortinas/persianas deve adotar o protocolo de modelagem da Exposição Solar Direta Anual da IES LM 83-12. Desta forma, as cortinas/persianas serão fechadas sempre que houver luz solar direta (1.000 lux devido à iluminância da luz solar direta) em mais de 250 horas do ano em 10% da área do ambiente analisado.

C.10. 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:

- ser um programa para a análise da iluminação natural em edifícios;
- possibilitar a modelagem climática horária anual (modelar 8.760 horas por ano);



- c) modelar a posição e intensidade solar, bem como a luminância e distribuição da abóboda celeste, permitindo a modelagem espacial geométrica das propriedades dos materiais e das soluções tecnológicas a serem avaliadas, conforme o protocolo da IES LM-83-12;
- d) recomenda-se o uso de programas que adotem o algoritmo do raio traçado ou da radiosidade.

C.11. Arquivo climático para a simulação de iluminação natural

O arquivo climático utilizado deve possuir, no mínimo, as seguintes características:

- a) fornecer valores horários para todos os parâmetros relevantes requeridos pelo programa de simulação computacional, tais como iluminância horizontal global, iluminância direta normal, iluminância difusa horizontal e nebulosidade;
- b) os dados climáticos devem ser representativos do local onde o edifício proposto será construído e, caso o local do edifício não possua arquivo climático, deve-se utilizar dados climáticos de uma região próxima de mesma latitude e que possua características climáticas semelhantes;
- c) devem ser utilizados preferencialmente arquivos climáticos com formato SWERA¹. Na ausência destes arquivos podem ser usados arquivos INMET. No caso de uso de outro tipo de arquivo climático, este deve ser aprovado pelo laboratório de referência.

C.12. Procedimento para a modelagem da simulação de iluminação natural

A modelagem para a avaliação da iluminação natural deve:

- a) considerar o mesmo período de operação conforme a tipologia da edificação e com as tabelas do Anexo A;
- b) a iluminância alvo dos sensores de iluminação natural deve ser a mesma adotada no projeto lumiotécnico e na calibração dos sensores;
- c) o acionamento do sistema de iluminação deve se dar da mesma forma que o especificado no projeto lumiotécnico (ex.: se por *dimmer*, sensor por passos, etc);
- d) a potência instalada controlada pelos respectivos sensores de iluminação natural deve ser a mesma do projeto lumiotécnico;
- e) a área de análise deve corresponder aos ambientes que possuam sistema de controle visando o aproveitamento da luz natural;
- f) a malha de pontos do plano de análise deve ser contínua, locada a 0,75 m do piso acabado, com espaçamento máximo de 1,00 m a partir do centro do ambiente e afastada de 0,30 m a 1,00 m da paredes;
- g) a operação e a modelagem das cortinas/ persianas devem seguir o protocolo da IES LM 83-12;
- h) as obstruções externas devem ser modeladas conforme o protocolo da IES LM 83-12;
- i) a modelagem de aberturas verticais, bem como as zenitais, as propriedades das superfícies internas e as características de eventuais divisórias internas devem seguir o protocolo da IES LM 83-12.

C.13. Procedimento para a simulação de iluminação natural

Primeiramente, deve ser feita a simulação da exposição solar direta anual para a identificação das horas em que as cortinas/persianas devem ser fechadas para evitar o risco de ofuscamento e, com base

¹ Os arquivos climáticos estão disponibilizados em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos>.



nas condições de iluminação resultantes, estimar a operação do sistema de iluminação artificial e consequentemente a potência de iluminação em uso (PI_U).



ANEXO D – GERAÇÃO LOCAL DE ENERGIA RENOVÁVEL

Escopo: este anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para avaliação do uso de sistemas de geração de energia local por meio de fontes de energia renováveis em edificações comerciais, de serviço e públicas.

A geração local de energia deve ser realizada por meio das seguintes fontes de energias renováveis: hídrica, solar, biomassa, eólica e cogeração qualificada.

O sistema de geração local de energia renovável deve estar instalado na edificação avaliada, ou no mesmo lote em que esta 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 pelo 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 total de energia elétrica (CTE_E) conforme a Equação 5.2 do item 5.

A energia gerada (G_{EE}) deve ser dividida pela área total da edificação, ou pela parcela da edificação que atende, expressa em kWh/ano.

O potencial de geração de energia elétrica pelo uso de fontes locais de energia renovável é obtido por meio da Equação D.1.

$$PG_E = \frac{GE_E \cdot 100}{C_E}$$

Equação D.1

Onde:

PG_E é o potencial de geração de energia. Representa o percentual da energia consumida pela edificação que é atendido pela energia gerada por meio de fontes locais de energia renovável (%);

GE_E é a energia gerada por fontes locais de energia renovável (kWh/ano);

C_E é o consumo total de energia da edificação ao longo do ano (kWh/ano). Corresponde ao consumo total de energia elétrica (CTE_E), sem descontar a geração local de energia renovável (GE_E);

O indicador representa o percentual de energia consumida pela edificação que é atendido pela geração local de energia, e deve ser exposto na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE – da edificação avaliada.



ANEXO E – USO RACIONAL DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Escopo: este anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para a avaliação (de caráter informativo neste RTQ-C, não devendo alterar a classe de eficiência energética da edificação) do potencial de economia por meio do uso racional de água em edificações comerciais, de serviços e públicas.

E.1 Determinação do potencial de economia de água potável

A avaliação do consumo de água objetiva incentivar o uso de sistemas que promovam a redução do consumo de água potável. Assim, podem ser avaliados equipamentos economizadores e sistemas de uso racional de água (aproveitamento de água pluvial e reaproveitamento de água de condensação). Porém, o uso de água proveniente de captação subterrânea para abastecer a demanda de água potável da edificação não deve ser considerado como estratégia de economia de água.

O potencial de economia de água potável ($ET_{\text{água}}$) é obtido por meio da Equação E.1.

$$ET_{\text{água}} = \left[\frac{CA_{REF} - (CA_{REAL} - OA_{\text{não potável}})}{CA_{REF}} \right] \cdot 100 \quad \text{Equação E.1}$$

Onde:

$ET_{\text{água}}$ é o potencial de economia total de água potável (%);

CA_{REF} é o consumo anual de água da edificação na condição de referência (L/ano);

CA_{REAL} é o consumo anual de água da edificação na condição real (L/ano);

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

Para a determinação do potencial de economia total de água potável da edificação deve-se seguir os seguintes passos:

Primeiro passo: determinar o consumo anual de água segundo uma condição de referência utilizando um padrão de uso e ocupação de água, conforme a tipologia alvo de estudo por meio do item E.2. O padrão de uso adotado é fixo por tipologia, e é adaptado do LEED v.4 (2015). A ocupação deve ser determinada de acordo com as condições de referência de edificações comerciais das tabelas do Anexo A;

Segundo passo: determinar o consumo anual de água da edificação real por meio do item E.3. Ressalta-se que o padrão de uso dos dispositivos e a ocupação da edificação são idênticos na condição de referência e na condição real da edificação;

Terceiro passo: determinar a oferta anual de água não potável proporcionada por equipamentos economizadores e sistemas de uso racional de água, quando existentes.

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

O consumo anual de água da edificação em sua condição de referência é calculado por meio da Equação E.2. Para este cálculo, deve-se adotar o número de dias de ocupação ao ano conforme a tipologia da edificação (tabelas do Anexo A).



$$CA_{REF} = N_{ano} \cdot (CA_{REFBS_MIC} + Q_{REFTL} \cdot t_{TL} \cdot UD_{TL} \cdot Oc + Q_{REFCH} \cdot t_{CH} \cdot UD_{CH} \cdot Oc + Q_{REFTC} \cdot t_{TC} \cdot UD_{TC} \cdot Oc) \quad \text{Equação E.2}$$

Onde:

CA_{REAL} é o consumo anual de água da edificação em sua condição de referência (L/dia);
 N_{ano} é o número de dias de ocupação ao ano conforme a tipologia da edificação (ver Anexo A);
 CA_{REFBS_MIC} é o consumo diário de água das bacias sanitárias e mictórios na condição de referência (L/dia);
 Q_{REFTL} é a vazão da torneira de lavatório na condição de referência (L/minuto) conforme Tabela E.1;
 t_{TL} é a duração do uso da torneira de lavatório (minutos), conforme os valores da Tabela E.2;
 UD_{TL} é o número de uso diário da torneira de lavatório por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme Tabela E.3;
 Q_{REFCH} é a vazão do chuveiro na condição de referência (L/minuto), conforme a Tabela E.1;
 t_{CH} é a duração do uso do chuveiro (minutos), conforme a Tabela E.2;
 UD_{CH} é o número de uso diário do chuveiro por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme Tabela E.3;
 Q_{REFTC} é a vazão da torneira da pia da cozinha na condição de referência (L/minuto) conforme Tabela E.1;
 t_{TC} é a duração do uso da torneira da pia da cozinha (minutos), Tabela E.2;
 UD_{TC} é o número de uso diário da torneira da pia da cozinha (usos/dia.pessoa), conforme Tabela E.3;
 DO_C é a densidade de ocupação da edificação (pessoas), Tabela E.4.

O consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios da edificação na sua condição de referência é determinado por meio da Equação E.3.

$$CA_{REFBS_MIC} = Q_{REFBS_M} \cdot UD_{BS_M} \cdot OC_M + Q_{REFBS_F} \cdot UD_{BS_F} \cdot OC_F + Q_{REFMIC} \cdot UD_{MIC_M} \cdot OC_M \quad \text{Equação E.3}$$

Onde:

CA_{REFBS_MIC} é o consumo diário de água de bacias sanitárias e mictórios na condição de referência (L/dia);
 Q_{REFBS_M} é a vazão da bacia sanitária para uso masculino na condição de referência (L/descarga), conforme a Tabela E.1;
 UD_{BS_M} é o número de uso diário da bacia sanitária de uso masculino (usos/dia.pessoa), conforme Tabela E.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 E.3;
 Q_{REFBS_F} é a vazão da bacia sanitária para uso feminino na condição de referência (L/descarga), conforme a Tabela E.3;
 UD_{BS_F} é o número de uso diário da bacia sanitária para uso feminino (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela E.3;
 Q_{REFMIC} é a vazão do mictório na condição de referência (L/descarga), conforme a Tabela E.1;
 UD_{MIC_M} é o número de uso diário do mictório para uso masculino (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela E.3;
 OC_M é a quantidade de usuários masculinos (pessoas). Considerar 50% da ocupação da edificação.
 OC_F é a quantidade de usuários femininos (pessoas). Considerar 50% da ocupação da edificação.
A quantidade de pessoas que ocupam a edificação analisada em sua condição real e de referência deve ser calculada conforme a Equação E.4.



$$O_C = \frac{A_{tot}}{DO_C}$$

Equação E.4

Onde:

O_C é a quantidade de usuários que ocupam a edificação;

DO_C é a densidade de ocupação da edificação (m^2 /pessoa), conforme a Tabela E.4;

A_{tot} é a área total da edificação (m^2).

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

Tipo de dispositivo / Tipologia	Vazão			
	Escritórios	Hospedagem/ Hospitalares	Varejo/ Alimentação	Educacionais
Bacia sanitária	6,8 L/descarga	6,8 L/descarga	6,8 L/descarga	6,8 L/descarga
Mictórios	3,8 L/descarga	-	3,8 L/descarga	3,8 L/descarga
Torneira de lavatório	8,3 L/min	8,3 L/min	8,3 L/min	8,3 L/min
Banho / chuveiro	9,5 L/min	9,5 L/min	-	-
Torneira da pia da cozinha	8,3 L/min	8,3 L/min	-	-

Fonte: Adaptado de LEED, v.4 (2015).

Tabela E.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	-	-	-	-
Mictórios	-	-	-	-
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	-	-

Fonte: Adaptado de LEED, v.4, (2015).

Tabela E.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	5	0,2	3
Bacia sanitária (masculino)*	1	5	0,1	1
Mictórios (masculino)	2	-	0,1	2
Torneira de lavatório	3	5	0,2	3
Banho / chuveiro	0,1	1	-	-
Torneira da pia da cozinha	1	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 E.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
Edificações educacionais	Educação infantil	2,5
	Ensino fundamental/médio	1,5
	Ensino superior	1,5
Edificações de hospedagem	Hotéis pequenos	16,1
	Hotéis médios e grandes	20,0
Edificações hospitalares	Hospitais	20,0
	Clínicas	5,0
Edificações de varejo - comércio	Pequenas, grandes e shopping	5,0
Edificações de varejo – mercado	Mercados	5,0
Edificações de alimentação	Restaurantes e praças de alimentação	5,0

E.3 Consumo de água da edificação na sua condição real

O consumo anual de água da edificação na condição real é determinado conforme a Equação E.5.

$$CA_{REAL} = N_{ano} \cdot (CA_{REALBS_MIC} + Q_{REALTL} \cdot t_{TL} \cdot UD_{TL} \cdot Oc + Q_{REALCH} \cdot t_{CH} \cdot UD_{CH} \cdot Oc + Q_{REALTC} \cdot t_{TC} \cdot UD_{TC} \cdot Oc) \quad \text{Equação E.5}$$

Onde:

CA_{REAL} é o consumo anual de água da edificação na condição real;

CA_{REALBS_MIC} é o consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) na condição real;

Q_{REALTL} 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 E.2;

UD_{TL} é o número de uso diário da torneira de lavatório (minutos), conforme Tabela E.3;

Q_{REALCH} 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 E.2;

UD_{CH} é o número de uso diário do chuveiro por pessoa (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela E.3;

Q_{REALTC} 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 E.2;

UD_{TC} é o número de uso diário da torneira da pia da cozinha por pessoa (usos/dia.pessoa), a Tabela E.3;

Oc é a quantidade de pessoas que ocupam a edificação.

O consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) em sua condição real é calculado conforme a Equação E.6.

$$CA_{REALBS_MIC} = Q_{REALBS_M} \cdot UD_{BS_M} \cdot Oc_M + Q_{REALBS_F} \cdot UD_{BS_F} \cdot Oc_F + Q_{REALMIC} \cdot UD_{MIC_M} \cdot Oc_M \quad \text{Equação E.6}$$



Onde:

CA_{REALBS_MIC} é o consumo diário de água em bacias sanitárias e mictórios (L/dia) na condição real;
 Q_{REALBS_M} é a vazão da bacia sanitária para uso masculino na condição real (L/descarga), conforme projeto da edificação;

UD_{BS_M} é o número de usos diários da bacia sanitária para uso masculino (usos/dia.pessoa). Ressalta-se que para edificações sem mictórios este valor deve ser equivalente ao valor adotado para uso feminino, conforme nota de rodapé da Tabela E.3;

Q_{REALBS_F} é a vazão da bacia sanitária para uso feminino na condição real (L/descarga), conforme projeto da edificação;

UD_{BS_F} é o número de usos diários da bacia sanitária para uso feminino (usos/dia.pessoa), conforme a Tabela E.3;

$Q_{REALMIC}$ é a vazão do mictório na condição real (L/descarga), conforme projeto da edificação;

UD_{MIC_M} é o número de usos diários do mictório para uso masculino (usos/dia.pessoa), conforme Tabela E.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.



ANEXO F – EMISSÕES DE DIÓXIDO DE CARBONO

Escopo: este anexo tem por objetivo estabelecer os critérios para a determinação das emissões de dióxido de carbono da edificação em sua condição real e de referência (de caráter informativo neste RTQ-C, e não deve alterar a classe de eficiência energética da edificação) provenientes dos sistemas de edificações comerciais, de serviço e públicas. A partir da comparação entre as emissões de dióxido de carbono da edificação em sua condição real e condição de referência, determina-se o percentual de acréscimo ou redução obtido.

F.1 Determinação da emissão total de dióxido de carbono da edificação

Para determinação das emissões, o consumo total de energia elétrica e térmica deve ser multiplicado pelo fator de emissão de dióxido de carbono correspondente, conforme Equação F.1. O valor relativo às emissões deve ser calculado para a edificação em sua condição real e condição de referência conforme o passo a passo do item F.2. No entanto, para a condição de referência, deve-se adotar os consumos conforme a Tabela F.1. Os fatores de emissão de dióxido de carbono são apresentados na Tabela F.2 e na Tabela F.3.

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

Sistema individual	Todas as tipologias	
	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

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

$$E_{CO_2(REAL\ ou\ REF)} = \frac{CTE_E \cdot fe_E + CTE_T \cdot fe_T}{1000}$$

Equação F.1

Onde:

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

CTE_E é o consumo total de energia elétrica da edificação (kWh/ano);

CTE_T é o consumo total de energia térmica da edificação (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).



F.2 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_{CO_2}) deve ser obtido por meio da Equação F.2. Caso o resultado da equação seja negativo, há uma redução nas emissões de CO_2 . Caso o resultado seja positivo, há um aumento nas emissões de dióxido de carbono em relação à edificação de referência.

$$P_{CO_2} = \left[\frac{E_{CO_2(REAL)}}{E_{CO_2(REF)}} - 1 \right] \cdot 100 \quad \text{Equação F.2}$$

Tabela F.2. Fatores de emissão de dióxido de carbono por queima de combustível

Combustível	Fatores de Emissão de CO_2 por Queima de Combustível	Unidade
Gás natural	0,202	kg. CO_2 /kWh
Óleo diesel	0,267	kg. CO_2 /kWh
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	0,227	kg. CO_2 /kWh
Madeira	0,531	kg. CO_2 /kWh
Gasolina	0,249	kg. CO_2 /kWh
Etanol	0,248	kg. CO_2 /kWh

Fonte: MCT, 2010.

Tabela F.3. Fatores de emissão de dióxido de carbono por geração de eletricidade

Geração de eletricidade	Fatores de Emissão de Dióxido de Carbono por Geração de Eletricidade	Unidade
SIN – Sistema Interligado Nacional	0,09	kg. CO_2 /kWh

Fonte: MCT, 2016.



ANEXO G – GRUPOS CLIMÁTICOS

Escopo: este anexo informa o grupo climático (GCL) de 154 municípios brasileiros (Tabela G.1) compreendendo 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://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Cidades%20e%20GCL.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)



Tabela G.1. Continuação

16	242	Divinópolis (MG)
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)