2.1

Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

RTQ-C

Comercial, de Serviço e Público

Com alterações das portarias: nº17 de 2012 e nº299 de 2013

PROCEL EDIFICA
Eletrobras
INMETRO
CB3E centro brasileiro de eficiência energética em edificações

Portaria:
nº 372/2010

Portaria n.º 372, de 17 de setembro de 2010.

O PRESIDENTE DO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL - INMETRO, no uso de suas atribuições, conferidas no § 3º do artigo 4º da Lei n.º 5.966, de 11 de dezembro de 1973, no inciso I do artigo 3º da Lei n.º 9.933, de 20 de dezembro de 1999, e no inciso V do artigo 18 da Estrutura Regimental da Autarquia, aprovada pelo Decreto n° 6.275, de 28 de novembro de 2007;

Considerando a alínea *f* do subitem 4.2 do Termo de Referência do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade, aprovado pela Resolução Conmetro n.º 04, de 02 de dezembro de 2002, que atribui ao Inmetro a competência para estabelecer as diretrizes e critérios para a atividade de avaliação da conformidade;

Considerando a necessidade de zelar pela eficiência energética dos edifícios comerciais, de serviços e públicos;

Considerando a necessidade de estabelecer requisitos mínimos de desempenho para os edifícios comerciais, de serviços e públicos;

Considerando a necessidade de estabelecer regras equânimes e de conhecimento público para os segmentos de projeto e construção de edifícios comerciais, de serviços e públicos;

Considerando a necessidade de atualização do Programa de Avaliação da Conformidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, resolve baixar as seguintes disposições:

Art. 1º Aprovar a revisão dos Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ), disponibilizado no sitio *www.inmetro.gov.br* ou no endereço abaixo:

Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro
Divisão de Programas de Avaliação da Conformidade – Dipac
Rua Santa Alexandrina n.º 416 - 8º andar – Rio Comprido
20261-232 Rio de Janeiro/RJ

Art. 2º Cientificar que a Consulta Pública que deu origem à aprovação dos critérios técnicos expressos no RTQ, foi divulgada pela Portaria Inmetro n.º 181, de 20 de maio de 2010, publicada no Diário Oficial da União de 21 de maio de 2010, seção 01, página 163.

Art. 3º Cientificar que a obrigatoriedade de observância aos critérios técnicos fixados neste RTQ ora aprovado será definida em Portaria de Avaliação da Conformidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, a ser divulgada pelo Inmetro.

Art. 4º Revogar a Portaria Inmetro n.º 163, de 08 de junho de 2009, publicada no Diário Oficial da União de 10 de junho de 2009, seção 01, página 78.

Art. 5º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

JOÃO ALZIRO HERZ DA JORNADA

REQUISTOS TÉCNICOS DA QUALIDADE PARA O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS COMERCIAIS, DE SERVIÇOS E PÚBLICOS

ÍNDICE

1. DEFINIÇÕES, SÍMBOLOS E UNIDADES 4

2. Introdução 13

2.1. Objetivo 13
2.2. Procedimento de determinação da eficiência 13
2.3. Pré-requisitos Gerais 18

2.3.1. Circuitos elétricos 18

2.3.1.1 Níveis A e B 18

2.3.2. Aquecimento de água 19

2.3.2.1 Nível A 19
2.3.2.2 Nível B 20
2.3.2.3 Nível C 21
2.3.2.4 Isolamento de tubulações 21

2.3.3. Elevadores 23

2.3.3.1 Nível A: 23
2.3.3.2 Nível B: 23

2.4. Pré-requisitos Específicos 23
2.5. Bonificações 23

3. Envoltória 24

3.1. Pré-requisitos específicos 24

3.1.1. Nível A 25

3.1.1.1 Transmitância térmica 25
3.1.1.2 Cores e absortância de superfícies 25
3.1.1.3 Iluminação zenital 26

3.1.2. Nível B 26

3.1.2.1 Transmitância térmica 26
3.1.2.2 Cores e absortância de superfícies 27
3.1.2.3 Iluminação zenital 27

3.1.3. Níveis C e D: Transmitâncias térmicas 27

3.2. Procedimentos de cálculo 28

3.2.1. Transmitância térmica 28

3.2.2. Cores e absortância de superfícies 28

3.2.3. Cálculo do FA e FF 29

3.2.4. Percentual de Abertura na Fachada (PAF) 30

3.2.5. Ângulos de sombreamento 30

3.3. Procedimento de determinação da eficiência 31
4. Sistema de Iluminação 38
4.1. Pré-requisitos específicos 38
4.1.1. Divisão dos circuitos 38
4.1.2. Contribuição da luz natural 39
4.1.3. Desligamento automático do sistema de iluminação 39
4.2. Procedimento de determinação da eficiência 40
4.2.1. Método da área do edifício 41
4.2.2. Método das atividades do edifício 44
5. Sistema de Condicionamento de Ar 49
5.1. Pré-requisitos específicos para nível A 49
5.1.1. Proteção das unidades condensadoras 49
5.1.2. Isolamento térmico para dutos de ar e tubulações de água gelada 49
5.1.3. Condicionamento de ar por aquecimento artificial 51
5.2. Procedimento de determinação da eficiência 51
5.3. Sistemas de condicionamento de ar regulamentados pelo INMETRO 52
5.4. Sistemas de condicionamento de ar não regulamentados pelo INMETRO 53
5.4.1. Cálculo de carga térmica 65
5.4.2. Controle de temperatura por zona 65
5.4.2.1 Geral 65
5.4.2.2 Faixa de temperatura de controle 66
5.4.2.3 Aquecimento suplementar 66
5.4.2.4 Aquecimento e resfriamento simultâneo 67
5.4.3. Sistema de desligamento automático 67
5.4.4. Isolamento de zonas 68
5.4.5. Controles e dimensionamento do sistema de ventilação 68
5.4.5.1 Controles de sistemas de ventilação para áreas com altas taxas de ocupação 70
5.4.6. Controles e dimensionamento dos sistemas hidráulicos 70
5.4.6.1 Sistemas de vazão de líquido variável 70
5.4.6.2 Isolamento de bombas 71
5.4.6.3 Controles de reajuste da temperatura de água gelada e quente 72
5.4.7. Equipamentos de rejeição de calor 72
5.4.7.1 Geral 72
5.4.7.2 Controle de velocidade do ventilador 73
6. Simulação 74
6.1. Pré-requisitos específicos 74

6.1.1. Programa de simulação 74
6.1.2. Arquivo climático 74
6.2. Procedimentos para simulação 75
6.2.1. Metodologia para modelagem de envoltória e sistemas 75
6.2.1.1 Características em comum para o Modelo do Edifício Real e de Referência 78
6.2.1.2 Modelo do Edifício Real 78
6.2.1.3 Modelo do Edifício de Referência 79
6.2.2. Pontuação Total (PT) de edifícios totalmente simulados 80
6.2.3. Ambientes naturalmente ventilados ou não condicionados 81
7 NORMAS REFERENCIADAS 82

1. DEFINIÇÕES, SÍMBOLOS E UNIDADES

Para fins deste RTQ são adotadas as seguintes definições, símbolos e unidades:

1.1. Abertura

Todas as áreas da envoltória do edifício, com fechamento translúcido ou transparente (que permite a entrada da luz), incluindo janelas, painéis plásticos, clarabóias, 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.

1.2. Ambiente

Espaço interno de um edifício, fechado por superfícies sólidas, tais como paredes ou divisórias, teto, piso e dispositivos operáveis tais como janelas e portas.

1.3. Ambiente condicionado

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

1.4. Ambiente de permanência prolongada

Ambientes de ocupação contínua por um ou mais indivíduos, incluindo escritórios, área de venda de mercadoria, salas de aulas, cozinhas, áreas de refeição, 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, áreas técnicas onde a ocupação não é freqüente, etc. Os ambientes listados nesta definição não excluem outros não listados.

1.5. Ângulos de sombreamento

Ângulos que determinam a obstrução à radiação solar gerada pela proteção solar nas aberturas. No RTQ são usados dois ângulos: ângulo vertical de sombreamento (AVS - referente a proteções horizontais) e ângulo horizontal de sombreamento (AHS – referente a proteções verticais).

1.6. Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)

Ângulo formado entre dois planos verticais:

- o primeiro plano é o que contém a base da folha de vidro (ou material translúcido);
- o segundo plano é formado pela extremidade mais distante da proteção solar vertical e a extremidade oposta da base da folha de vidro (ou material translúcido).

1.7. Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)

Ângulo formado entre dois planos que contêm a base da abertura:

- o primeiro é o plano vertical na base da folha de vidro (ou material translúcido);
- o segundo plano é formado pela extremidade mais distante da proteção solar horizontal até a base da folha de vidro (ou material translúcido).

1.8. Área Condicionada (AC) (m^2)

Área útil dos ambientes condicionados.

1.9. Área Não Condicionada (ANC) (m^2)

Área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de conforto conforme descrito no item seis deste RTQ.

1.10. Área da envoltória (A_{env}) (m^2)

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

1.11. Área de Permanência Transitória (APT) (m^2)

Área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados. Garagens e estacionamentos não entram no cálculo da APT.

1.12. Área de projeção da cobertura (A_{pcob}) (m^2)

Área da projeção horizontal da cobertura, incluindo terraços cobertos ou descobertos e excluindo beirais, marquises e coberturas sobre varandas – esta última, desde que fora do alinhamento do edifício.

1.13. Área de projeção do edifício (A_{pe}) (m^2)

Área de projeção média dos pavimentos, excluindo subsolos.

1.14. Área Útil (AU) (m^2)

Área disponível para ocupação, medida entre os parâmetros internos das paredes que delimitam o ambiente, excluindo garagens.

1.15. Área Total Construída (A_{tot}) (m^2)

Soma das áreas de piso dos ambientes fechados da construção, medidas externamente.

1.16. Caixilho

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

1.17. Capacidade térmica (C)

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

1.18. Coeficiente Integrado de Performance (ICOP)

Grandeza que expressa o COP 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.

1.19. Coeficiente de Performance (COP)

Pode ser definido para as condições de resfriamento ou aquecimento. Para resfriamento: segundo a norma ASHRAE 90.1, é a razão entre o calor removido do ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de refrigeração ou uma porção específica deste sistema sob condições operacionais projetadas. Para aquecimento: segundo a norma ASHRAE 90.1, é a razão entre o calor fornecido ao ambiente e a energia consumida, para um sistema completo de aquecimento por bomba de calor, incluindo o compressor e, se aplicável, o sistema auxiliar de aquecimento, sob condições operacionais projetadas.

1.20. Coletor Solar

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

1.21. Densidade de Carga Interna (DCI) (W/m^2)

É aquela proporcionada pela ocupação dos ambientes ou edifício e pelo uso de equipamentos e da iluminação.

1.22. Densidade de Potência de Iluminação (DPI) (W/m^2)

Razão entre o somatório da potência de lâmpadas e reatores e a área de um ambiente.

1.23. Densidade de Potência de Iluminação Limite (DPI_L) (W/m^2)

Limite máximo aceitável de DPI.

1.24. Edifícios comerciais, de serviços e públicos

Edifícios públicos e/ou privados usados com finalidade que não a residencial ou industrial. São considerados comerciais, de serviços e públicos: escolas; instituições ou associações de diversos tipos, incluindo prática de esportes; tratamento de saúde de animais ou humanos, tais como hospitais, postos de saúde e clínicas; vendas de mercadorias em geral; prestação de serviços; bancos; diversão; preparação e venda de alimentos; escritórios e edifícios 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.

1.25. ENCE

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.

1.26. ENCE Geral

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia fornecida para edifícios, ou parcela dos edifícios, que passaram pela avaliação dos três sistemas.

1.27. ENCE Parcial

Etiqueta Nacional de Conservação de Energia fornecida para edifícios com avaliação de um ou dois sistemas. A avaliação dos sistemas de iluminação e condicionamento de ar pode ser realizada para apenas uma parcela do edifício.

1.28. *Energy Efficiency Ratio* (EER)

A razão entre a capacidade total de resfriamento (em Btu/h) e a potência requerida (em W) sob condições operacionais estabelecidas.

1.29. Envoltória (Env)

Planos que separam o ambiente interno do ambiente externo.

1.30. EqNum - Equivalente numérico

Número representativo da eficiência de um sistema.

1.31. EqNumAC

Número representativo da eficiência do sistema de condicionamento de ar.

1.32. EqNumDPI

Número representativo da eficiência do sistema de iluminação.

1.33. EqNumEnv

Número representativo da eficiência da envoltória.

1.34. EqNumS

Número representativo da eficiência de um edifício condicionado artificialmente, avaliado pelo método da simulação.

1.35. EqNumV

Número representativo do conforto dos ambientes não condicionados artificialmente.

1.36. Fachada

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

1.37. Fachada oeste

Fachada cuja normal à superfície está voltada para a direção de 270º em sentido horário a partir do norte geográfico. Fachadas cuja orientação variar de +45º ou -45º em relação a essa orientação serão consideradas como fachadas oeste.

1.38. Fator Altura (FA)

Razão entre a área de projeção da cobertura e a área total construída (A_{pcob}/A_{tot}), com exceção dos subsolos.

1.39. Fator de Forma (FF)

Razão entre a área da envoltória e o volume total da edificação (A_{env}/V_{tot}).

1.40. Fator Solar (FS)

Razão entre o ganho de calor que entra num 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 re-irradiada ou transmitida, por condução ou convecção, ao ambiente. O fator solar considerado será relativo a uma incidência de radiação solar ortogonal à abertura. A ISO 15099: 2003 e a ISO 9050: 2003 apresentam procedimentos de cálculos normalizados para o FS e outros índices de desempenho energético de vidros e janelas. A NFRC 201:2004 apresenta procedimentos e especificações técnicas normalizadas para aplicação de um método calorimétrico de medição de ganho de calor solar em janelas.

1.41. Fração solar

Parcela de energia requerida para aquecimento da água que é suprida pela energia solar, em média anual.

***1.42. 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 que normalmente está em uso ao longo de um ano (em Wh) e a energia elétrica total durante o mesmo período.

1.43. IC_{env}

Indicador de Consumo da envoltória.

1.44. Iluminação de Tarefa

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

1.45. Integrated part-load value (IPLV)

Número de um dígito baseado em COP, ou kW/TR expressando eficiência em carga parcial para equipamento de condicionamento de ar e bomba de calor na base de pesos ponderados de operação a várias capacidades de carga.

1.46. Módulo fotovoltaico

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

1.47. Paredes externas

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

1.48. Padrão de uso (PU) (h)

Horas e taxas de ocupação e operação do edifício. Horas de ocupação interna, horas em que um sistema de condicionamento de ar está ligado ou horas em que um edifício é utilizado.

1.49. Percentual de Abertura Zenital (PAZ) (%)

Percentual de área de abertura zenital na cobertura. Refere-se exclusivamente a aberturas em superfícies com inclinação inferior a 60º em relação ao plano horizontal. Deve-se calcular a projeção horizontal da abertura. Acima desta inclinação, ver PAF_T .

1.50. Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste (PAF_O) (%)

É calculado pela razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, da fachada oeste e a área da fachada oeste.

1.51. Percentual de Área de Abertura na Fachada total (PAF_T) (%)

É calculado pela 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 em paredes verticais 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 no cômputo da área de fachada, mas inclui a área da caixa de escada até o ponto mais alto da cobertura (cumeeira). Neste RTQ, sua inserção nas equações 3.3 a 3.12 deve ser sob forma de fração (0 a 1).

1.52. Percentual de horas Ocupadas em Conforto (POC)

Razão entre as horas ocupadas com comprovação de conforto e total de horas ocupadas.

1.53. Pontuação Total (PT)

Pontuação total alcançada pelo edifício.

1.54. Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER)

Segundo a norma ASHRAE 90.1, é a razão entre a quantidade de calor removido de um condicionador de ar durante o período em que normalmente está em uso ao longo de um ano e a energia elétrica consumida neste mesmo período (em Wh).

1.55. Sistema de Condicionamento de ar (CA)

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

1.56. 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.

1.57. Transmitância térmica (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.

1.58. Transmitância Térmica da Cobertura (U_{cob}) (W/(m^2K))

Transmitância térmica das coberturas do edifício.

1.59. Transmitância Térmica das Paredes (U_{par}) (W/(m²K))

Refere-se à transmitância de paredes externas somente.

1.60. Volume Total da Edificação (V_{tot}) (m^3)

Volume delimitado pelos fechamentos externos do edifício (fachadas e cobertura), com exceção de pátios internos descobertos.

1.61. Zona Bioclimática

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

1.62. Zona de Conforto

Zona onde existe satisfação psicofisiológica de um grupo de indivíduos com as condições térmicas do ambiente. Para especificar a hipótese de conforto adotada, utilizar uma das seguintes normas: ASHRAE Standard 55/2004 ou ISO 7730/2005.

1.63. 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).

1.64. 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 através de dispositivos de controle de temperatura e de uma rede de comunicação comum. **(Incluído pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

2. INTRODUÇÃO

O presente RTQ especifica requisitos técnicos, bem como os métodos para classificação de edifícios comerciais, de serviços e públicos quanto à eficiência energética. Os edifícios submetidos a este RTQ devem atender às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) vigentes e aplicáveis. Cabe ressaltar que a visão deste RTQ é a eficiência energética da edificação e que este, os organismos de inspeção acreditados e o Inmetro se eximem dos problemas que porventura possam ser causados à edificação pela não observância das normas da ABNT, que são de exclusiva atribuição do projetista.

2.1. Objetivo

Criar condições para a etiquetagem do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos.

~~2.2. Procedimento de determinação da eficiência~~

~~Este RTQ aplica-se a edifícios com área total útil mínima de 500 m^2 e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV (subgrupos A1, A2, A3, A3a, A4 e AS), incluindo edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados. Edifícios de uso misto, tanto de uso residencial e comercial, como de uso residencial e de serviços ou de uso residencial e público, devem ter suas parcelas não residenciais avaliadas separadamente caso estas, exclusivamente, ultrapassem 500 m^2.~~

~~A etiquetagem de eficiência energética de edifícios deve ser realizada através dos métodos prescritivo ou de simulação. Ambos devem atender aos requisitos relativos ao desempenho da envoltória, à eficiência e potência instalada do sistema de iluminação e à eficiência do sistema de condicionamento do ar.~~

~~O presente RTQ especifica a classificação do nível de eficiência de edificações, dividida nesses três sistemas individuais, conforme as metodologias descritas nos itens correspondentes:~~

- ~~item 3: Envoltória~~
- ~~item 4. Sistema de Iluminação~~
- ~~item 5: Sistema de Condicionamento de Ar~~

~~Todos os sistemas individuais têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).~~

~~Parcelas de edifícios, com área mínima de 500 m^2 e/ou com tensão de abastecimento superior ou igual a 2,3 kV, podem também ter o sistema de iluminação e o sistema de condicionamento de ar avaliados, porém separadamente, recebendo uma classificação parcial do nível de eficiência referente a cada um destes itens. Nestes casos, as parcelas a serem classificadas devem ser:~~

- ~~para classificação da envoltória, o nível de eficiência energética deve ser estabelecido para a edificação completa;~~
- ~~para classificação do sistema de iluminação, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas, assim como para os subsolos;~~
- ~~para classificação do sistema de condicionamento de ar, o nível de eficiência energética pode ser estabelecido para um pavimento ou um conjunto de salas, assim como para os subsolos.~~

~~Para obter a classificação geral do edifício, as classificações por sistemas individuais devem ser avaliadas, resultando em uma classificação final. Para isso, pesos são atribuídos para cada sistema individual e, de acordo com a pontuação final, é obtida uma classificação que também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) apresentada na ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.~~

"2.2. Procedimento de determinação da eficiência

Este RTQ-C aplica-se a edifícios condicionados, parcialmente condicionados e não condicionados. Edifícios de uso misto, tanto de uso residencial e comercial, como de uso residencial e de serviços ou de uso residencial e público, devem ter suas parcelas não residenciais avaliadas separadamente. "Estádios devem ser avaliados conforme o AVEXO IV deste documento." **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 126 de 19/03/2014)**

A etiquetagem de eficiência energética de edifícios deve ser realizada através dos métodos prescritivo ou de simulação. O método prescritivo é baseado na análise de simulações de um número limitado de casos através de regressão. Em edificações onde o

PAFt é elevado, os vidros possuem alto desempenho e/ou os elementos de sombreamento são diferenciados por orientação, recomenda-se utilizar o método de simulação ou ferramentas de simulação simplificadas.

O presente RTQ especifica a classificação do nível de eficiência de edificações, dividida nesses três sistemas individuais, conforme as metodologias descritas nos itens correspondentes:

- *item 3: Envoltória*
- *item 4. Sistema de Iluminação*
- *item 5: Sistema de Condicionamento de Ar*

Todos os sistemas individuais têm níveis de eficiência que variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

Parcelas de edificações (pavimento(s) ou conjunto de ambientes) podem também ter o sistema de iluminação e o sistema de condicionamento de ar avaliados. Nestes casos, para a classificação da envoltória, o nível de eficiência energética deve ser estabelecido para a edificação completa. Para a classificação da iluminação e condicionamento de ar, as parcelas devem ser as iguais para que possam fazer parte da mesma ENCE.

Para obter a classificação geral do edifício, as classificações por sistemas individuais devem ser avaliadas, resultando em uma classificação final. Para isso, pesos são atribuídos para cada sistema individual e, de acordo com a pontuação final, é obtida uma classificação que também varia de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) apresentada na ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia."(N.R.) **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

A classificação geral poderá ser obtida após a avaliação dos três sistemas parciais, desde que as avaliações parciais tenham sido realizadas a partir de uma das combinações apresentadas na Tabela 2.1.

Tabela 2.1: Combinações de métodos de avaliação para obtenção da classificação Geral

Envoltória	Sistema de Iluminação	Sistema de Condicionamento de Ar	Ventilação Natural
Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação
Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação
Método Simulação	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação

Para a classificação geral as avaliações parciais recebem pesos, distribuídos da seguinte forma:

- Envoltória = 30%
- Sistema de Iluminação = 30%
- Sistema de Condicionamento de Ar = 40%

A avaliação de cada sistema individual utiliza equivalentes numéricos, um número de pontos correspondente a determinadaeficiência, atribuídos de acordo com a Tabela 2.2:

Tabela 2.2: Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum)

A	**5**
B	**4**
C	**3**
D	**2**
E	**1**

No caso de edifícios que possuem áreas não condicionadas, para as áreas de permanência prolongada, tais como lojas, escritórios, áreas de trabalho, é obrigatório comprovar por simulação que o ambiente interno proporciona temperaturas dentro da zona de conforto durante um percentual das horas ocupadas (ver item 6.2.3). Edifícios totalmente ventilados naturalmente podem receber a ENCE Geral, desde que se comprove que os ambientes atendem às temperaturas de conforto.

Portanto, a classificação geral do edifício é calculada de acordo com a distribuição dos pesos através da Equação 2.1:

$$PT = 0{,}30.\left\{\left(EqNumEnv.\frac{AC}{AU}\right) + \left(\frac{APT}{AU}.5 + \frac{ANC}{AU}.EqNumV\right)\right\} + 0{,}30.\left(EqNumDPI\right) + 0{,}40.\left\{\left(EqNumCA.\frac{AC}{AU}\right) + \left(\frac{APT}{AU}.5 + \frac{ANC}{AU}.EqNumV\right)\right\} + b_0^1$$

Eq.2.1

Onde:

EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI, de Densidade de Potência de Iluminação;

EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente (ver item 6.2.2);

APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;

ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;

AC: área útil dos ambientes condicionados;

AU: área útil;

b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de zero a 1.

Os equivalentes numéricos para os níveis de eficiência de cada sistema individual são obtidos na Tabela 2.2. O nível de eficiência do sistema da envoltória das áreas condicionadas é definido de acordo com o item 3; o nível de eficiência do sistema de iluminação (DPI) é definido no item 4; e o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar (CA) é definido no item 5.

O número de pontos obtidos na Equação 2.1 irá definir a classificação geral da edificação, de acordo com a Tabela 2.3. As classificações final e parciais são apresentadas na ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia.

Tabela 2.3: Classificação Geral

PT	Classificação Final
≥4,5 a 5	A
≥3,5 a <4,5	B
≥2,5 a <3,5	C
≥1,5 a <2,5	D
<1,5	E

2.3. Pré-requisitos Gerais

Além dos requisitos descritos nos itens 3 a 5, para o edifício ser elegível à etiquetagem, deve cumprir os seguintes requisitos mínimos:

2.3.1. Circuitos elétricos

~~**2.3.1.1** Níveis A e B~~

~~Possuir circuito elétrico com possibilidade de medição centralizada por uso final: iluminação, sistema de condicionamento de ar, e outros; ou possuir instalado equipamento que possibilite tal medição.~~

- ~~Exceções:~~
    - ~~hotéis, desde que possuam desligamento automático para os quartos;~~
    - ~~edificações com múltiplas unidades autônomas de consumo;~~
    - ~~edificações cuja data de construção seja anterior a junho de 2009.~~

"2.3.1.1 Níveis A e B

Possuir circuito elétrico separado por uso final: iluminação, sistema de condicionamento de ar, e outros; ou possuir instalado equipamento que possibilite medição por uso final.

- Exceções:
    - hotéis, desde que possuam desligamento automático para os quartos;
    - edificações com múltiplas unidades autônomas de consumo;

- edificações cuja data de construção seja anterior a junho de 2009.” (N.R.) **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)**

2.3.2. Aquecimento de água

Edificações com elevada demanda de água quente como academias, clubes, hospitais, restaurantes, edifícios destinados à hospedagem ou edifícios em que a parcela de água quente representa um percentual igual ou maior a 10% do consumo de energia, devem apresentar uma estimativa da demanda de água quente.

Para edifícios de uso misto, este pré-requisito somente é aplicável às parcelas de uso comercial, de serviços e público com uma demanda de água quente igual ou maior a 10% da demanda total instalada de energia para esta parcela.

2.3.2.1 Nível A

Para atingir o nível A deve-se comprovar que 100% da demanda de água quente é atendida por um ou mais dos sistemas descritos a seguir, e atender as condições de isolamento das tubulações descritas no item 2.3.2.4.

a) Sistema de aquecimento solar

- Os coletores solares devem ser instalados voltados para o Norte geográfico. Recomenda-se um desvio máximo de até 30º em relação a esta orientação;
- o ângulo de inclinação dos coletores solares deve estar no intervalo compreendido entre a latitude do local do edifício e esta latitude acrescida de 10º;
- os reservatórios devem possuir Selo PROCEL, ter isolamento térmico adequado e capacidade de armazenamento mínimo compatível com a metodologia de cálculo proposta pela NBR 15569;
- os coletores solares devem possuir ENCE A ou B e a área coletora deve ser compatível com a metodologia de cálculo proposta pela NBR 15569;
- na instalação do sistema de aquecimento solar recomenda-se instaladores que fazem parte do Programa de qualificação de fornecedores de sistemas de aquecimento solar - QUALISOL BRASIL.

b) Aquecedores a gás do tipo instantâneo

- aquecedores a gás do tipo instantâneo devem possuir etiqueta com classificação A, segundo regulamento específico do PBE/Inmetro;

- devem estar instalados em lugares protegidos permanentemente contra intempéries e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência.

c) Sistemas de aquecimento de água por bombas de calor

- as bombas de calor devem possuir COP maior ou igual a 3,0 W/W, medidos de acordo com a norma ASHRAE 146, ASHRAE 13256 ou AHRI 1160.
- não devem ser utilizados gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente (por exemplo, R22). Recomenda-se equipamentos que utilizem os gases R 134, R 407 ou similares.

d) Caldeiras a gás

- devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 2.4.

Tabela 2.4: Eficiência mínima para caldeiras de água a gás

Tipo de equipamento	Capacidade	Subcategoria	Eficiência mínima*	Procedimento de teste
Aquecedor de acumulação a gás	> 22,98 kW	< 309,75 W/L	80% Et(Q/800 + 110 $\sqrt{V}$) SL, W	ANSI Z21.10.3

*Fator energético (EF) e Eficiência térmica (Et) são requisitos mínimos, enquanto que as perdas em *standby* (SL) são computadas em W considerando uma diferença de temperatura de 38,9°C entre a água quente acumulada e as condições térmicas do ambiente interno. Na equação de EF, V representa o volume em unidades de galões (1 L = 0,264 gal). Na equação de SL, V representa o volume em unidades de galões e Q representa a potência nominal de entrada em W.

2.3.2.2 Nível B

Para atingir o nível B deve-se comprovar que um percentual igual ou superior a 70% da demanda de água quente é atendida por um ou mais dos sistemas descritos a seguir, e atender as condições de isolamento das tubulações descritas no item 2.3.2.4.

a) Sistema de aquecimento solar

Idem aos requisitos do item 2.4.2.1.

b) Aquecedores a gás do tipo instantâneo

Idem aos requisitos do item 2.4.2.1.

c) Sistemas de aquecimento de água por bombas de calor

- as bombas de calor devem possuir COP maior que 2,0 W/W, medidos de acordo com a norma ASHRAE 146 ou AHRI 1160;

- não devem ser utilizados gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente (por exemplo, R22). Recomenda-se equipamentos que utilizem os gases R 134, R 407 ou similares.

2.3.2.3 Nível C

Edifícios com sistema de aquecimento solar e a gás que atendam menos de 70% da demanda de água e sejam complementados por sistemas elétricos; e edifícios que tenham apenas aquecimento elétrico da água atingirão no máximo nível C, desde que atendam aos pré-requisitos a seguir:

a) Aquecedores elétricos de passagem, chuveiros elétricos e torneiras elétricas

- possuir eficiência energética superior a 95%;
- participar do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE/Inmetro;
- possuir potência menor ou igual a 4.600W.

  Obs.: Equipamentos com potência regulável serão classificados pela maior potência.

b) Aquecedores elétricos de hidromassagem

- possuir eficiência energética superior a 95%;
- participar do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE/Inmetro;
- possuir potência menor ou igual a 5.000W.

c) Aquecedores elétricos por acumulação (boiler)

- aquecedores elétricos por acumulação devem possuir etiqueta com classificação A, segundo regulamento específico do PBE/Inmetro.

~~**2.3.2.4** Isolamento de tubulações~~

~~O projeto de instalações hidrossanitárias deve comprovar que as tubulações metálicas para água quente possuem isolamento térmico com espessura mínima determinada pela Tabela 2.5, de acordo com o comprimento da tubulação. Para tubulações não metálicas, a espessura mínima do isolamento deve ser de 1cm, para qualquer comprimento de tubulação, com condutividade térmica entre 0,032e 0,040 W/m.K.~~

~~Para reservatórios de água quente instalados em sistemas que não sejam de aquecimento solar deve-se comprovar que a estrutura do reservatório apresenta resistência térmica mínima de 2,20 (m²K)/W.~~

"2.3.2.4 Isolamento de tubulações

O projeto de instalações hidrossanitárias deve comprovar que as tubulações metálicas para água quente possuem isolamento térmico com espessura mínima, em centímetros (cm), determinada pela Tabela 2.5, de acordo com o diâmetro nominal da tubulação. Para tubulações não metálicas, a espessura mínima do isolamento deve ser de 1,0 cm, para qualquer diâmetro nominal de tubulação, com condutividade térmica entre 0,032e 0,040 W/m.K.” (N.R.) **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)**

~~**Tabela 2.5: Espessura mínima de isolamento de tubulações para aquecimento de água**~~

~~**Faixa de temperatura do fluido (°C)**~~	~~**Condutividade térmica (W/m.K)**~~	~~**Comprimento da tubulação (cm)**~~	
		~~**< 100**~~	~~**≥ 100**~~
~~T ≥ 40~~	~~0,032 a 0,040~~	~~1 cm~~	~~2,5 cm~~

“Tabela 2.5: Espessura mínima (cm) de isolamento de tubulações para aquecimento de água

Temperatura da água (°C)	**Condutividade do isolamento**		**Diâmetro nominal da tubulação (mm)**	
	Condutividade térmica (W/mK)	**Temperatura de ensaio (°C)**	**< 40**	**≥ 40**
T ≥ 38	0,032 a 0,040	38	1,0 cm	2,5 cm

”(N.R.)

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

Para isolamentos cuja condutividade térmica esteja fora da faixa estipulada na Tabela 2.5, a espessura mínima (E) deve ser determinada pela Equação 2.2.

$$E = r\left\{\left(1+\frac{e}{r}\right)^{\lambda/\lambda'} - 1\right\} \qquad \text{Eq.2.2}$$

Onde:

E: espessura mínima de isolamento (cm);

r: raio externo da tubulação (cm);

e: espessura de isolamento listada nesta tabela para a temperatura do fluido e tamanho da tubulação em questão (cm);

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

λ': valor superior do intervalo de condutividade listado nesta tabela para a temperatura do fluido.

~~**2.3.3. Elevadores**~~

~~**2.3.3.1** Nível A:~~

- ~~Edifícios existentes que possuam elevador devem utilizar acionamento com inversor de frequência;~~
- ~~Edifícios construídos após a publicação deste RTQ devem possuir acionamento micro processado com inversor de frequência e frenagem regenerativa, e máquinas sem engrenagem (*gearless*).~~

~~**2.3.3.2** Nível B:~~

- ~~Edifícios construídos após a publicação deste RTQ devem possuir acionamento micro processado com inversor de freqüência.~~

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

2.4. Pré-requisitos Específicos

Além dos pré-requisitos gerais dos itens 3 a 6 - Envoltória, Iluminação, Condicionamento de Ar e Simulação - há pré-requisitos específicos que devem ser atendidos de acordo com os critérios de cada item.

No caso de uso do item 6, Simulação, após atendido o item e encontrada a eficiência, os seguintes pré-requisitos devem ser cumpridos no edifício:

- Pré-requisitos gerais;
- Pré-requisitos específicos do sistema de iluminação (item 4.1), de acordo com o nível de eficiência alcançado; e
- Pré-requisitos específicos do sistema de condicionamento de ar (item 5.1).

2.5. Bonificações

Iniciativas que aumentem a eficiência da edificação poderão receber até um ponto na classificação geral. Para tanto, essas iniciativas deverão ser justificadas e a economia gerada deve ser comprovada. Essas podem ser:

- sistemas e equipamentos que racionalizem o uso da água, tais como torneiras com arejadores e/ou temporizadores, sanitários com sensores, aproveitamento de água pluvial e de outras fontes alternativas de água, devem proporcionar uma economia mínima de 40% no consumo anual de água do edifício, considerando práticas correntes de dimensionamento;

- sistemas ou fontes renováveis de energia:

    - edificações em que a parcela de água quente representa um percentual igual ou maior a 10% do consumo energia e que utilizarem aquecimento solar de água devem provar atendimento com fração solar igual ou superior a 70%;

    - energia eólica ou painéis fotovoltaicos devem proporcionar economia mínima de 10% no consumo anual de energia elétrica do edifício;

- sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas, tais como iluminação natural, que comprovadamente aumentem a eficiência energética da edificação, proporcionando uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica.

"Além dos itens supracitados, edifícios com elevadores que atingirem nível A pela avaliação da norma VDI 4707 receberão 0,5 pontos. Caso exista mais de um elevador no edifício, todos devem obter classificação A para receber esta bonificação."(N.R.)

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

Obs.: economias em mais de um item, que sejam menores que os mínimos exigidos, podem ser combinadas, proporcionalmente, a fim de alcançar os percentuais exigidos para obtenção da bonificação.

3. ENVOLTÓRIA

3.1. Pré-requisitos específicos

Para classificação do nível de eficiência da envoltória, além do exigido no item 3.2, deverão ser atendidos os requisitos de acordo com o nível de eficiência pretendido, sendo:

3.1.1. Nível A

3.1.1.1 Transmitância térmica

- a transmitância térmica da cobertura (U_{cob}) de ambientes condicionados artificialmente não deve ultrapassar os seguintes limites, de acordo com sua Zona Bioclimática:

    a. Zona Bioclimática 1 e 2: 0,50 W/m²K, para ambientes condicionados artificialmente, e 1,00 W/m²K, para ambientes não condicionados;

    b. Zona Bioclimática 3 a 8: 1,00 W/m²K, para ambientes condicionados artificialmente, e 2,00 W/m²K, para ambientes não condicionados.

- a transmitância térmica das paredes externas (U_{par}) não deve ultrapassar os seguintes limites, de acordo com sua Zona Bioclimática:

    a. Zonas Bioclimáticas 1 e 2: 1,0 W/m^{2}K;

    b. Zonas Bioclimáticas 3 a 6: 3,7 W/m^{2}K;

    c. Zonas Bioclimáticas 7 e 8: 2,5 W/m²K, para paredes com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m^{2}K, e 3,7 W/m^{2}K, para paredes com capacidade térmica superior a 80 kJ/m^{2}K.

Exceção ao item 3.1.1.1: superfícies opacas (paredes vazadas, pórticos ou placas perfuradas) à frente de aberturas envidraçadas nas fachadas (paralelas aos planos de vidro), formando elementos de sombreamento. Estas superfícies devem estar fisicamente conectadas ao edifício e a uma distância até o plano envidraçado inferior a uma vez a altura de seu maior vão. Este afastamento entre os planos deve possuir proteção solar horizontal como beiral ou marquise.

3.1.1.2 Cores e absortância de superfícies

São obrigatórios os seguintes pré-requisitos para as Zonas Bioclimáticas 2 a 8:

- utilização de materiais de revestimento externo de paredes com absortância solar baixa, $\alpha < 0,50$ do espectro solar;

- em coberturas, a utilização de cor de absortância solar baixa ($\alpha < 0,50$ do espectro solar), telhas cerâmicas não esmaltadas, teto jardim ou reservatórios de água.

3.1.1.3 Iluminação zenital

No caso de existência de aberturas zenitais, a edificação deve atender ao fator solar máximo do vidro ou do sistema de abertura para os respectivos PAZ, de acordo com a Tabela 3.1. Para edificações com PAZ maior que 5%, pretendendo alcançar classificação A, deve-se utilizar simulação computacional de acordo com o item 6.

Tabela 3.1: Limites de fator solar de vidros e de percentual de abertura zenital para coberturas

PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
FS	0,87	0,67	0,52	0,30

3.1.2. Nível B

3.1.2.1 Transmitância térmica

- a transmitância térmica da cobertura (U_{cob}) de ambientes condicionados artificialmente não deve ultrapassar os seguintes limites, de acordo com sua Zona Bioclimática:

    a. Zona Bioclimática 1 e 2: 1,00 W/m²K, para ambientes condicionados artificialmente, e 1,50 W/m²K, para ambientes não condicionados;

    b. Zona Bioclimática 3 a 8: 1,50 W/m²K, para ambientes condicionados artificialmente, e 2,00 W/m²K, para ambientes não condicionados.

- a transmitância térmica das paredes externas (U_{par}) não deve ultrapassar os seguintes limites, de acordo com sua Zona Bioclimática:

    a. Zonas Bioclimáticas 1 e 2: 2,00 W/m^{2}K;

    b. Zonas Bioclimáticas 3 a 6: 3,70 W/m^{2}K.

    c. Zonas Bioclimáticas 7 e 8: 2,50 W/m²K, para paredes com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m^{2}K, e 3,70 W/m^{2}K, para paredes com capacidade térmica superior a 80 kJ/m^{2}K.

Exceção ao item 3.1.2.1: superfícies opacas (paredes vazadas, pórticos ou placas perfuradas) à frente de aberturas envidraçadas nas fachadas (paralelas aos planos de vidro), formando elementos de sombreamento. Estas superfícies devem estar fisicamente conectadas ao edifício e a uma distância até o plano envidraçado inferior a uma vez a

altura de seu maior vão. Este afastamento entre os planos deve possuir proteção solar horizontal como beiral ou marquise.

3.1.2.2 Cores e absortância de superfícies

São obrigatórios os seguintes pré-requisitos para as Zonas Bioclimáticas 2 a 8:

- em coberturas, utilização de cor de absortância solar baixa ($\alpha < 0,50$ do espectro solar), telhas cerâmicas não esmaltadas, teto jardim ou reservatórios de água.

3.1.2.3 Iluminação zenital

No caso de existência de aberturas zenitais, a edificação deve atender ao fator solar máximo do vidro ou do sistema de abertura para os respectivos PAZ, de acordo com a Tabela 3.1. Para edificações com PAZ maior que 5%, pretendendo alcançar classificação A, deve-se utilizar simulação computacional de acordo com o item 6.

Tabela 3.1: Limites de fator solar de vidros e de percentual de abertura zenital para coberturas

PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
FS	0,87	0,67	0,52	0,30

3.1.3. Níveis C e D: Transmitâncias térmicas

Componentes opacos (paredes e coberturas) devem possuir transmitâncias térmicas máximas de acordo com os requisitos a seguir:

- a transmitância térmica da cobertura (U_{cob}) não deve ultrapassar 2,00 W/m^{2}K para qualquer ambiente ou Zona Bioclimática;

- a transmitância térmica das paredes externas (U_{par}) não deve ultrapassar os seguintes limites, de acordo com sua Zona Bioclimática:

    a. Zonas Bioclimáticas 1 a 6: 3,70 W/m^{2}K;

    b. Zonas Bioclimáticas 7 e 8: 2,50 W/m²K, para paredes com capacidade térmica máxima de 80 kJ/m^{2}K, e 3,70 W/m^{2}K para paredes com capacidade térmica superior a 80 kJ/m^{2}K.

Exceção ao item 3.1.3: superfícies opacas (paredes vazadas, pórticos ou placas perfuradas) à frente de aberturas envidraçadas nas fachadas (paralelas aos planos de vidro), formando elementos de sombreamento. Estas superfícies devem estar fisicamente

conectadas ao edifício e a uma distância até o plano envidraçado inferior a uma vez a altura de seu maior vão. Este afastamento entre os planos deve possuir proteção solar horizontal como beiral ou marquise.

3.2. Procedimentos de cálculo

3.2.1. Transmitância térmica

- coberturas de garagens, casa de máquinas e reservatórios de água não são considerados para o cálculo da transmitância térmica da cobertura;
- a transmitância térmica a ser considerada para a avaliação do pré-requisito é a média das transmitâncias de cada parcela das paredes, ou cobertura, ponderadas pela área que ocupam;
- os pisos de áreas externas localizados sobre ambiente(s) de permanência prolongada devem atender aos pré-requisitos de transmitância de coberturas, pilotis e varandas são exemplos deste item;
- para obtenção dos níveis A, B ou C, paredes e coberturas em contato com painéis solares devem possuir uma transmitância máxima de 1,00 W/m²K, exceto quando houver isolamento térmico apropriado no próprio dispositivo.

3.2.2. Cores e absortância de superfícies

- a absortância solar a ser considerada para a avaliação do pré-requisito é a média das absortâncias de cada parcela das paredes, ou cobertura, ponderadas pela área que ocupam.

  Obs.: recomenda-se utilizar os valores da NBR 15220 - Parte 2, valores fornecidos pelo fabricante ou valores resultados de medições realizadas de acordo com as normas ASTM E1918-06, ASTM E903-96, ASHRAE 74-1988.

- os pisos de áreas externas localizados sobre ambiente(s) de permanência prolongada devem atender aos pré-requisitos de absortância solar de coberturas, pilotis e varandas são exemplos deste item;
- nas fachadas envidraçadas onde exista parede na face interna do vidro, deve-se considerar um dos casos abaixo:

a. vidro em contato direto com a parede: a absortância total será igual à absortância do vidro somada ao produto entre a transmitância solar do vidro e absortância da parede, conforme a Equação 3.1:

$$\alpha = \alpha_{vidro} + (\tau_{vidro} \times \alpha_{parede}) \qquad \text{Eq. 3.1}$$

b. câmara de ar entre a parede e o vidro: a absortância da superfície será igual ao produto do fator solar do vidro pela absortância da parede, conforme Equação 3.2:

$$\alpha = FS_{vidro} \times \alpha_{parede} \qquad \text{Eq. 3.2}$$

- não fazem parte da ponderação de áreas para o cálculo da absortância:

a. fachadas construídas na divisa do terreno, desde que encostadas em outra edificação de propriedade alheia;

b. áreas cobertas por coletores e painéis solares;

c. superfícies inteiras (100%) com comprovação de estarem 100% do tempo sombreadas, sem considerar o sombreamento do entorno.

3.2.3. Cálculo do FA e FF

- Considera-se para o cálculo:

a. bloco de estacionamento no térreo, com ambientes de permanência prolongada;

b. subsolos semi-enterrados, com ambientes de permanência prolongada, deve-se considerar para o cálculo as paredes que não estão em contato com o solo.

- Não se considera para o cálculo:

a. bloco de estacionamento no subsolo ou subsolo semi-enterrado, sem ambientes de permanência prolongada: usar somente a torre;

b. bloco de estacionamento no térreo ou cobertura, sem ambientes de permanência prolongada, e com portaria e hall de entrada/elevadores **não** condicionados: usar somente a torre.

Obs. Qualquer tipo de estacionamento: considerar para iluminação.

3.2.4. Percentual de Abertura na Fachada (PAF)

- Na equação, o Percentual de Área de Abertura na Fachada total (PAF_T) corresponde a um valor médio representativo do percentual de aberturas de todas as fachadas. Para o uso deste valor, primeiramente deve-se realizar o cálculo do PAF para a fachada oeste (PAF_O) e em seguida o PAF_T. Se o PAF_O for pelo menos 20% maior que o PAF_T, deve-se adotar o PAF_O na equação;

- As aberturas voltadas para a área externa através de varandas internas à projeção do edifício devem ser contabilizadas para o cálculo do PAF, desde que a profundidade desta varanda não ultrapasse duas vezes a altura do pé direito (ver Anexo I). Entretanto, somente a parte vista ortogonalmente em fachada deve ser considerada para o PAF, descontando o caixilho. O sombreamento causado por esta varanda não deve ser considerado como ângulo de sombreamento;

- Aberturas com sistemas de proteção solar paralelas à fachada e com sua parte superior fechada devem ter consideradas, para o cálculo do PAF_T, apenas as áreas de aberturas vistas ortogonalmente através da proteção solar (ver Anexo II). Este sistema de proteção deve ser parte integrante do projeto do edifício e estar a uma distância do plano envidraçado inferior a uma vez a altura do maior vão da proteção. Neste caso, o ângulo de sombreamento não será considerado para o cálculo do AVS e AHS, aplicando-se zero na ponderação do ângulo de sombreamento.

3.2.5. Ângulos de sombreamento

- Os ângulos de sombreamento utilizados no cálculo do IC_{env} são o resultado da ponderação do ângulo em função da área das aberturas. O AHS de cada abertura deve ser calculado como a média dos dois ângulos encontrados, um para cada lateral da abertura;

- em aberturas com sistemas de proteção solar paralelos à fachada e com sua parte superior fechada, com uma distância entre a proteção solar e o plano envidraçado inferior a uma vez a altura do maior vão da proteção considera-se o ângulo médio entre as várias proteções solares (ver Anexo II);

- o autossombreamento (sombreamento ocasionado pelo edifício sobre si mesmo) deve ser usado para cálculo dos ângulos de sombreamento. Já sombreamento proveniente do entorno (edifícios vizinhos e/ou acidentes geográficos) não pode ser usado no cálculo dos ângulos de sombreamento do método prescritivo;

- ângulos de sombreamento, formados pelo recuo da abertura na parede, maiores que 10^{o} devem ser considerados para o cálculo do índice de consumo da envoltória (IC_{env});

- sistemas de proteção solar vazados, formados por placas com aletas paralelas, devem ter estabelecidos uma relação entre a altura (para AVS) ou profundidade (para AHS) da aleta e o vão entre estas aletas. A razão a altura (ou profundidade) e o vão é o fator de correção a ser multiplicado pelo AVS ou AHS. Fatores de correção maiores que um, adotar um (ver Anexo III);

- proteções solares móveis deverão ser consideradas como elementos fixos com ângulo de sombreamento máximo possível de ser obtido para inserção no cômputo da ponderação dos ângulos;

- os ângulos de sombreamento a serem inseridos nas equações 3.3 a 3.12 devem ser usados com valor máximo de 45°, sendo que para a Equação 3.11, o AVS máximo é de 25°. Entretanto, esta exigência não determina o dimensionamento das proteções solares. Elas devem ser projetadas para evitar o sobre-aquecimento dos ambientes internos considerando as necessidades de sombreamento específicas do edifício, as condições sazonais do clima local (trajetória solar e temperaturas) e a orientação de cada fachada. A limitação do ângulo de 25^{o} é um fator de segurança para o uso da Equação 3.11, e não implica em uma limitação de projeto para as Zonas Bioclimáticas 6 e 8.

3.3. Procedimento de determinação da eficiência

Escopo: Esta seção descreve o método de classificação de eficiência da envoltória, baseado em um indicador de consumo obtido através de uma equação.

Há duas equações por Zona Bioclimática: uma para edifícios com área de projeção (A_{pe}) menor que 500 m^2 e outra para edifícios com área de projeção maior que 500 m^2. O zoneamento bioclimático brasileiro é estabelecido na NBR 15220 - Parte 3. No desenvolvimento das equações do indicador de consumo, algumas zonas bioclimáticas foram agrupadas, sendo representadas pela mesma equação. São elas ZB2 e ZB3; ZB4 e ZB5; ZB6 e ZB8.

As equações para A_{pe} > 500 m² são válidas para um Fator de Forma mínimo permitido (A_{env}/V_{tot}). As equações para A_{pe} < 500 m² são válidas para um Fator de Forma máximo permitido (A_{env}/V_{tot}). Acima ou abaixo desses, deve-se utilizar os valores limites.

O Indicador de Consumo da envoltória do edifício proposto (IC_{env}) deve ser calculado com as Equações 3.3 a 3.12, de acordo com a cidade e Zona Bioclimática onde o edifício está inserido:

a. Zona Bioclimática 1: (exemplo: cidade de CURITIBA)

A_{pe}≤500 m²

Limite: Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,60

$$IC_{env} = -43,0.FA - 316,62.FF + 16,83.PAF_T + 7,39.FS - 0,20.AVS + 0,20.AHS + \\ + 132,5.\frac{FA}{FF} - 77.FA.FF - 0,92.FF.PAF_T.AHS + 182,66 \quad \text{Eq. 3.3}$$

A_{pe} >500 m²

Limite: Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,17

~~$IC_{env} = 10,47.FA + 298,74.FF + 38,41.PAF_T - 1,11.FS - 0,11.AVS + 0,24.AHS - \\ - 0,54.PAF_T.AHS + 47,53$~~ ~~Eq. 3.4~~

$IC_{env} = 10,47.FA + 298,74.FF + 38,41.PAF_T - 1,11.FS - 0,11.AVS + 0,24.AHS - \\ 0,54.PAF_T.AHS + 47,53$ Eq. 3.4

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

b. Zona Bioclimática 2 e 3: (exemplo: cidade de FLORIANÓPOLIS)

A_{pe} ≤500 m²

Limite: Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,70

$$IC_{env} = -175,30.FA - 212,79.FF + 21,86.PAF_T + 5.59.FS - 0,19.AVS + 0,15.AHS + \\ + 275,19.\frac{FA}{FF} + 213,35.FA.FF - 0,04.PAF_T.FS.AVS - 0,45.PAF_T.AHS + 190,42$$

Eq. 3.5

A_{pe} >500 m²

Limite: Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,15

~~$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF_T + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \\ - \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF_T.AHS + 277,98$~~

~~Eq. 3.6~~

$$IC_{env} = -14,14.FA - 113,94.FF + 50,82.PAF_T + 4,86.FS - 0,32.AVS + 0,26.AHS - \\ \frac{35,75}{FF} - 0,54.PAF_T.AHS + 277,98$$

Eq. 3.6

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

c. Zona Bioclimática 4 e 5: (exemplo: cidade de BRASÍLIA)

$A_{pe} \leq$500 m²

Limite: Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,75

~~$IC_{env} = 105,39.FA - 207,12.FF + 4,61.PAF_T + 8,08.FS - 0,31.AVS - 0,07.AHS - \\ - 82,34.FA.FF + 3,45.PAF_T.FS - 0,005.PAF_T.FS.AVS.AHS + 171,27$~~

~~Eq. 3.7~~

$$IC_{env} = 105,39.FA - 207,12.FF + 4,61.PAF_T + 8,08.FS - 0,31.AVS - 0,07.AHS - \\ 82,34.FA.FF + 3,45.PAF_T.FS - 0,005.PAF_T.FS.AVS.AHS + 171,27$$

Eq. 3.7

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

A_{pe} >500 m²

Limite: Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = livre

~~$IC_{env} = 511,12.FA + 0,92.FF - 95,71.PAF_T - 99,79.FS - 0,52.AVS - 0,29.AHS - \\ - 380,83.FA.FF + \frac{4,27}{FF} + 729,20.PAF_T.FS + 77,15$~~

~~Eq. 3.8~~

$$IC_{env} = 511,12.FA + 0,92.FF - 95,71.PAF_T - 99,79.FS - 0,52.AVS - 0,29.AHS - \\ 380,83.FA.FF + \frac{4,27}{FF} + 729,20.PAF_T.FS + 77,15$$

Eq. 3.8

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

d. Zona Bioclimática 7: (exemplo: cidade de CUIABÁ)

A_{pe} ≤500 m²

Limite: Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,60

~~$IC_{env} = 32{,}62.FA - 580{,}03.FF - 8{,}59.PAF_T + 18{,}48.FS - 0{,}62.AVS - 0{,}47.AHS + 200{,}0.\frac{FA}{FF} - 192{,}5.FA.FF + 70{,}22.FF.PAF_T - 0{,}55.PAF_T.AHS + 318{,}65$~~ ~~Eq. 3.9~~

$$IC_{env} = 32{,}62.FA - 580{,}03.FF - 8{,}59.PAF_T + 18{,}48.FS - 0{,}62.AVS - 0{,}47.AHS + 200{,}0.\frac{FA}{FF} - 192{,}5.FA.FF + 70{,}22.FF.PAF_T - 0{,}55.PAF_T.AHS + 318{,}65 \quad \text{Eq. 3.9}$$

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

A_{pe} >500 m²

Limite: Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,17

$$IC_{env} = -69{,}48.FA + 1347{,}78.FF + 37{,}74.PAF_T + 3{,}03.FS - 0{,}13.AVS - 0{,}19.AHS + \frac{19{,}25}{FF} + 0{,}04.\frac{AHS}{(PAF_T.FS)} - 306{,}35 \quad \text{Eq. 3.10}$$

e. Zona Bioclimática 6 e 8: (exemplo: cidade de SALVADOR)

A_{pe} ≤500 m²

Limite: Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,48

~~$IC_{env} = 454{,}47.FA - 1641{,}37.FF + 33{,}47.PAF_T + 7{,}06.FS + 0{,}31.AVS - 0{,}29.AHS - 1{,}27.PAF_T.AVS + 0{,}33.PAF_T.AHS + 718$~~ ~~Eq. 3.11~~

$$IC_{env} = 454{,}47.FA - 1641{,}37.FF + 33{,}47.PAF_T + 7{,}06.FS + 0{,}31.AVS - 0{,}29.AHS - 1{,}27.PAF_T.AVS + 0{,}33.PAF_T.AHS + 718 \quad \text{Eq. 3.11}$$

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

A_{pe} >500 m²

Limite: Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,17

$$IC_{env} = -160{,}36.FA + 1277{,}29.FF - 19{,}21.PAF_T + 2{,}95.FS - 0{,}36.AVS - 0{,}16.AHS + 290{,}25.FF.PAF_T + 0{,}01.PAF_T.AVS.AHS - 120{,}58 \quad \text{Eq. 3.12}$$

Onde as variáveis das Equações 3.3 a 3.12 são:

IC_{env}: Indicador de Consumo da envoltória (adimensional);

A_{pe}: Área de projeção do edifício (m^2);

A_{tot}: Área total construída (m^2);

A_{env}: Área da envoltória (m^2);

A_{pcob}: Área de projeção da cobertura (m^2);

AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento;

AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento;

FF: Fator de Forma, (A_{env}/ V_{tot});

FA: Fator Altura, (A_{pcob}/ A_{tot});

FS: Fator Solar;

PAF_T: Percentual de Abertura na Fachada total (adimensional, para uso na equação);

V_{tot}: Volume total da edificação (m^3).

O indicador de consumo obtido deve ser comparado a uma escala numérica dividida em intervalos que descrevem um nível de classificação de desempenho que varia de A a E. Quanto menor o indicador obtido, mais eficiente será a envoltória da edificação. A escala numérica da classificação de eficiência é variável e deve ser determinada para cada volumetria de edifício através dos parâmetros Fator Altura e Fator de Forma: razão entre a área de projeção da cobertura e a área total construída (A_{pcob}/A_{tot}) e razão entre a área da envoltória e o volume total (A_{env}/V_{tot}). Os demais parâmetros da equação são fornecidos.

Procedimento para classificação:

a. calcula-se o indicador de consumo por meio da equação IC_{env} com os dados do projeto do edifício;

b. calcula-se o limite máximo do indicador de consumo para aquela volumetria, $IC_{máxD}$, por meio da mesma equação, mas com os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 3.2; o $IC_{máxD}$ representa o indicador máximo que a edificação deve atingir para obter a classificação D, acima deste valor, a edificação passa a ser classificada com o nível E;

Tabela 3.2: Parâmetros do $IC_{máxD}$

PAF_T	FS	AVS	AHS
0,60	0,61	0	0

c. calcula-se o limite mínimo $IC_{mín}$ por meio da equação, com os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 3.3; o $IC_{mín}$ representa o indicador de consumo mínimo para aquela volumetria;

Tabela 3.3: Parâmetros do $IC_{mín}$

PAF_T	FS	AVS	AHS
0,05	0,87	0	0

d. os limites $IC_{máxD}$ e $IC_{mín}$ representam o intervalo dentro do qual a edificação proposta deve se inserir. O intervalo é dividido em 4 partes (i), cada parte se refere a um nível de classificação numa escala de desempenho que varia de A a E. A subdivisão i do intervalo é calculada com a Eq.3.13;

$$i = \frac{(IC_{máxD} - IC_{mín})}{4} \qquad \text{Eq. 3.13}$$

e. com o valor de i calculado, preenche-se a seguinte Tabela 3.4;

Tabela 3.4: Limites dos intervalos dos níveis de eficiência

Eficiência	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**
Lim Mín	-	$IC_{máxD}$ - 3i + 0,01	$IC_{máxD}$ - 2i + 0,01	$IC_{máxD}$ – i + 0,01	$IC_{máxD}$ + 0,01
Lim Máx	$IC_{máxD}$ - 3i	$IC_{máxD}$ - 2i	$IC_{máxD}$ - i	$IC_{máxD}$	-

f. comparar o IC_{env} (a) obtido com os limites da tabela acima e identificar o nível de eficiência do projeto em questão.

“3.4. Considerações sobre os componentes das edificações em relação aos pré-requisitos, procedimentos de cálculo e procedimentos de determinação da eficiência.

A Tabela 3.5 determina a necessidade de consideração dos diferentes componentes da edificação em relação aos pré-requisitos, procedimentos de cálculo da envoltória e procedimentos de determinação da eficiência.

Tabela 3.5: Consideração ou não dos diferentes componentes da edificação em relação aos parâmetros da envoltória (pré-requisitos e equação)

Componente da edificação	FF	FA	PAFt e PAZ	Ucob	αcob	Upar	αpar
Paredes sombreadas (100% sombreadas) – sem considerar o sombreamento do entorno	SIM	SIM	SIM	-	-	SIM	NÃO
Paredes e coberturas em contato com painéis solares que possuem isolamento no próprio dispositivo (com comprovação)	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Paredes e coberturas em contato com painéis solares sem isolamento (ou sem comprovação)	SIM	SIM	SIM	SIM (U≤1,00 W/m²K)	NÃO	SIM (U≤1,00 W/m²K)	NÃO
Ambientes de permanência transitória acima da laje de cobertura (exemplo: casa de máquinas, reservatório de água, depósito, circulações e heliponto)	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Ambiente de permanência transitória no último pavimento que não possua ligação com ambientes de permanência prolongada no mesmo pavimento (exemplo: circulação para acesso à salas destinadas à manutenção de equipamentos ou sistemas)	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Ambiente de permanência transitória no último pavimento que possua ligação com ambientes de permanência prolongada no mesmo pavimento (exemplo: circulação para acesso à salas de uso comercial)	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Caixa de escada acima da laje de cobetura	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Piscinas descobertas na cobertura	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Áreas sobre pilotis e volumes em balanço	SIM	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Pisos de áreas externas localizados sobre ambientes de permanência prolongada	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	-	-
Subsolo	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Beirais, marquises e coberturas	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

sobre varandas (abertas)							
Bloco de garagem localizada no pavimento térreo ou cobertura, sem ambientes de permanência prolongada, e com portaria e hall de entrada/elevadores não condicionados	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Bloco de garagem localizada no pavimento térreo ou cobertura, sem ambientes de permanência prolongada, e com portaria e hall de entrada/elevadores condicionados	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Bloco de garagem localizada no pavimento térreo ou cobertura, sem ambientes de permanência prolongada, e com portaria e hall de entrada/elevadores condicionados - apenas área de cobertura da garagem	SIM	SIM	SIM	NÃO	NÃO	-	-

Nota: Vãos de escadas, mezaninos e átrios devem ser descontados."(N.R.) **(Incluído pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

4. SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

4.1. Pré-requisitos específicos

Para classificação do sistema de iluminação, além dos limites de potência instalada estabelecidos no item 4.2, deverão ser respeitados os critérios de controle do sistema de iluminação, de acordo com o nível de eficiência pretendido, conforme os requisitos abaixo:

a. Nível A – o controle do sistema de iluminação deve atender às características estabelecidas nos itens 4.1.1, 4.1.2, e 4.1.3.

b. Nível B – o controle do sistema de iluminação deve atender, pelo menos, às características estabelecidas nos itens 4.1.1 e 4.1.2.

c. Nível C – o controle do sistema de iluminação deve atender, pelo menos, às características estabelecidas no item 4.1.1.

4.1.1. Divisão dos circuitos

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

do ambiente. 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. 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. Por questões de segurança, ambientes de uso público poderão ter o controle manual em local de acesso a funcionários.

Para ambientes maiores do que 250 m², cada dispositivo de controle instalado deve controlar:

- uma área de até 250 m² para ambientes até 1000 m²;
- uma área de até 1000 m² para ambientes maiores do que 1000 m².

4.1.2. Contribuição da luz natural

Ambientes com abertura(s) voltada(s) para o ambiente externo ou para átrio não coberto ou de cobertura translúcida e que contenham mais de uma fileira de luminárias paralelas à(s) abertura(s) devem possuir um controle instalado, manual ou automático, para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à abertura, de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível. Unidades de edifícios de meios de hospedagem são exceção a este pré-requisito.

4.1.3. Desligamento automático do sistema de iluminação

O sistema de iluminação interna de ambientes maiores que 250 m^2 deverá possuir um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação. Este dispositivo de controle automático deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções:

- um sistema automático com desligamento da iluminação em um horário pré-determinado. Deverá existir uma programação independente para um limite de área de até 2500 m²; ou
- um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes; ou
- um sinal de um outro controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada.

Exceções ao item 4.1.3:

- ambientes que devem propositadamente funcionar durante 24 h;
- ambientes onde existe tratamento ou repouso de pacientes;
- ambientes onde o desligamento automático da iluminação pode comprovadamente oferecer riscos à integridade física dos usuários.

4.2. Procedimento de determinação da eficiência

Escopo: Estabelece o limite de potência de iluminação interna para os espaços internos dos edifícios. Os níveis de eficiência para a potência de iluminação variam de A (mais eficiente) a E (menos eficiente).

A avaliação do sistema de iluminação deve ser realizada através de um dos seguintes métodos:

- método da área do edifício, ou
- método das atividades do edifício.

Devem ser excluídos do cálculo da potência instalada da iluminação os sistemas que forem complementares à iluminação geral e com controle independente nas seguintes situações:

- iluminação de destaque que seja parte essencial para o funcionamento de galerias, museus e monumentos;
- iluminação contida ou parte integrante de equipamentos ou instrumentos, desde que instalada pelo próprio fabricante, como lâmpadas de refrigeradores, geladeiras, etc;
- 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 a aquecimento de alimentos e em equipamentos de preparação de alimentos;
- iluminação totalmente voltada ao crescimento de plantas ou 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 transmissão pela televisão;
- iluminação de circulação externa;
- iluminação de tarefa ligada diretamente em tomadas, como luminária de mesa.

4.2.1. Método da área do edifício

O método da área do edifício avalia de forma conjunta todos os ambientes do edifício e atribui um único valor limite para a avaliação do sistema de iluminação. Este método deve ser utilizado para edifícios com até três atividades principais, ou para atividades que ocupem mais de 30% da área do edifício.

Para a avaliação deve-se seguir as etapas abaixo:

a. Identificar a atividade principal do edifício, de acordo com a Tabela 4.1, e a densidade de potência de iluminação limite (DPI_L – W/m^2) para cada nível de eficiência;

   Obs.: Para edifícios com atividades não listadas deve-se escolher uma atividade equivalente.

b. determinar a área iluminada do edifício;

c. multiplicar a área iluminada pela DPI_L, para encontrar a potência limite do edifício;

d. quando o edifício for caracterizado por até três atividades principais determina-se a densidade de potência de iluminação limite (DPI_L) para cada atividade e a área iluminada para cada uma. A potência limite para o edifício será a soma das potências limites para cada atividade do edifício;

Obs.: a verificação do nível de eficiência será feita através da potência total instalada no edifício, e não por atividade.

e. comparar a potência total instalada no edifício e a potência limite para determinar o nível de eficiência do sistema de iluminação;

f. após determinar o nível de eficiência alcançado pelo edifício deve-se verificar o atendimento dos pré-requisitos em todos os ambientes;

g. se existirem ambientes que não atendam aos pré-requisitos, o EqNum deverá ser corrigido através da ponderação entre os níveis de eficiência e potência instalada dos ambientes que não atenderam aos pré-requisitos e a potência instalada e o nível de eficiência encontrado para o sistema de iluminação.

Tabela 4.1: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método da área do edifício

Função do Edifício	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m^2 (Nível A)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m^2 (Nível B)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m^2 (Nível C)	Densidade de Potência de Iluminação limite W/m^2 (Nível D)
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Armazém	7,1	8,2	9,2	10,3
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Bombeiros	7,6	8,7	9,9	11,0
Centro de Convenções	11,6	13,3	15,1	16,8
Cinema	8,9	10,2	11,6	12,9
Comércio	15,1	17,4	19,6	21,9
Correios	9,4	10,8	12,2	13,6
Venda e Locação de Veículos	8,8	10,1	11,4	12,8
Escola/Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5
Escritório	9,7	11,2	12,6	14,1
Estádio de esportes	8,4	9,7	10,9	12,2
Garagem – Ed. Garagem	2,7	3,1	3,5	3,9
Ginásio	10,8	12,4	14,0	15,7
Hospedagem, Dormitório	6,6	7,6	8,6	9,6
Hospital	13,0	15,0	16,9	18,9
Hotel	10,8	12,4	14,0	15,7
Igreja/Templo	11,3	13,0	14,7	16,4
Restaurante	9,6	11,0	12,5	13,9
Restaurante: Bar/Lazer	10,7	12,3	13,9	15,5
Restaurante: Fast-food	9,7	11,2	12,6	14,1
Museu	11,4	13,1	14,8	16,5
Oficina	12,9	14,8	16,8	18,7
Penitenciária	10,4	12,0	13,5	15,1
Posto de Saúde/Clínica	9,4	10,8	12,2	13,6
Posto Policial	10,3	11,8	13,4	14,9
Prefeitura – Inst. Gov.	9,9	11,4	12,9	14,4
Teatro	15,0	17,3	19,5	21,8
Transportes	8,3	9,5	10,8	12,0
Tribunal	11,3	13,0	14,7	16,4

4.2.2. Método das atividades do edifício

O método das atividades do edifício avalia separadamente os ambientes do edifício e deve ser utilizado para edifícios em que o método anterior não é aplicável. Para a avaliação deve-se seguir as etapas abaixo:

a. Identificar adequadamente as atividades encontradas no edifício, de acordo com a Tabela 4.2;

b. consultar a densidade de potência de iluminação limite (DPI_L – W/m^2) para cada nível de eficiência para cada uma das atividades, na Tabela 4.2;

   Obs.: Para atividades não listadas deve-se escolher uma atividade equivalente.

c. multiplicar a área iluminada de cada atividade pela DPI_L, para encontrar a potência limite para cada atividade. A potência limite para o edifício será a soma das potências limites das atividades;

d. calcular a potência instalada no edifício e compará-la com a potência limite do edifício, identificando o EqNum (equivalente numérico) do sistema de iluminação;

e. se existirem ambientes que não atendam aos pré-requisitos, o EqNum deverá ser corrigido através da ponderação entre os níveis de eficiência e potência instalada dos ambientes que não atenderam aos pré-requisitos e a potência instalada e o nível de eficiência encontrado para o sistema de iluminação.

   Obs.: Opcionalmente, ambientes que possuam o índice de ambiente (K) menor que o definido na Tabela 4.2, ou Room Cavity Ratio (RCR) maior que o da Tabela 4.2 podem ter um aumento em 20% na densidade de potência de iluminação limite (DPI_L). Este aumento de potência poderá ser utilizado apenas por este ambiente, que deve ser avaliado individualmente, não sendo computado na potência limite para o edifício.

$$K = \frac{A_t + A_{pt}}{A_p}$$ **Eq. 4.1**

Onde:

K: índice de ambiente (adimensional);

A_t: Área de teto (m²);

A_{pt}: Área do plano de trabalho (m²);

A_p: Área de parede entre o plano iluminante e plano de trabalho (m²);

$$RCR = \frac{2{,}5 \times H_p \times P}{A}$$ **Eq. 4.2**

Onde:

RCR: Room Cavity Ratio (adimensional);

H_p: Altura de parede, considerar altura entre o plano iluminante e o plano de trabalho (m²);

P: Perímetro do ambiente (m²);

A: Área do ambiente (m²);

Quando existirem ambientes que utilizem este recurso (K/RCR), o EqNum será encontrado através da ponderação dos equivalentes numéricos destes ambientes e do edifício por suas potências.

Tabela 4.2: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades do edifício

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI_L Nível A ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível B ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível C ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível D ($W/m^{2)}$)
	K	RCR				
Armazém, Atacado						
Material pequeno/leve	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Material médio/volumoso	1,20	4	5,00	6,00	7,0	8,00
Átrio - por metro de altura						
até 12,20 m de altura	-		0,30[1]	0,36[1]	0,42[1]	0,48[1]
acima de 12,20 m de altura	-		0,20[1]	0,24[1]	0,28[1]	0,32[1]
Auditórios e Anfiteatros						
Auditório	0,80	6	8,50	10,20	11,90	13,60
Centro de Convenções	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Cinema	1,20	4	5,00	6,00	7,00	8,00
Teatro	0,60	8	26,20	31,44	36,68	41,92
Banco/Escritório - Área de atividades bancárias	0,80	6	14,90	17,88	20,86	23,84
Banheiros	0,60	8	5,00	6,00	7,00	8,00
Biblioteca						
Área de arquivamento	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Área de leitura	1,20	4	10,00	12,00	14,00	16,00
Área de estantes	1,20	4	18,40	22,08	25,76	29,44
Casa de Máquinas	0,80	6	6,00	7,20	8,40	9,60
Centro de Convenções - Espaço de exposições	1,20	6	15,60	18,72	21,84	24,96
Circulação	<2,4m largura		7,10	8,52	9,94	11,36
Comércio						
Área de vendas	0,80	6	18,10	21,72	25,34	28,96
Pátio de área comercial	1,20	4	11,80	14,16	16,52	18,88
Provador	0,60	8	10,20	12,24	14,28	16,32
Cozinhas	0,80	6	10,70	12,84	14,98	17,12
Depósitos	0,80	6	5,00	6,00	7,0	8,00
Dormitórios – Alojamentos	0,60	8	4,10	4,92	5,74	6,56
Escadas	0,60	10	7,40	8,88	10,36	11,84
Escritório	0,60	8	11,90	14,28	16,66	19,04
Escritório – Planta livre	1,20	4	10,50	12,60	14,70	16,80
Garagem	1,20	4	2,00	2,40	2,80	3,20

[1] Por metro de altura.

Tabela 4.2: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades do edifício (continuação)

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI_L Nível A ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível B ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível C ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível D ($W/m^{2)}$)
	K	RCR				
Ginásio/Academia						
Área de Ginástica	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Arquibancada	1,20	4	7,50	9,00	10,50	13,00
Esportes de ringue	1,20	4	28,80	34,56	40,32	46,08
Quadra de esportes – classe 4[2]	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Quadra de esportes – classe 3[3]	1,20	4	12,90	15,48	18,06	20,64
Quadra de esportes – classe 2[4]	1,20	4	20,70	24,84	28,98	33,12
Quadra de esportes – classe 1[5]	1,20	4	32,40	38,88	45,36	51,84
Hall de Entrada- Vestíbulo	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Cinemas	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Hotel	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Salas de Espetáculos	0,80	6	8,00	9,60	11,20	12,80
Hospital						
Circulação	<2,4m largura		9,60	11,52	13,44	15,36
Emergência	0,80	6	24,30	29,16	34,02	38,88
Enfermaria	0,80	6	9,50	11,4	13,3	15,2
Exames/Tratamento	0,60	8	17,90	21,48	25,06	28,64
Farmácia	0,80	6	12,30	14,76	17,22	19,68
Fisioterapia	0,80	6	9,80	11,76	13,72	15,68
Sala de espera, estar	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Radiologia	0,80	6	14,20	17,04	19,88	22,72
Recuperação	0,80	6	12,40	14,88	17,36	19,84
Sala de Enfermeiros	0,80	6	9,40	11,28	13,16	15,04
Sala de Operação	0,80	6	20,30	24,36	28,42	32,48
Quarto de pacientes	0,80	6	6,70	8,04	9,38	10,72
Suprimentos médicos	0,80	6	13,70	16,44	19,18	21,92
Igreja, templo						
Assentos	1,20	4	16,50	19,8	23,10	26,40
Altar, Coro	1,20	4	16,50	19,8	23,10	26,40
Sala de comunhão - nave	1,20	4	6,90	8,28	9,66	11,04
Laboratórios						
para Salas de Aula	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Médico/Ind./Pesq.	0,80	6	19,50	23,40	27,30	31,20
Lavanderia	1,20	4	6,50	7,80	9,10	‘10,40
Museu						
Restauração	0,80	6	11,00	13,20	15,40	17,60
Sala de exibição	0,80	6	11,30	13,56	15,82	18,08

[2] Para competições em estádios e ginásios de grande capacidade, acima de 5.000 espectadores.
[3] Para competições em estádios e ginásios com capacidade para menos de 5.000 espectadores.
[4] Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores.
[5] Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.

Tabela 4.2: Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades do edifício (continuação)

Ambientes/Atividades	Limite do Ambiente		DPI_L Nível A ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível B ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível C ($W/m^{2)}$)	DPI_L Nível D ($W/m^{2)}$)
	K	RCR				
Oficina – Seminário, cursos	0,80	6	17,10	20,52	23,94	27,36
Oficina Mecânica	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60
Quartos de Hotel	0,80	6	7,50	9,00	10,50	13,00
Refeitório	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Restaurante- salão	1,20	4	9,60	11,52	13,44	15,36
Hotel	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Lanchonete/Café	1,20	4	7,00	8,40	9,80	11,20
Bar/Lazer	1,20	4	14,10	16,92	19,74	22,56
Sala de Aula, Treinamento	1,20	4	10,20	12,24	14,28	16,32
Sala de espera, convivência	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60
Sala de Reuniões, Conferência, Multiuso	0,80	6	11,90	14,28	16,66	19,04
Vestiário	0,80	6	8,1	9,72	11,34	12,96
Transportes						
Área de bagagem	1,20	4	7,50	9,00	10,50	12,00
Aeroporto – Pátio	1,20	4	3,90	4,68	5,46	6,24
Assentos - Espera	1,20	4	5,80	6,96	8,12	9,28
Terminal - bilheteria	1,20	4	11,60	13,92	16,24	18,56

5. SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

5.1. Pré-requisitos específicos para nível A

Os pré-requisitos são avaliados em cada ambiente separadamente.

~~5.1.1. Proteção das unidades condensadoras~~

~~As unidades condensadoras de sistemas condicionadores de ar devem estar sombreadas permanentemente e com ventilação adequada para não interferir em sua eficiência. Este pré-requisito é avaliado em cada equipamento separadamente.~~ **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)**

5.1.2. Isolamento térmico para dutos de ar

A Tabela 5.1 e a Tabela 5.2 apresentam as espessuras mínimas para isolamento de tubulações para sistemas de aquecimento e refrigeração, respectivamente. Para isolamentos cuja condutividade térmica esteja fora das faixas estipuladas nestas Tabelas, a espessura mínima (E) deve ser determinada pela Equação 2.2.

~~Tabela 5.1: Espessura mínima de isolamento de tubulações para sistemas de aquecimento~~

~~Faixa de temperatura do fluido (°C)~~	~~Condutividade do isolamento~~		~~Comprimento da tubulação (cm)~~				
	~~Condutividade térmica (W/m.K)~~	~~Faixa temperatura (°C)~~	~~< 63,5~~	~~63,5 a 100~~	~~100 a 250~~	~~250 a 500~~	~~≥ 500~~
~~T ≥ 177~~	~~0,046 a 0,049~~	~~121~~	~~6,4~~	~~7,6~~	~~7,6~~	~~10,2~~	~~10,2~~
~~122 < T < 177~~	~~0,042 a 0,046~~	~~93~~	~~3,8~~	~~6,4~~	~~7,6~~	~~7,6~~	~~7,6~~
~~94 < T < 121~~	~~0,039 a 0,043~~	~~66~~	~~3,8~~	~~3,8~~	~~5,1~~	~~5,1~~	~~5,1~~
~~61 < T < 93~~	~~0,036 a 0,042~~	~~52~~	~~2,5~~	~~2,5~~	~~2,5~~	~~3,8~~	~~3,8~~
~~41 < T < 60~~	~~0,032 a 0,040~~	~~38~~	~~1~~	~~1~~	~~2,5~~	~~2,5~~	~~2,5~~

"Tabela 5.1: Espessura mínima (cm) de isolamento de tubulações para sistemas de aquecimento

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento		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 ≥ 177	0,046 a 0,049	121	6,4	7,6	7,6	10,2	10,2

122 < T < 177	0,042 a 0,046	93	3,8	6,4	7,6	7,6	7,6
94 < T < 121	0,039 a 0,043	66	3,8	3,8	5,1	5,1	5,1
61 < T < 93	0,036 a 0,042	52	2,5	2,5	2,5	3,8	3,8
41 < T < 60	0,032 a 0,040	38	1,3	1,3	2,5	2,5	2,5

”(N.R.)

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

Observação 1: As espessuras da Tabela 5.1 são baseadas apenas em considerações de eficiência energética. Isolamentos adicionais são necessários, em certos casos, relacionados a questões de segurança quanto à temperatura superficial da tubulação.

Observação 2: Não é necessário o isolamento de tubulações entre a válvula de controle e serpentina quando a válvula de controle é localizada a até 1,2 m da serpentina e o diâmetro da tubulação é menor ou igual a 25mm.

~~**Tabela 5.2: Espessura mínima de isolamento de tubulações para sistemas de refrigeração**~~

~~**Faixa de temperatura do fluido (°C)**~~	~~**Condutividade do isolamento**~~		~~**Comprimento da tubulação (cm)**~~				
	~~**Condutividade térmica (W/m.K)**~~	~~**Faixa temperatura (°C)**~~	~~**< 63,5**~~	~~**63,5 a 100**~~	~~**100 a 250**~~	~~**250 a 500**~~	~~**≥ 500**~~
~~4 < T < 16~~	~~0,032 a 0,040~~	~~38~~	~~1,3~~	~~1,3~~	~~2,5~~	~~2,5~~	~~2,5~~
~~T < 4~~	~~0,032 a 0,040~~	~~38~~	~~1,3~~	~~2,5~~	~~2,5~~	~~2,5~~	~~2,5~~

“Tabela 5.2: Espessura mínima (cm) de isolamento de tubulações para sistemas de refrigeração

Faixa de temperatura do fluido (°C)	**Condutividade do isolamento**		**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

”(N.R.)

(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)

Observação 1: As espessuras da Tabela 5.2 são baseadas apenas em considerações de eficiência energética. Questões como permeabilidade ao vapor d’água ou condensação superficial requerem, em certos casos, retardadores de vapor ou isolamento adicional.

“Observação 2: A tabela é baseada em tubulações de aço. Tubulações não-metálicas com espessura de parede do 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 é permitido isolamento de espessura reduzida se for fornecida documentação provando que a tubulação com o isolamento proposto não possui uma transferência de calor por metro linear maior do que a da tubulação de aço de mesmas dimensões utilizando espessura de isolamento indicada da tabela." (N.R.) **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 17 de 16/01/2012)**

5.1.3. Condicionamento de ar por aquecimento artificial

As edificações onde é necessário adotar um sistema de aquecimento artificial devem atender aos indicadores mínimos de eficiência energética indicados abaixo para cada sistema:

a. sistemas com bombas de calor, independente da sua capacidade, devem apresentar um COP para aquecimento maior ou igual a 3,0 W/W através do método definido na norma AHRI 340/360;

b. sistemas unitários de condicionamento de ar com ciclo reverso devem apresentar um COP para aquecimento maior ou igual a 3,0 W/W através do método definido na norma AHRI 340/360;

c. caldeiras a gás devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Eficiência mínima para caldeiras de água a gás

Tipo de equipamento	Capacidade	Subcategoria	Eficiência mínima*	Procedimento de teste
Aquecedor de acumulação a gás	> 22,98 kW	< 309,75 W/L	80% Et(Q/800 + 110 $\sqrt{V}$) SL, W	ANSI Z21.10.3

*Fator energético (EF) e Eficiência térmica (Et) são requisitos mínimos, enquanto que as perdas em *standby* (SL) são computadas em W considerando uma diferença de temperatura de 38,9°C entre a água quente acumulada e as condições térmicas do ambiente interno. Na equação de EF, V representa o volume em unidades de galões (1 L = 0,264 gal). Na equação de SL, V representa o volume em unidades de galões e Q representa a potência nominal de entrada em W.

** Aquecedores de passagem com capacidade abaixo de 58,62 W devem atender estes limites de eficiência sempre que o equipamento seja dimensionado para aquecer água acima de 82,2°C

5.2. Procedimento de determinação da eficiência

Escopo: Os sistemas que servem para o aquecimento, refrigeração ou ventilação dos edifícios devem estar em conformidade com o descrito abaixo.

Para classificação do nível de eficiência, é obrigatório que os edifícios condicionados artificialmente possuam sistemas de condicionamento de ar com eficiência conhecida:

a. Condicionadores de ar do tipo janela e condicionadores de ar tipo *Split* com eficiência avaliada pelo PBE/INMETRO e de acordo com as normas brasileiras e/ou internacionais de condicionadores de ar, conforme item 5.3;

b. condicionadores de ar não etiquetados pelo PBE/INMETRO, conforme item 5.4.

No caso de haver mais de um sistema independente de condicionamento de ar no edifício, os níveis de eficiência de cada sistema independente devem ser encontrados e seus equivalentes numéricos (Tabela 2.1), ponderados pela capacidade dos seus respectivos sistemas, a fim de estimar o equivalente numérico final envolvendo todos os sistemas de condicionamento de ar e, portanto, o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar do edifício.

Obs.: quando houver ambientes condicionados no subsolo, estes devem fazer parte da avaliação do sistema de condicionamento de ar. No caso destes ambientes atenderem a mais de um edifício, deve-se dividir a área do subsolo entre os edifícios atendidos por ele, sendo a área distribuída proporcionalmente à área de projeção dos edifícios.

Os sistemas de condicionamento de ar devem proporcionar adequada qualidade do ar interno, conforme norma NBR 16401. Os ambientes destinados a estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), regidos pela NBR 7256, deverão atender às condições de qualidade do ar interno estabelecidas pela referida norma.

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.

Quando a área condicionada apresentar carga térmica superior a 350 kW deve-se adotar um sistema de condicionamento de ar central ou provar que sistemas individuais consomem menos energia para as condições de uso previstas para a edificação.

5.3. Sistemas de condicionamento de ar regulamentados pelo INMETRO

Na página eletrônica do INMETRO (http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp) encontram-se tabelas atualizadas com classes de eficiência energética com os requisitos mínimos de eficiência para cada categoria. Elas são:

- Condicionadores de Ar tipo Janela; e
- Condicionadores de Ar tipo Split.

Deve-ser adotar a classificação da ENCE obtida nas Tabelas do PBE/INMETRO e identificar o equivalente numérico na Tabela 2.2. Deve-se considerar a última versão publicada na página eletrônica do INMETRO.

~~**5.4. Sistemas de condicionamento de ar não regulamentados pelo INMETRO**~~

~~Os sistemas e aparelhos não enquadrados no item 5.3 serão classificados de acordo com os níveis e requisitos a seguir:~~

~~a. Nível A: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.4; os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.5; os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.6 e todo o sistema de condicionamento de ar deve respeitar os requisitos estabelecidos nos itens 5.4.1 a 5.47, quando aplicável.~~

"**5.4. Sistemas de condicionamento de ar não regulamentados pelo Inmetro**

Os sistemas e aparelhos não enquadrados no item 5.3 serão classificados de acordo com os níveis e requisitos a seguir:

a. Nível A: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.4; os condicionadores de ar tipo VRF (Fluxo de Refrigerante Variável) devem atender aos requisitos mínimos de eficiência das Tabelas 5.4A e 5.4B; os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.5; os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.6 e todo o sistema de condicionamento de ar deve respeitar os requisitos estabelecidos nos itens 5.4.1 a 5.4.7, quando aplicável.

(...)" (N.R.) **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

b. Nível B: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.4; os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.5; os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.6.

c. Nível C: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.7; os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.8; os condensadores e torres de arrefecimento devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.6.

d. Nível D: os condicionadores de ar devem atender aos requisitos mínimos de eficiência apresentados na Tabela 5.9; os resfriadores de líquido devem atender aos requisitos mínimos de eficiência da Tabela 5.10.

e. Nível E: quando o sistema não se enquadrar nos níveis acima.

Tabela 5.4: Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação nos níveis A e B

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condicionadores de ar resfriados a ar	≥ 19 kW e < 40 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,28 COP 3,34 ICOP	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	3,22 COP 3,28 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP 3,28 ICOP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP 3,22 ICOP	
	≥ 70 kW e < 223 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,93 COP 2,96 ICOP	
		Outros	Split e unitário	2,87 COP 2,90 ICOP	
	≥ 223 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,84 COP 2,87 ICOP	
		Outros	Split e unitário	2,78 COP 2,81 ICOP	
Condicionadores de ar resfriados a água	<19 kW	Todos	Split e unitário	3,54 COP 3,60 ICOP	AHRI 210/240
	≥ 19 kW e < 40 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,37 COP 3,43 ICOP	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	3,31 COP 3,37 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP 3,28 ICOP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP 3,22 ICOP	
	≥ 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP 3,25 ICOP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP 3,19 ICOP	

Fonte: ASHRAE (2007) – ASHRAE Standard 90.1-**2007**.

"**Nota**: Para condicionadores de ar resfriados a ar, com capacidade menor que 19kW, utilizar a eficiência exigida pelo Inmetro para equipamentos do tipo Split." (N.R.) **(Incluído pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

"Tabela 5.4A: Eficiência mínima de condicionadores de ar do tipo VRF que operam somente em refrigeração (sem ciclo reverso) para classificação no nível A

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condicionadores de ar VRF com condensação a ar	< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3,81 SCOP	AHRI 1230
	≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,28 COP 3,84 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,22 COP 3,78 ICOP	
	≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	2,93 COP 3,40 ICOP	

Fonte: ASHRAE (2010) – ASHRAE Standard 90.1-2010

Tabela 5.4B: Eficiência mínima de condicionadores de ar do tipo VRF que operam em refrigeração e aquecimento (ciclo reverso) para classificação no nível A

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condicionadores de ar VRF com condensação a ar	< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3,81 SCOP	AHRI 1230
	≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,22 COP 3,78 ICOP	
	≥ 19 kW e < 40 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRFcom refrigeração e aquecimento simultâneos	3,16 COP 3,72 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	3,11 COP 3,60 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRFcom refrigeração e aquecimento simultâneos	3,05 COP 3,55 ICOP	
	≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRF	2,78 COP 3,22 ICOP	
	≥ 70 kW	Ausente ou Resistência elétrica	Multi-split VRFcom refrigeração e	2,73 COP 3,16 ICOP	

			aquecimento simultâneos		
Condicionadores de ar VRF com condensação a água (com água entrando a 30°C)	< 19 kW	Todos	Multi-split VRF	3,52 COP	AHRI 1230
	< 19 kW	Todos	Multi-split VRFcom refrigeração e aquecimento simultâneos	3,46 COP	
	≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Multi-split VRF	3,52 COP	
	≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Multi-split VRFcom refrigeração e aquecimento simultâneos	3,46 COP	
	≥ 40 kW	Todos	Multi-split VRF	2,93 COP	
	≥ 40 kW	Todos	Multi-split VRFcom refrigeração e aquecimento simultâneos	2,87 COP	

Fonte: ASHRAE (2010) – ASHRAE Standard 90.1-2010" (N.R.) **(Incluído pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

Tabela 5.5: Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação nos níveis A e B

Tipo de equipamento	**Capacidade**	**Caminho A**		**Caminho B**		**Procedimento de teste**
		Carga Total	IPLV	Carga Total	IPLV	
Condensação a ar, **com** condensador	< 528 kW	≥2,802	≥3,664	-	-	AHRI 550/590
	≥ 528 kW	≥2,802	≥3,737	-	-	
Condensação a ar, **sem** condensador	Todas	Devem ser classificados com seus pares correspondentes com condensadores e atender os mesmos requisitos mínimos de eficiência.				
Condensação a água (**compressor alternativo**)	Todas	Devem atender os requisitos mínimos de eficiência dos resfriadores com condensação a água com compressor do tipo **parafuso ou scroll**				
Condensação a água (compressor do tipo **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	≥6,063	≥4,898	≥6,513	

	≥ 1055 kW	≥5,672	≥6,513	≥5,504	≥7,177	
Condensação a água (compressor **centrífugo**)	< 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	≥6,100	≥6,401	≥5,856	≥8,792	
	≥ 2110 kW	≥6,170	≥6,525	≥5,961	≥8,792	
Absorção a ar, **de simples efeito**	Todas	≥0,600	Sem Req	-	-	AHRI 560
Absorção a água, **de simples efeito**	Todas	≥0,700	Sem Req	-	-	
Absorção a água, **de duplo efeito e acionamento indireto**	Todas	≥1,000	≥1,050	-	-	
Absorção a água, **de duplo efeito e acionamento direto**	Todas	≥1,000	≥1,000	-	-	

Fonte: ASHRAE (2007) – ASHRAE Standard 90.1-**2007**.

1) Os requisitos dos resfriadores de líquidos não se aplicam a equipamentos em aplicações em baixas temperaturas, onde a temperatura de projeto do fluido de saída for menor que 4,4°C.

2) Conformidade com esta padronizaçào pode ser obtido cumprindo os mínimos requisitos do Caminho A ou Caminho B, no entanto ambos requisitos de Carga Total e IPLV devem ser alcançados no mesmo caminho seja A ou B.

3) Sem Req significa que não existe um requisito mínimo nesta categoria.

4) Traço (-) significa que este requisito não é verificado nesta condição.

- $Mínimo\ COP\ Ajustado\ para\ Carga\ Total = (COP\ para\ Carga\ Total\ da\ tabela\ 5.2) \times K_{adj}$
- $Máximo\ NPLV\ Ajustado\ para\ Carga\ Total = (IPLV\ da\ tabela\ 5.2) \times K_{adj}$

Onde:

$$K_{adj} = 6{,}174722 - 0{,}5466024(X) + 0{,}020394698(X)^2 - 0{,}000266989(X)^3$$

$$X = DT_{STD} + LIFT$$

$$DT_{STD} = \frac{\left(0{,}267114 + \frac{0{,}267088}{(COP\ para\ Carga\ Total\ da\ tabela\ 5.2)}\right)}{Flow}$$

$$FLOW = \frac{Vazão\ de\ Água\ do\ Condensador\ (L/s)}{Capacidade\ de\ Refrigeração\ a\ Carga\ Total\ (kW)}$$

$$LIFT = CEWT - CLWT\ (°C)$$

$$CEWT = Temperatura\ de\ entrada\ da\ agua\ no\ condensador\ a\ carga\ total\ (°C)$$

$$CLWT = Temperatura\ de\ saída\ da\ agua\ gelada\ a\ carga\ total\ (°C)$$

Tabela 5.6: Eficiência mínima de torres de resfriamento e condensadores para classificação nos níveis A e B e C

Tipo de equipamento	Subcategoria ou condição de classificação	Desempenho requerido	Procedimento de teste
Torres de resfriamento com ventiladores helicoidais ou axiais de Circuito Aberto	Temperatura da água na entrada = 35 °C Temperatura da água na saída= 29 °C TBU do ar na entrada = 24 °C	≥ 3,23 l/s·kW	CTI ATC-105 STD 201
Torres de resfriamento com ventiladores centrífugos de Circuito Aberto	Temperatura da água na entrada = 35 °C Temperatura da água na saída= 29 °C TBU do na entrada = 24 °C	≥ 1,7 l/s·kW	
Torres de resfriamento com ventiladores helicoidais ou axiais de Circuito Fechado	Temperatura da água na entrada = 39 °C Temperatura da água na saída= 32 °C TBU do ar na entrada = 24 °C	≥ 1,18 l/s·kW	CTI ATC-105S STD 201
Torres de resfriamento com ventiladores centrífugos de Circuito Fechado	Temperatura da água na entrada = 39 °C Temperatura da água na saída= 32 °C TBU do ar na entrada = 24 °C	≥ 0,59 l/s·kW	
Condensadores resfriados a ar	Temperatura de condensação = 52 °C Fluido de teste R-22 Temperatura de entrada do gás = 88 °C Sub-resfriamento = 8 °C TBS na entrada = 35 °C	≥ 69 COP	AHRI 460

Fonte: ASHRAE (2007) – ASHRAE Standard 90.1-**2007**.

Tabela 5.7: Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação no nível C

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condicionadores de ar resfriados a ar	≥ 19 kW e < 40 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,02 COP	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	2,96 COP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,84 COP	
		Outros	Split e unitário	2,78 COP	
	≥ 70 kW e < 223 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,78 COP 2,84 IPLV	
		Outros	Split e unitário	2,72 COP 2,78 IPLV	
	≥ 223 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,70 COP 2,75 IPLV	
		Outros	Split e unitário	2,64 COP 2,69 IPLV	
Condicionadores de ar resfriados a água	≥ 19 kW e < 40 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,37 COP	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	3,31 COP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP	
	≥ 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,70 COP 3,02 IPLV	
		Outros	Split e unitário	2.64 COP 2.96 IPLV	

Fonte: ASHRAE (2004) – ASHRAE Standard 90.1-**2004**.

"**Nota**: Para condicionadores de ar resfriados a ar, com capacidade menor que 19kW, utilizar a eficiência exigida pelo Inmetro para equipamentos do tipo Split." (N.R.) **(Incluído pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

Tabela 5.8: Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação no nível C

Tipo de equipamento	Capacidade	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condensação a ar, **com** condensador	Todas	2,80 COP 3,05 IPLV	AHRI 550/590
Condensação a ar, **sem** condensador	Todas	3,10 COP 3,45 IPLV	
Condensação a água (**compressor alternativo**)	Todas	4,20 COP 5,05 IPLV	
Condensação a água (compressor do tipo **parafuso** e **scroll**)	< 528 kW	4,45 COP 5,20 IPLV	
	≥ 528 kW e < 1.055 kW	4,90 COP 5,60 IPLV	
	≥ 1.055 kW	5,50 COP 6,15 IPLV	
Condensação a água (compressor **centrífugo**)	< 528 kW*	5,00 COP 5,25 IPLV	
	≥ 528 kW e < 1.055 kW*	5,55 COP 5,90 IPLV	
	≥ 1.055 kW*	6,10 COP 6,40 IPLV	
Absorção a ar, **de simples efeito**	Todas	0,60 COP	AHRI 560
Absorção a água, **de simples efeito**	Todas	0,70 COP	
Absorção a água, **de duplo efeito e Acionamento Indireto**	Todas	1,00 COP 1,05 IPLV	
Absorção a água, **de duplo efeito e Acionamento Direto**	Todas	1,00 COP 1,00 IPLV	

Fonte: ASHRAE (2004) – ASHRAE Standard 90.1-**2004**.

*Compressores Centrífugos projetados para operar em condições diferentes das condições de teste da Tabela 5.8 (AHRI 550/590) devem adotar os limites estabelecidos nas tabelas 5.8 A a C.

Tabela 5.8 A: Eficiência mínima para Chillers Centrífugo com capacidade menor que 528 kW

Chillers Centrífugos < 528 kW $COP_{Nominal}$= 5,00; $IPLV_{Nominal}$=5,25														
			Vazão de Água no Condensador (l/s.kW)											
			0,036		**0,045**		**0,054**		**0,072**		**0,090**		**0,108**	
Temperatura da água gelada na saída do chiller (°C)	Temperatura da água na entrada do condensador (°C)	LIFT[1]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]
4,4	23,9	19,4	5,11	5,35	5,33	5,58	5,48	5,73	5,67	5,93	5,79	6,06	5,88	6,15
4,4	26,7	22,2	4,62	4,83	492	5,14	5,09	5,32	5,27	5,52	5,38	5,63	5,45	5,70
4,4	29,4	25,0	3,84	4,01	4,32	4,52	4,58	4,79	4,84	5,06	4,98	5,20	5,06	5,29
5,0	23,9	18,9	5,19	5,43	5,41	5,66	5,56	5,81	5,75	6,02	5,89	6,16	5,99	6,26
5,0	26,7	21,7	4,73	4,95	5,01	5,24	5,17	5,41	5,35	5,60	5,46	5,71	5,53	5,78
5,0	29,4	24,4	4,02	4,21	4,46	4,67	4,70	4,91	4,94	5,17	5,06	5,30	5,14	5,38
5,6	23,9	18,3	5,27	5,51	5,49	5,74	5,64	5,90	5,85	6,12	6,00	6,27	6,11	6,39
5,6	26,7	21,1	4,84	5,06	5,10	5,33	5,25	5,49	5,43	5,67	5,53	5,79	5,61	5,87
5,6	29,4	23,9	4,19	4,38	4,59	4,80	4,81	5,03	5,03	5,26	5,15	5,38	5,22	5,46
6,1	23,9	17,8	5,35	5,59	5,57	5,82	5,72	5,99	5,95	6,23	6,11	6,39	6,23	6,52
6,1	26,7	20,6	4,94	5,16	5,18	5,42	5,32	5,57	5,50	5,76	5,62	5,87	5,70	5,96
6,1	29,4	23,3	4,35	4,55	4,71	4,93	4,91	5,13	5,12	5,35	5,23	5,47	5,30	5,54
6,7	23,9	17,2	5,42	5,67	5,65	5,91	5,82	6,08	6,07	6,34	6,24	6,53	6,37	6,67
6,7	26,7	20,0	5,03	5,26	5,26	5,50	5,40	5,65	5,58	5,84	5,70	5,96	5,79	6,05
6,7	29,4	22,8	4,49	4,69	4,82	5,04	5,00	5,25	5,20	5,43	5,30	5,55	5,38	5,62
7,2	23,9	76,7	5,50	5,75	5,74	6,00	5,92	6,19	6,19	6,47	6,38	6,68	6,53	6,83
7,2	26,7	19,4	5,11	5,35	5,33	5,58	5,48	5,73	5,67	5,93	5,79	6,06	5,88	6,15
7,2	29,4	22,2	4,62	4,83	4,92	5,14	5,09	5,32	5,27	5,52	5,38	5,63	5,42	5,70
7,8	23,9	16,1	5,58	5,84	5,83	6,10	6,03	6,30	6,32	6,61	6,54	6,84	6,70	7,00
7,8	26,7	18,9	5,19	5,43	5,41	5,66	5,56	5,81	5,75	6,02	5,89	6,16	5,99	6,26
7,8	29,4	21,7	4,73	4,95	5,01	5,24	5,17	5,41	5,35	5,60	5,46	5,71	5,53	5,78
8,3	23,9	15,6	5,66	5,92	5,93	6,20	6,15	6,43	6,47	6,77	6,71	7,02	6,88	7,20
8,3	26,7	18,4	5,27	5,51	5,49	5,74	5,64	5,90	5,85	6,12	6,00	6,27	6,11	6,39
8,3	29,4	21,1	4,84	5,06	5,10	5,33	5,25	5,49	5,43	5,67	5,33	5,79	5,61	5,87
8,9	23,9	15,0	5,75	6,02	6,04	6,32	6,28	6,56	6,64	6,94	6,89	7,21	7,09	7,41
8,9	26,7	17,8	5,35	5,59	5,57	5,82	5,72	5,99	5,95	6,23	6,11	6,39	6,23	6,52
8,9	29,4	20,5	4,94	5,16	5,18	5,42	5,32	5,57	5,50	5,76	5,62	5,87	5,70	5,96
Condensador ΔT[3]			7,80		6,24		5,20		3,90		3,12		2,60	

Fonte: ASHRAE (2004) – ASHRAE Standard 90.1-**2004.**

1) LIFT (ºC) = Temperatura da água na entrada do condensador - Temperatura da água gelada na saída do chiller.
2) Para as condições de vazão de água no condensador de 0,054l/s kW, com 6,7°C de temperatura de água gelada e 29,4°C de temperatura de entrada, este valor se refere ao IPLV.
3) Condensador ΔT= Temperatura da água na saída do condensador - Temperatura da água na entrada do condensador

$$K_{adj} = 6{,}1507 - 0{,}54439(X) + 0{,}0203122(X)^2 - 0{,}00026591(X)^3$$

Onde:
X= Condensador ΔT +LIFT

$$COP_{adj} = K_{adj} \times COP_{Nominal}$$

Tabela 5.8 B: Eficiência mínima para Chillers Centrífugo com capacidade entre 528 kW e 1055 kW

Chillers Centrífugos ≥ 528 kW e <1055 kW

$COP_{Nominal}$= 5,55; $IPLV_{Nominal}$=5,90

			Vazão de Água no Condensador (l/s.kW)											
			0,036		**0,045**		**0,054**		**0,072**		**0,090**		**0,108**	
Temperatura da água gelada na saída do chiller (°C)	Temperatura da água na entrada do condensador (°C)	LIFT[1]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]
4,4	23,9	19,4	5,65	6,03	5,90	6,29	6,05	6,46	6,26	6,68	6,40	6,83	6,51	6,94
4,4	26,7	22,2	5,10	5,44	5,44	5,80	5,62	6,00	5,83	6,22	5,95	6,35	6,03	6,43
4,4	29,4	25,0	4,24	4,52	4,77	5,09	5,06	5,40	5,35	5,71	5,50	5,87	5,59	5,97
5,0	23,9	18,9	5,74	6,13	5,80	6,38	6,14	6,55	6,36	6,79	6,51	6,95	6,62	7,06
5,0	26,7	21,7	5,23	5,58	5,54	5,71	6,10	5,91	5,91	6,31	6,03	6,44	6,11	6,52
5,0	29,4	24,4	4,45	4,74	4,93	5,26	5,19	5,54	5,46	5,82	5,60	5,97	5,69	6,07
5,6	23,9	18,3	5,83	6,22	6,07	6,47	6,23	6,65	6,47	6,90	6,63	7,07	6,75	7,20
5,6	26,7	21,1	5,35	5,71	5,64	6,01	5,80	6,19	6,00	6,40	6,12	6,53	6,20	6,62
5,6	29,4	23,9	4,63	4,94	5,08	5,41	5,31	5,67	5,56	5,93	5,69	6,07	5,77	6,16
6,1	23,9	17,8	5,91	6,31	6,15	6,56	6,33	6,75	6,58	7,02	6,76	7,21	6,89	7,35
6,1	26,7	20,6	5,46	5,82	5,73	6,11	5,89	6,28	6,08	6,49	6,21	6,62	6,30	6,72
6,1	29,4	23,3	4,81	5,13	5,21	5,55	5,42	5,79	5,66	6,03	5,78	6,16	5,86	6,25
6,7	23,9	17,2	6,00	6,40	6,24	6,66	6,43	6,86	6,71	7,15	6,90	7,36	7,05	7,52
6,7	26,7	20,0	5,56	5,93	5,81	6,20	5,97	6,37	6,17	6,58	6,30	6,72	6,40	6,82
6,7	29,4	22,8	4,96	5,29	5,33	5,68	5,55	5,90	5,74	6,13	5,86	6,26	5,94	6,34
7,2	23,9	76,7	6,08	6,49	6,34	6,76	6,54	6,98	6,84	7,30	7,06	7,53	7,22	7,70
7,2	26,7	19,4	5,65	6,03	5,90	6,29	6,05	6,46	6,26	6,68	6,40	6,83	6,51	6,94
7,2	29,4	22,2	5,10	5,44	5,44	5,80	5,62	6,00	5,83	6,22	5,95	6,35	6,03	6,43
7,8	23,9	16,1	6,17	6,58	6,44	6,87	6,66	7,11	6,99	7,46	7,23	7,71	7,40	7,90
7,8	26,7	18,9	5,74	6,13	5,80	6,38	6,14	6,55	6,36	6,79	6,51	6,95	6,62	7,06
7,8	29,4	21,7	5,23	5,58	5,54	5,91	5,71	6,10	5,91	6,31	6,03	6,44	6,11	6,52
8,3	23,9	15,6	6,26	6,68	6,56	6,99	6,79	7,24	7,16	7,63	7,42	7,91	7,61	8,11
8,3	26,7	18,4	5,83	6,21	6,07	6,47	6,23	6,64	6,47	6,90	6,63	7,07	6,75	7,20
8,3	29,4	21,1	5,35	5,70	5,64	6,01	5,80	6,19	6,00	6,40	6,12	6,52	6,20	6,61
8,9	23,9	15,0	6,36	6,78	6,68	7,12	6,94	7,40	7,34	7,82	7,62	8,13	7,83	8,35
8,9	26,7	17,8	5,91	6,30	6,15	6,56	6,33	6,75	6,58	7,02	6,76	7,21	6,89	7,35
8,9	29,4	20,5	5,46	5,82	5,73	6,10	5,89	6,28	6,08	6,49	6,21	6,62	6,30	6,71
Condensador ΔT[3]			7,80		6,24		5,20		3,90		3,12		2,60	

Fonte: ASHRAE (2004) – ASHRAE Standard 90.1-**2004**.

1) LIFT (ºC) = Temperatura da água na entrada do condensador - Temperatura da água gelada na saída do chiller.
2) Para as condições de vazão de água no condensador de 0,054l/s kW, com 6,7°C de temperatura de água gelada e 29,4°C de temperatura de entrada, este valor se refere ao IPLV.
3) Condensador ΔT= Temperatura da água na saída do condensador - Temperatura da água na entrada do condensador

$$K_{adj} = 6,1507 - 0,54439(X) + 0,0203122(X)^2 - 0,00026591(X)^3$$

Onde:
X= Condensador □T +LIFT

$$COP_{adj} = K_{adj} \times COP_{Nominal}$$

Tabela 5.8 C: Eficiência mínima para Chillers Centrífugo com capacidade maior que 1055 kW

Chillers Centrífugos ≥ 1055 kW $COP_{Nominal}$= 6,10; $IPLV_{Nominal}$=6,40														
			Vazão de Água no Condensador (l/s.kW)											
			0,036		**0,045**		**0,054**		**0,072**		**0,090**		**0,108**	
Temperatura da água gelada na saída do chiller (°C)	Temperatura da água na entrada do condensador (°C)	LIFT[1]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]	COP	NPLV[2]
4,4	23,9	19,4	6,23	6,55	6,50	6,83	6,68	7,01	6,91	7,26	7,06	7,42	7,17	7,54
4,4	26,7	22,2	5,63	5,91	6,00	6,30	6,20	6,52	6,43	6,76	6,56	6,89	6,65	6,98
4,4	29,4	25,0	4,68	4,91	5,26	5,53	5,58	5,86	5,90	6,20	6,07	6,37	6,17	6,48
5,0	23,9	18,9	6,33	6,65	6,60	6,93	6,77	7,12	7,02	7,37	7,18	7,55	7,30	7,67
5,0	26,7	21,7	5,77	6,06	6,11	6,42	6,30	6,62	6,52	6,85	6,65	6,99	6,74	7,08
5,0	29,4	24,4	4,90	5,15	5,44	5,71	5,72	6,01	6,02	6,33	6,17	6,49	6,27	6,59
5,6	23,9	18,3	6,43	6,75	6,69	7,03	6,87	7,22	7,13	7,49	7,31	7,68	7,44	7,82
5,6	26,7	21,1	5,90	6,20	6,21	6,53	6,40	6,72	6,61	6,95	6,75	7,09	6,84	7,19
5,6	29,4	23,9	5,11	5,37	5,60	5,88	5,86	6,16	6,13	6,44	6,28	6,59	6,37	6,69
6,1	23,9	17,8	6,52	6,85	6,79	7,13	6,98	7,33	7,26	7,63	7,45	7,83	7,60	7,98
6,1	26,7	20,6	6,02	6,32	6,31	6,63	6,49	6,82	6,71	7,05	6,85	7,19	6,94	7,30
6,1	29,4	23,3	5,30	5,57	5,74	6,03	5,98	6,28	6,24	6,55	6,37	6,70	6,46	6,79
6,7	23,9	17,2	6,61	6,95	6,89	7,23	7,09	7,45	7,40	7,77	7,61	8,00	7,77	8,16
6,7	26,7	20,0	6,13	6,44	6,41	6,73	6,58	6,92	6,81	7,15	6,95	7,30	7,05	7,41
6,7	29,4	22,8	5,47	5,75	5,87	6,17	6,10	6,40	6,33	6,66	6,47	6,79	6,55	6,89
7,2	23,9	76,7	6,71	7,05	6,99	7,35	7,21	7,58	7,55	7,93	7,78	8,18	7,96	8,36
7,2	26,7	19,4	6,23	6,55	6,50	6,83	6,68	7,01	6,91	7,26	7,06	7,42	7,17	7,54
7,2	29,4	22,2	5,63	5,91	6,00	6,30	6,20	6,52	6,43	6,76	6,56	6,89	6,65	6,98
7,8	23,9	16,1	6,80	7,15	7,11	7,47	7,35	7,72	7,71	8,10	7,97	8,37	8,16	8,58
7,8	26,7	18,9	6,33	6,65	6,60	6,93	6,77	7,12	7,02	7,37	7,18	7,55	7,30	7,67
7,8	29,4	21,7	5,77	6,06	6,11	6,42	6,30	6,62	6,52	6,85	6,65	6,99	6,74	7,08
8,3	23,9	15,6	6,91	7,26	7,23	7,60	7,49	7,87	7,89	8,29	8,18	8,59	8,39	8,82
8,3	26,7	18,4	6,43	6,75	6,69	7,03	6,87	7,22	7,13	7,49	7,31	7,68	7,44	7,82
8,3	29,4	21,1	8,90	6,20	6,21	6,53	6,40	6,72	6,61	6,95	6,75	7,09	6,84	7,19
8,9	23,9	15,0	7,01	7,37	7,36	7,74	7,65	8,04	8,09	8,50	8,41	8,83	8,64	9,08
8,9	26,7	17,8	6,52	6,85	6,79	7,13	6,98	7,33	7,26	7,63	7,45	7,83	7,60	7,98
8,9	29,4	20,5	6,02	6,32	6,31	6,63	6,49	6,82	6,71	7,05	6,85	7,19	6,94	7,30
Condensador ΔT[3]			7,80		6,24		5,20		3,90		3,12		2,60	

Fonte: ASHRAE (2004) – ASHRAE Standard 90.1-**2004**.

1) LIFT (ºC) = Temperatura da água na entrada do condensador - Temperatura da água gelada na saída do chiller.
2) Para as condições de vazão de água no condensador de 0,054l/s kW, com 6,7°C de temperatura de água gelada e 29,4°C de temperatura de entrada, este valor se refere ao IPLV.
3) Condensador ΔT= Temperatura da água na saída do condensador - Temperatura da água na entrada do condensador

$$K_{adj} = 6,1507 - 0,54439(X) + 0,0203122(X)^2 - 0,00026591(X)^3$$

Onde:
X= Condensador ΔT +LIFT

$$COP_{adj} = K_{adj} \times COP_{Nominal}$$

Tabela 5.9: Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação no nível D

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condicionadores de ar resfriados a ar	≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Split e unitário	2,61 COP	AHRI 210/240
	≥ 40 kW e < 70 kW	Todos	Split e unitário	2,494 COP	AHRI 340/360
	≥ 70 kW e < 223 kW	Todos	Split e unitário	2,49 COP 2,20 IPLV	
	≥ 223 kW	Todos	Split e unitário	2,40 COP 2,20 IPLV	
Condicionadores de ar resfriados a água	≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Split e unitário	3,08 COP	AHRI 210/240
	≥ 40 kW e < 70 kW	Todos	Split e unitário	2,81 COP	AHRI 340/360
	≥ 70 kW	Todos	Split e unitário	2,81 COP 2,64 IPLV	

Fonte: ASHRAE (1999) – ASHRAE Standard 90.1-**1999**.

"**Nota**: Para condicionadores de ar resfriados a ar, com capacidade menor que 19kW, utilizar a eficiência exigida pelo Inmetro para equipamentos do tipo Split." (N.R.) **(Incluído pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

Tabela 5.10: Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação no nível D

Tipo de equipamento	Capacidade	Eficiência mínima	Procedimento de teste
Condensação a ar, **com** condensador	< 528 kW	2,70 COP 2,80 IPLV	AHRI 550/590
	≥ 528 kW	2,50 COP 2,50 IPLV	
Condensação a ar, **sem** condensador	Todas	3,10 COP 3,20 IPLV	
Condensação a água (**compressor alternativo**)	Todas	3,80 COP 3,90 IPLV	
Condensação a água (compressor do tipo **parafuso** e **scroll**)	< 528 kW	3,80 COP 3,90 IPLV	
	≥ 528 kW e < 1.055 kW	4,20 COP 4,50 IPLV	
	≥ 1.055 kW	5,20 COP 5,30 IPLV	
Condensação a água (compressor **centrífugo**)	< 528 kW	3,80 COP 3,90 IPLV	
	≥ 528 kW e < 1.055 kW	4,20 COP 4,50 IPLV	
	≥ 1.055 kW	5,20 COP 5,30 IPLV	

Fonte: ASHRAE (1999) – ASHRAE Standard 90.1-**1999**.

5.4.1. Cálculo de carga térmica

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 aceitação geral pelos profissionais da área, como por exemplo, a última versão do *ASHRAE Handbook of Fundamentals* e a norma NBR 16401.

5.4.2. Controle de temperatura por zona

5.4.2.1 Geral

O aquecimento ou resfriamento de ar de cada zona térmica deverá ser individualmente controlado por termostatos respondendo à temperatura do ar da referida zona.

Exceções ao item 5.4.2.1: 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; e

- o sistema perimetral de aquecimento e resfriamento seja controlado por um termostato de controle localizado dentro da zona servida pelo sistema.

Paredes externas são consideradas com diferentes orientações se as direções para as quais estão voltadas diferirem em mais de 45°.

5.4.2.2 Faixa de temperatura de controle

Quando usados para atuar sobre o aquecimento e o resfriamento, os termostatos de controle 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.

Exceções ao item 5.4.2.2:

- termostatos que requeiram acionamento manual para alteração entre os modos de aquecimento e resfriamento;

- 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.

5.4.2.3 Aquecimento suplementar

Bombas de calor com aquecedor auxiliar através de resistência elétrica devem ser dotadas 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:

- um termostato eletrônico ou digital, projetado para uso em bomba de calor, que ative o aquecimento auxiliar somente quando a bomba de calor tiver capacidade insuficiente para manter o *setpoint* ou para aquecer o ambiente a uma taxa suficiente;

- 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.

5.4.2.4 Aquecimento e resfriamento simultâneo

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.

5.4.3. Sistema de desligamento automático

Todo o sistema de condicionamento de ar deve ser equipado com pelo menos um dos tipos abaixo:

- 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;

- um sensor de ocupação que seja capaz de desligar o sistema quando nenhum ocupante é detectado por um período de até 30 minutos;

- um temporizador de acionamento manual capaz de ser ajustado para operar o sistema por até duas horas;

- 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.

5.4.4. Isolamento de zonas

Sistemas de condicionamento de ar servindo diferentes zonas térmicas destinadas à operação ou ocupação não simultânea devem ser divididos em áreas isoladas. As zonas devem ser agrupadas em áreas isoladas que não ultrapassem 2.300 m² de área condicionada e não incluindo mais do que um pavimento. Cada área isolada deve ser equipada com dispositivos de isolamento capazes de desativar automaticamente o suprimento de ar condicionado e ar externo, além do sistema de exaustão. Cada área isolada deve ser controlada independentemente por um dispositivo que atenda aos requisitos do item 5.4.3 (Sistema de desligamento automático). Para sistemas de condicionamento central, os controles e dispositivos devem permitir a operação estável do sistema e equipamentos para qualquer período de tempo enquanto atendem à menor área isolada servida pelo sistema central.

Exceções ao item 5.4.4: Dispositivos e controles de isolamento não são requeridos para as seguintes condições:

- exaustão de ar e tomada de ar externo quando conectadas às zonas onde o sistema de ventilação é menor ou igual a 2.400 l/s;
- exaustão de ar de uma zona isolada com vazão de menos de 10% da vazão nominal do sistema de exaustão ao qual está conectada;
- zonas destinadas à operação contínua ou planejadas para estarem inoperantes apenas quando todas as demais zonas estiverem inoperantes.

  Obs.: 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.

5.4.5. Controles e dimensionamento do sistema de ventilação

Sistemas de condicionamento de ar com potência total de ventilação superior a 4,4 kW devem atender aos limites de potência dos ventiladores abaixo:

- a razão entre a potência do sistema de ventilação e a vazão de insuflamento de ar para cada sistema de condicionamento de ar nas condições de projeto não deve exceder a potência máxima aceitável apresentada na Tabela 5.11;

- quando o sistema de insuflamento de ar requerer tratamento de ar ou sistemas de filtragem com perda de pressão superior a 250 Pa com os filtros limpos, ou serpentinas ou dispositivos de recuperação de calor, ou umidificadores/resfriadores de evaporativos diretos, ou outros dispositivos que atuem no processo diretamente sobre o fluxo de ar, a potência aceitável para o sistema de ventilação pode ser ajustada usando os créditos de pressão na equação de potência aceitável da Tabela 5.11;

- se a diferença entre a temperatura de projeto da sala e a temperatura de insuflamento de ar nas condições de projeto para resfriamento, usada para calcular a vazão de insuflamento de ar de projeto, for maior do que 11,1 °C, a potência aceitável do ventilador pode ser ajustada usando-se a razão de temperatura na equação de potência aceitável na Tabela 5.11.

Tabela 5.11 Limites de potência dos ventiladores.

Volume de insuflamento de ar	Potência nominal (de placa) aceitável para o motor	
	Volume constante	Volume variável
< 9.400 l/s	1,9 kW/1000 l/s	2,7 kW/1000 l/s
≥ 9.400 l/s	1,7 kW/1000 l/s	2,4 kW/1000 l/s

Potência aceitável para os ventiladores = [Limite de Potência Tabela 5.8 × (Razão de Temperatura) + Crédito de Pressão + Crédito do Ventilador de Retorno]

Onde:

Limite de Potência Tabela 5.11 = Valor Tabelado × L/Sn/1000

Razão de Temperatura = $(T_{t\text{-}stat} – T_S)/11,1$

Crédito de Pressão (kW) = Soma de [L/Sn × (SPn – 250)/486000] + Soma de [L/SHR × SPHR/486000]

Crédito do Ventilador de Retorno = FR (kW) × [1 – (L/SRF / L/Sn)]

L/Sn = volume de insuflamento de ar da unidade com o sistema de filtragem (l/s)

L/SHR = volume de insuflamento de ar nas serpentinas de recuperação de calor ou no resfriador/umidificador de evaporação direta (l/s)

L/SRF = volume de ar no ventilador de retorno em operação normal de resfriamento (l/s)

SPn = perda de pressão do ar no sistema de filtragem quando os filtros estão limpos (Pa)

SPHR = perda de pressão do ar nas serpentinas de recuperação de calor ou no resfriador/umidificador de evaporação direta (Pa)

$T_{t\text{-}stat}$ = temperatura de controle da sala

TS = temperatura de projeto do ar de insuflamento para a zona na qual o termostato está localizado

FR = potência nominal de placa do ventilador de retorno em kW

5.4.5.1 Controles de sistemas de ventilação para áreas com altas taxas de ocupação

Sistemas com taxa de insuflamento de ar externo nominal superior a 1.400 l/s, servindo áreas com densidade de ocupação superior a 100 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.

5.4.6. Controles e dimensionamento dos sistemas hidráulicos

Sistemas de condicionamento de ar com um sistema hidráulico servido por um sistema de bombeamento com potência superior a 7,5 kW devem atender aos requisitos estabelecidos em 5.4.6.1 a 5.4.6.3.

5.4.6.1 Sistemas de vazão de líquido variável

Sistemas de bombeamento de água ou de líquido refrigerante, integrantes do sistema de condicionamento de ar, que incluem válvulas de controle projetadas para modular ou

abrir e fechar em função da carga devem ser projetados para vazão de líquido variável e devem ser capazes de reduzir a vazão de bombeamento para 50% ou menos da vazão de projeto. Bombas individuais servindo sistemas de vazão de líquido variável com uma pressão na bomba superior a 300 kPa e motor excedendo 37 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 água de projeto. Os controles ou dispositivos devem ser controlados como uma função da vazão desejável ou para manter uma pressão diferencial mínima requerida. A pressão diferencial deve ser medida em um dos pontos a seguir:

- no trocador de calor mais distante; ou
- próximo ao trocador de calor mais distante; ou
- no trocador de calor que requer o maior diferencial de pressão; ou
- próximo ao trocador de calor que requer o maior diferencial de pressão; ou
- a critério do projetista responsável, desde que justificado.

Exceções ao item 5.4.6.1:

- 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 60 kW;
- sistemas com até três válvulas de controle.

5.4.6.2 Isolamento de bombas

Quando uma central de água gelada inclui mais do que um resfriador de líquido, devem ser tomadas providências para que a vazão na central possa ser reduzida automaticamente quando um resfriador estiver desligado. Resfriadores referidos neste item, instalados em série com o propósito de aumentar a temperatura diferencial, devem ser considerados como um único resfriador de líquido.

5.4.6.3 Controles de reajuste da temperatura de água gelada e quente

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.

Exceções do item 5.4.6.3:

- 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;
- sistemas hidráulicos, tais como aqueles requeridos pelo item 5.4.6.1 que usam vazão variável para reduzir o consumo de energia em bombeamento.

5.4.7. Equipamentos de rejeição de calor

~~**5.4.7.1 Geral**~~

~~O item 5.4.7 aplica-se 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 e condensadores evaporativos.~~

~~Exceções ao item 5.4.7.1:~~

~~Dispositivos de rejeição de calor incluído nos índices de eficiência listados nas tabelas 5.4 a 5.10.~~

“5.4.7.1 Geral

O item 5.4.7 aplica-se 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 e condensadores evaporativos.

Não se aplicam ao item 5.4.7 os dispositivos de rejeição de calor incluído nos índices de eficiência listados nas tabelas 5.3 a 5.5 ou 5.7 a 5.10.” (N.R.) **(Redação dada pela Portaria INMETRO número 299 de 19/06/2013)**

5.4.7.2 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 fluído ou temperatura/pressão de condensação do dispositivo de rejeição de calor.

Exceções ao item 5.4.7.2:

- ventiladores de condensador servindo a múltiplos circuitos refrigerantes;
- ventiladores de condensadores inundados (*flooded condenser*);
- 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.

6. SIMULAÇÃO

6.1. Pré-requisitos específicos

6.1.1. Programa de simulação

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

- ser um programa para a análise do consumo de energia em edifícios;
- ser validado pela ASHRAE Standard 140;
- modelar 8760 horas por ano;
- modelar variações horárias de ocupação, potência de iluminação e equipamentos e sistemas de ar condicionado, definidos separadamente para cada dia da semana e feriados;
- modelar efeitos de inércia térmica;
- permitir a modelagem de multi-zonas térmicas;
- para o item 6.2.2, deve ter capacidade de simular as estratégias bioclimáticas adotadas no projeto;
- caso o edifício proposto utilizar sistema de condicionamento de ar, o programa deve permitir modelar todos os sistemas de condicionamento de ar listados no Apêndice G da ASHRAE 90.1;
- determinar a capacidade solicitada pelo Sistema de Condicionamento de Ar;
- produzir relatórios horários do uso final de energia.

6.1.2. Arquivo climático

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

- fornecer valores horários para todos os parâmetros relevantes requeridos pelo programa de simulação, tais como temperatura e umidade, direção e velocidade do vento e radiação solar;

- 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;

- devem ser utilizados arquivos climáticos e formatos publicados no www.eere.energy.gov (TRY, TMY, SWEC, CTZ2...). Caso contrário o arquivo climático deve ser aprovado pelo laboratório de referência.

6.2. Procedimentos para simulação

Escopo: Descreve o método de avaliação da eficiência energética de um edifício através da simulação computacional. Pode ser usado para avaliar edifícios condicionados artificialmente, ou edifícios não condicionados, ou que possuem áreas condicionadas - de longa permanência - menor que a área útil total.

O método da simulação compara o desempenho do edifício proposto (***real***) com um edifício similar (***de referência***), cujas características devem estar de acordo com o nível de eficiência pretendido. Portanto, dois modelos devem ser construídos: o modelo representando o edifício ***real*** (de acordo com o projeto proposto) e o modelo de ***referência*** (de acordo com o nível de eficiência pretendido).

6.2.1. Metodologia para modelagem de envoltória e sistemas

Através da simulação, compara-se o consumo do projeto proposto (***real***) com o consumo do projeto de **referência**. Deve ser demonstrado que o consumo de energia do projeto proposto deve ser igual ou menor do que o consumo do edifício de referência.

Para classificação do edifício completo pelo método de simulação, devem ser atendidos os itens 6.2.1.1, 6.2.1.2 e 6.2.1.3. Para classificações visando as etiquetas parciais, o modelo real deve conter as seguintes alterações:

- Etiqueta Parcial da Envoltória: simular com os sistemas de iluminação especificado para o modelo do edifício de referência, de acordo com o nível de eficiência pretendido, com o sistema de condicionamento de ar atendendo às

tabelas 6.1, 6.2 e 6.3, quando for o caso, e com o COP como do modelo de referência, de acordo com o nível de eficiência pretendido;

- Etiquetas Parciais da Envoltória e do Sistema de Iluminação: simular com o sistema condicionamento de ar especificado atendendo às tabelas 6.1, 6.2 e 6.3, quando for o caso, e com o COP como do modelo de referência, de acordo com o nível de eficiência pretendido;

- Etiquetas Parciais da Envoltória e do Sistema de Condicionamento de ar: simular com o sistema de iluminação especificado para o modelo do edifício de referência, de acordo com o nível de eficiência pretendido.

Tabela 6.1: Tipo de sistema de condicionamento de ar a ser simulado para o caso de edifícios sem projeto de sistema

Área total condicionada na edificação	Tipo de sistema
Área < 4.000 m²	Expansão direta, split, condensação a ar.
Área ≥ 4.000 m²	Água gelada com caixas VAV, condensação a água.

Tabela 6.2 – Características gerais do sistema a ser modelado

Característica	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 (*setpoint*) da zona térmica.
Vazão de ar externo	Adotar as taxas de renovação de ar indicadas na NBR 16401, conforme o tipo de atividade de cada zona térmica. Considerar o ar externo admitido diretamente nas casas de máquinas do sistema de insuflamento, ou seja, desconsiderar potência elétrica para ventilação de ar externo e exaustão de ar interno.
Eficiência	Adotar eficiência nível A para todos os equipamentos do sistema.

Tabela 6.3 – Características específicas em função do tipo de sistema de condicionamento de ar a ser modelado

Tipo de sistema de condicionamento de ar	Característica	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 a água	Potência de ventilação	Considerar fan-coils 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 fan-coil variável conforme a equação: $P = 0,0013 + 0,1470 \times PLR + 0.9506 \times (PLR)^2 - 0,0998 \times (PLR)^3$ Onde: P = fator de ajuste de potência do ventilador em carga parcial. PLR = fator de carga parcial (igual a *vazão de ar atual*/*vazão de ar* de projeto).
	Tipo e quantidade de chillers	Definir a quantidade e tipo de chillers conforme a carga térmica total estimada para a edificação: a) Carga térmica ≤ 1055 kW: 1 chiller parafuso. b) Carga térmica > 1055 kW e ≤ 2110 kW: 2 chillers parafuso de mesma capacidade. c) Carga térmica > 2110 kW 2 chillers centrífugos no mínimo, adicionando novas unidades quando necessário, desde que a capacidade unitária não ultrapasse 800 TR.
	Temperatura de controle da água gelada	Considerar água gelada fornecida a 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 29,5°C e entrada a 35°C.
	Bombas de água gelada	Modelar circuito primário de vazão constante e secundário variável, com potência total de 349 kW/m³/s. Modelar uma bomba para cada chiller, operando apenas quando o chiller correspondente estiver em funcionamento.
	Bombas de água de condensação	Considerar potência total de 310 kW/m³/s. Modelar uma bomba para cada chiller, operando apenas quando o chiller correspondente estiver em funcionamento.

6.2.1.1 Características em comum para o Modelo do Edifício Real e de Referência

Ambos os modelos devem ser simulados usando:

- mesmo programa de simulação;
- mesmo arquivo climático;
- mesma geometria;
- mesma orientação com relação ao Norte Geográfico;
- 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;
- mesmo tipo de sistema de condicionamento de ar. Entretanto, para o modelo de referência deve-se utilizar o COP estabelecido pelo método prescritivo, de acordo com o nível de eficiência pretendido. No caso de sistemas com condicionamento de ar por aquecimento, para alcançar o nível A, os pré-requisitos de eficiência devem ser modelados conforme 5.1.3;
- mesmo *setpoint* de resfriamento e aquecimento.

6.2.1.2 Modelo do Edifício Real

O modelo que representa o edifício real deve:

- utilizar todas as características da edificação de acordo com o projeto proposto (transmitância de paredes e coberturas; tipo de vidro, PAF_T, absortância de paredes e coberturas, AVS, AHS...)
- no caso do edifício real possuir diferentes sistemas de condicionamento de ar, todos os diferentes sistemas existentes de cada zona térmica devem ser representados;
- no caso 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 nestas áreas consideradas condicionadas, desde

que seja comprovado conforto térmico (de acordo com o item 6.2.2) no período total em que o sistema de condicionamento de ar não foi utilizado nas horas de ocupação;

- utilizar a Densidade de Potência de Iluminação do projeto proposto;
- considerar os dispositivos de sombreamento quando os mesmos estiverem acoplados no edifício proposto;
- o sombreamento proveniente do entorno pode fazer parte do método de simulação (uso opcional) e, quando usado, deve ser incluído somente no modelo do edifício real.

6.2.1.3 Modelo do Edifício de Referência

O modelo de referência deve ser simulado, considerando que:

- a envoltória deve atingir o nível de classificação pretendido através do método descrito no item 3. Deve-se utilizar a equação cuja volumetria indicada seja semelhante à do projeto e adotar o valor de IC_{env} do limite máximo do intervalo do nível de classificação almejado. Caso o fator de forma do edifício projetado esteja acima ou abaixo do Fator de Forma limite da equação, deve-se utilizar o valor limite;
- na classificação geral, o modelo de referência deve atingir o nível de eficiência pretendido de acordo com a distribuição dos pesos na equação de classificação geral (Equação 2.1);
- devem ser utilizados os valores máximos de transmitância térmica e de absortância solar para o nível de eficiência pretendido, definidos no item 3.1 de pré-requisitos específicos da envoltória;
- deve-se adotar um PAF_T calculado de acordo com os itens abaixo:

    a) utilizar a fórmula do IC_{env} do item 3.2 referente à envoltória do edifício proposto de acordo com a Zona Bioclimática da localização do edifício;

    b) adotar AVS=0 e AHS=0;

    c) adotar um vidro simples 3mm, com um fator solar de 0,87;

d) o valor de PAF_T deve ser o maior possível para o nível de eficiência pretendido.

- no caso de existir iluminação zenital com PAZ maior que 5% no modelo real, os modelos de referência para os níveis A e B devem possuir PAZ de 2% com vidro claro e fator solar de 0,87;

- a Densidade de Potência de Iluminação deve ser modelada dentro dos limites máximos da Tabela 4.1 ou 4.2 (de acordo com os critérios do item 4), em função dos índices de ambiente, da atividade e do nível de eficiência almejado (A, B, C ou D);

- deve-se adotar o mesmo Sistema de Condicionamento de Ar proposto no Modelo Real, sendo que a eficiência do sistema deve estar de acordo com as tabelas do Item 5 em função do nível de classificação pretendido (A, B, C, D ou E);

- 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 dos modelos de referência deve ser dimensionada de forma a atender à exigência das horas não atendidas limite.

6.2.2. Pontuação Total (PT) de edifícios totalmente simulados

Edifícios condicionados avaliados completamente pelo método da simulação poderão receber a ENCE Geral e o ponto de bonificação apenas quando esta não estiver presente na simulação. O equivalente numérico de simulação (EqNumS) para edifícios simulados deverá ser calculado através de interpolação linear entre os consumos calculados nos modelos de referência que definem a classificação da etiqueta. A Pontuação Total será calculada pela Equação 6.1. Os equivalentes numéricos para os níveis de eficiência de cada requisito são obtidos na Tabela 2.2. O número de pontos obtidos na equação acima irá definir a classificação geral da edificação de acordo com os limites estabelecidos na Tabela 2.3.

$$PT = EqNumS + b_0^1 \qquad \text{Eq.6.1}$$

Onde:

EqNumS: equivalente numérico obtido através da simulação;

b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1.

Nos edifícios que possuírem sistema de condicionamento de ar e ventilação natural, o EqNumV deve ser maior ou igual ao EqNumS. Nos casos em que esta condição não for atendida a classificação final será dada pelo EqNumV.

Edifícios que possuírem apenas ventilação natural devem utilizar a Equação 2.1 para obtenção da Pontuação Total.

6.2.3. Ambientes naturalmente ventilados ou não condicionados

Para edifícios naturalmente ventilados 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. A Tabela 6.4 indica o equivalente numérico a ser usado na Equação 2.1, que pode variar de acordo com o percentual de horas ocupadas em conforto (POC) que foi alcançado na simulação.

Mais de um EqNumV para diferentes ANC (área útil de ambientes de permanência prolongada não condicionados) podem ser usados na equação.

Tabela 6.4: Equivalentes numéricos para ventilação natural

Percentual de Horas Ocupadas em Conforto	EqNumV	Classificação Final
POC ≥ 80%	5	A
70% ≤ POC < 80%	4	B
60% ≤ PO C < 70%	3	C
50% ≤ POC < 60%	2	D
POC < 50%	1	E

Na documentação apresentada para a etiquetagem deve-se especificar qual a hipótese de conforto adotada (ASHRAE 55, ISO 7730, etc.), bem como o atendimento às normas da ABNT de conforto acústico vigentes.

7 NORMAS REFERENCIADAS

ASTM - American Society for Testing and Materials. ASTM E1918-06 Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field, West Conshohocken, PA.

_____. ASTM E1918-06 Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance, and Transmittance of Materials Using Integrating Spheres (Withdrawn 2005).

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. ASHRAE Standard 74-1988 - Method of Measuring Solar Optical Properties of Materials.

_____. ANSI/ARI/ASHRAE/ISO Standard 13256-1:1998: Water-source Heat Pumps Testing and Rating for Performance Part 1: Water-to-air and Brine-to-air Heat Pumps. Atlanta, 1998.

_____. ANSI/ARI/ASHRAE/ISO Standard 13256-2:1998: Water-source Heat Pumps Testing and Rating for Performance Part 2: Water-to-water and Brine-to-water Heat Pumps. Atlanta, 1998.

_____. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-1999: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, 1999.

_____. ASHRAE Standard 55 - 2004. Thermal Environment Conditions for Human Occupancy. Atlanda, 2004.

_____. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, 2004.

_____. ANSI/ASHRAE Standard 140-2004 - Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.

_____. Handbook of Fundamentals, 2005. Atlanta, 2005.

_____. ANSI/ASHRAE Standard 146-2006 - Method of Testing and Rating Pool Heaters

_____. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, 2007.

AHRI – AIR-CONDITIONING, HEATING, AND REFRIGERATION INSTITUTE. ANSI/AHRI Standard 560 – 2000: Absorption Water Chilling and Water Heating Packages.

_____. ANSI/AHRI Standard 210/240 - 2003: Performance Rating of Unitary air-conditioning and air source heat pump equipment.

_____. AHRI 550/590-2003: Performance Rating of Water Chilling Packages Using the Vapor Compression Cycle. Arlington, 2003.

_____. ANSI/AHRI 460-2005: Performance Rating of Remote Mechanical Draft Air Cooled Refrigerant Condensers.

_____. ANSI/AHRI Standard 340/360 – 2007: Performance Rating of Commercial and industrial unitary air-conditioning and heat pump equipment.

_____. AHRI 1160-2009: Performance Rating of Heat Pump Pool Heaters.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6488 - Componentes de construção - Determinação da condutância e da transmitância térmica - Método da caixa quente protegida. Rio de Janeiro, 1980.

_____. NBR 6689 - Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais. Rio de Janeiro, 1981.

_____. NBR 5413 – Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.

_____. NBR 5410 – Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

_____. NBR 7256 - Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15215 – Iluminação natural. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15220-2 - 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. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15220-3 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15569 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2008.

_____. NBR 16401 - Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários. Rio de Janeiro, 2008.

CTI ATC – 105 -97 – Acceptance Test Code for Water Cooling Towers.

CTI Standard 201-96 – Standard for Certification of Water Cooling Tower Thermal Performance.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. ISO 9050. Glass in building - Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors. Geneve, Switzerland, 2003.

_____. ISO 15099. Thermal performance of windows, doors and shading devices - Detailed calculations. Geneve, Switzerland, 2003.

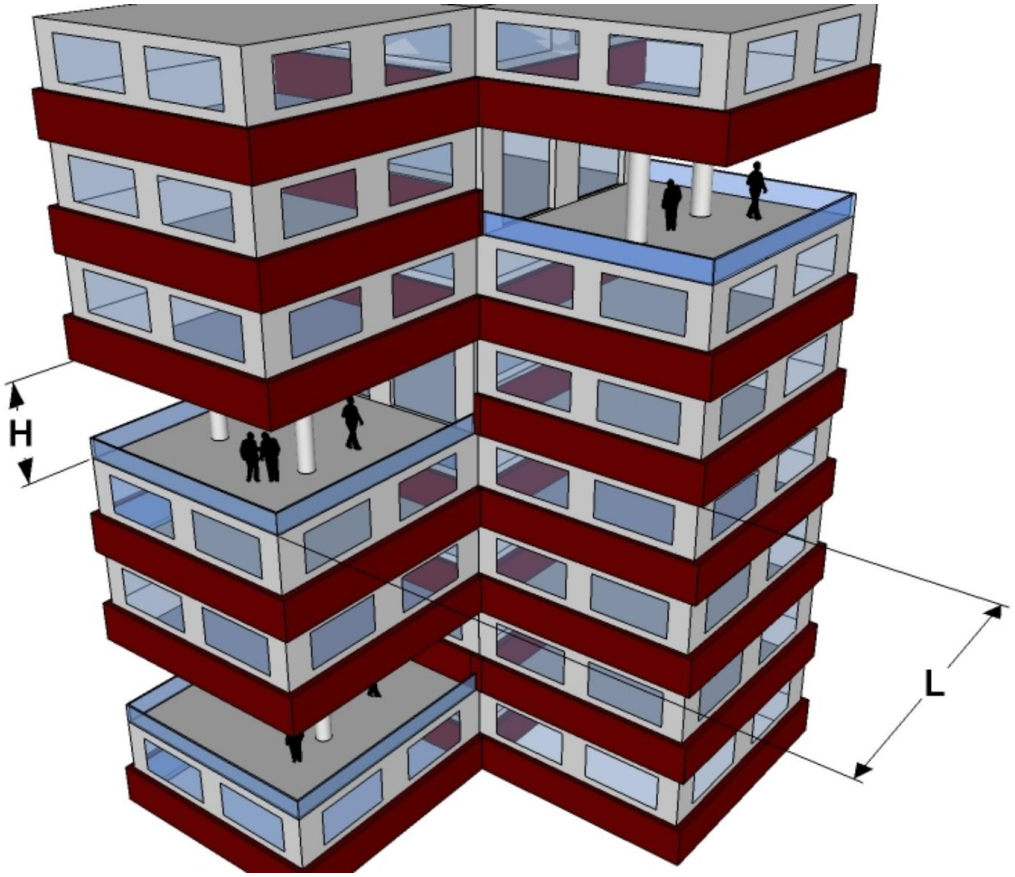
_____. ISO 7730. Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Geneve, Switzerland, 2005.

NFRC 201:2004. Procedure for Interim Standard Test Method for Measuring the Solar Heat Gain Coefficient of Fenestration Systems Using Calorimetry Hot Box Methods. National Fenestration Rating Council. USA, 2004.

Portaria INMETRO/MDIC n^{o} 215, de 23 de julho de 2009. Aprovar a revisão dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Condicionadores de Ar.

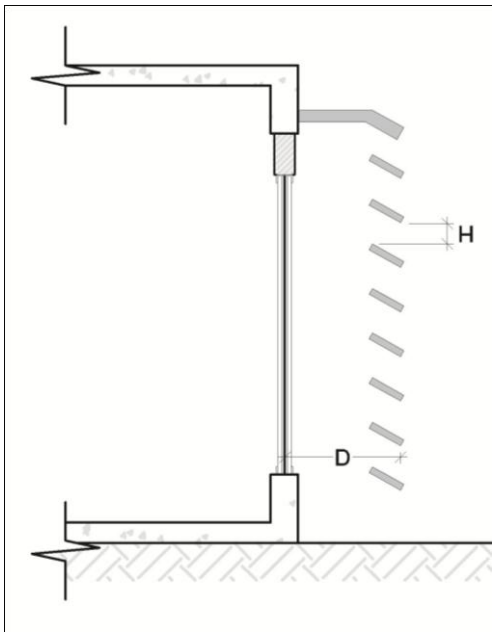
ANEXO I

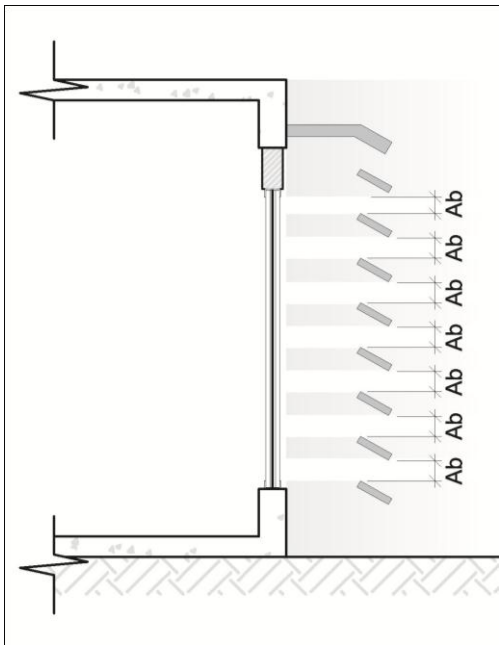
1. Varandas Internas - Considerar abertura para PAF_T quando $L \leq 2H$



ANEXO II

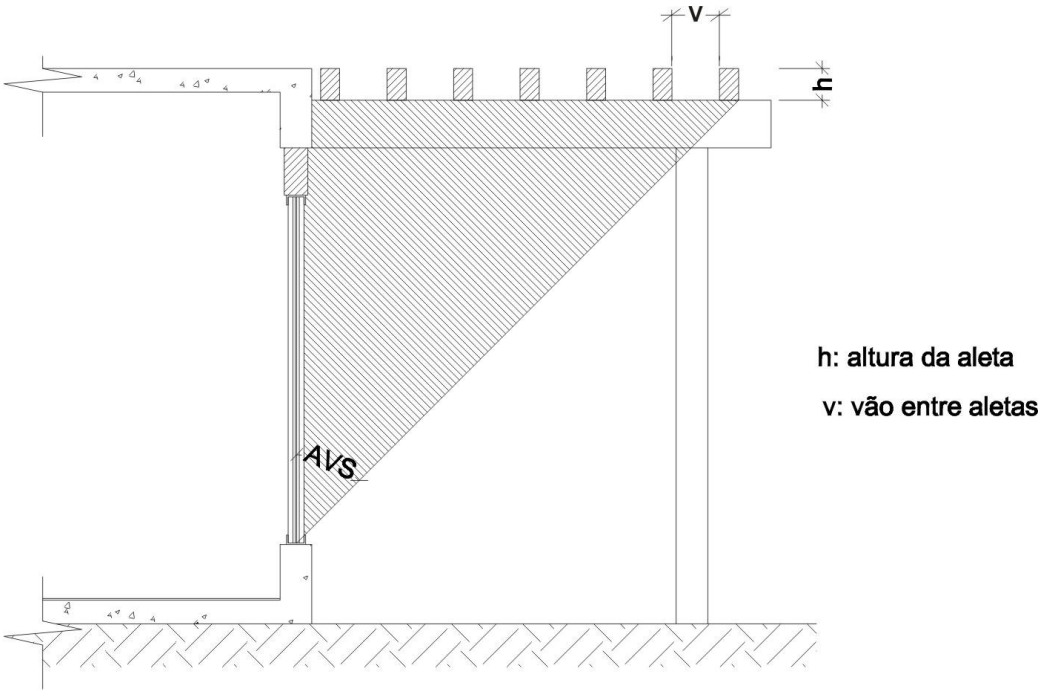
1. Proteção solar paralela à fachada - Considerar abertura para PAF_T quando entre quando $D < H$





ANEXO III

1. Sistemas de proteção solar vazados - Fator de Correção (FC): $FC = \frac{h}{v}$



"ANEXO IV – CONSIDERAÇÕES SOBRE A ETIQUETAGEM DE ESTÁDIOS

A.1 Estádios devem ser avaliados pelo método prescritivo conforme o detalhamento exposto abaixo e sintetizados no item A.8.

A.2 Aplicabilidade dos requisitos gerais do RTQ

A.2.1 Medição individualizada de energia
Aplica-se sem ressalvas.

A.2.2 Aquecimento de água
A edificação deve atender a este pré-requisito se a demanda de aquecimento de água for elevada (exemplo: academias, clubes, hospitais, restaurantes, edifícios destinados à hospedagem) ou se o consumo de energia em aquecimento de água representar uma parcela igual ou maior a 10%.

A.3 Envoltória
As paredes externas são configuradas apenas pela porção externa dos estádios e as arquibancadas não deverão ser consideradas fachadas, mas sim coberturas, em virtude de sua inclinação ser menor que 60º.

A.3.1 Pré-requisitos específicos

A.3.1.1 Os pré-requisitos específicos da envoltória são: transmitância térmica e absortância solar de paredes e coberturas, capacidade térmica de paredes (apenas para ZB 7 e 8) e iluminação zenital.

A.3.1.2 Dadas as características construtivas, deve-se considerar apenas as transmitâncias térmicas de todas as coberturas e das paredes externas apenas dos ambientes climatizados artificialmente. Devem ser consideradas as arquibancadas (sem contabilizar a influência das cadeiras) e a cobertura da parte superior, caso haja área de permanência prolongada logo abaixo dela. Os valores de transmitância térmica encontram-se na tabela A1 e A2:

Tabela A.1: Pré-requisitos de transmitância e capacidade térmicas para paredes

Nível	Zona Bioclimática	Transmitância térmica [W/(m²K)]	Capacidade térmica [kJ/(m²K)]
A	ZB1 e ZB2	$U \leq 1,0$	Sem exigência
	ZB3 e ZB6	$U \leq 3,7$	Sem exigência
	ZB7 a ZB8	$U \leq 2,5$	$CT \leq 80$
		$U \leq 3,7$	$CT \geq 80$
B	ZB1 e ZB2	$U \leq 2,0$	Sem exigência

	ZB3 e ZB6	U ≤ 3,7	Sem exigência
	ZB7 a ZB8	U ≤ 2,5	CT ≤ 80
		U ≤ 3,7	CT ≥ 80
C	ZB1 a ZB6	U ≤ 3,7	Sem exigência
	ZB7 a ZB8	U ≤ 2,5	CT ≤ 80
		U ≤ 3,7	CT ≥ 80

Tabela A.2: Pré-requisitos de transmitância térmica para coberturas

Nível	Zona Bioclimática	Transmitância térmica [W/(m^{2}K)]
A	ZB1 e ZB2	U ≤ 0,5 (ambientes condicionados artificialmente) U ≤ 1,0 (ambientes não condicionados artificialmente)
	ZB3 a ZB8	U ≤ 1,0 (ambientes condicionados artificialmente) U ≤ 2,0 (ambientes não condicionados artificialmente)
B	ZB1 e ZB2	U ≤ 1,0 (ambientes condicionados artificialmente) U ≤ 1,5 (ambientes não condicionados artificialmente)
C e D	ZB1 a ZB8	U ≤ 2,0 (ambientes condicionados artificialmente e ambientes não condicionados artificialmente)

A.3.1.3 Os pré-requisitos de absortância solar e iluminação zenital não devem ser aplicados.

A.3.2. Procedimento de determinação da eficiência

As equações do método prescritivo foram baseadas em tipologias comuns de edificações comerciais, de serviço e públicas, não tendo sido incluídos os estádios. Por esta razão, considerou-se coerente apenas a aplicação dos pré-requisitos para a determinação do nível de eficiência da envoltória.

A.4 Sistema de iluminação

A.4.1 Pré-requisitos específicos

A.4.1.1 Os pré-requisitos relativos à iluminação são: divisão de circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático do sistema de iluminação.

A.4.1.2 Os três pré-requisitos não são aplicáveis.

A.4.2 Procedimento de determinação da eficiência

A.4.2.1 Em relação ao procedimento de determinação da eficiência do sistema de iluminação, é aplicável somente a utilização do Método das Atividades. Como os usos presentes nos estádios são muito variados (vestiário, circulações, garagens, sanitários, quartos de hotel, escritórios, enfermaria, área de exames, academia de ginástica, sala de

convivência, etc.) a determinação de uma atividade principal para a avaliação do sistema pelo Método das Áreas não é considerada adequada.

A.4.2.2 No caso de estádios de futebol padrão FIFA, deve ser consultado o documento "*Relação de ambientes exigidos pela FIFA e o valor da DPI correspondente para nível A*", publicado no link http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/Edificacoes.asp, que presenta os ambientes exigidos pela FIFA e as Densidades de Potência para a Iluminação (DPIs), considerando o nível A como referência, para cada atividade. O documento baseia-se na publicação "FIFA: Estádios de Futebol – Recomendações e requisitos técnicos. 5ª edição, Suíça, 2011". Os valores para os demais níveis de eficiência devem ser consultados na Tabela 4.2 "Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPIL) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades do edifício" da Portaria Inmetro nº 372/2010.

A.5 Sistema de condicionamento de ar

A.5.1 Pré-requisitos específicos

Os pré-requisitos específicos caracterizam-se pelo isolamento térmico para dutos de ar e o atendimento a um COP mínimo para o condicionamento de ar por aquecimento artificial. Todos estes pré-requisitos são possíveis de ser cumpridos nos estádios.

A.5.2 Procedimento de determinação da eficiência

Os procedimentos de determinação da eficiência são separados em sistemas de condicionamento de ar etiquetados e não etiquetados pelo Inmetro. A aplicação dos procedimentos de ambos é viável no caso de estádios.
No caso de estádios de futebol padrão FIFA, acessar o link http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtosPBE/Edificacoes.asp onde consta o documento "Relação de ambientes com HVAC exigidos pela FIFA" no qual estão listados os levantamentos dos ambientes que devem possuir HVAC, segundo as exigências da FIFA. A tabela baseia-se na publicação "FIFA: Estádios de Futebol – Recomendações e requisitos técnicos. 5ª edição, Suíça, 2011".

A.6 Bonificações

Iniciativas que aumentem a eficiência da edificação poderão receber até um ponto na classificação geral. Para tanto, essas iniciativas deverão ser justificadas e a economia gerada deve ser comprovada. Economias em mais de um item, que sejam menores que os mínimos exigidos, podem ser combinados, proporcionalmente, a fim de alcançar os percentuais exigidos para obtenção da bonificação. As possibilidades para o recebimento de bonificações estão discriminadas de acordo com os itens A.6.1 a A.6.4.

A.6.1 Sistemas ou equipamentos que racionalizem o uso da água

Os sistemas ou equipamentos (exemplo: torneiras com arejadores e/ou temporizadores, sanitários com sensores, aproveitamento da água pluvial, etc.) devem proporcionar uma economia de 40% no consumo anual de água do edifício.

A.6.2 Sistemas ou fontes renováveis de energia

Estes sistemas incluem o aquecimento de água do tipo solar e energia eólica e fotovoltaica. O aquecimento de água deve provar o atendimento a 70% da fração solar; já a energia eólica ou fotovoltaica deve proporcionar uma economia mínima de 10% no consumo anual de energia.

A.6.3 Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas
Os sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas (iluminação natural, por exemplo) que aumentem a eficiência energética da edificação devem ter uma economia mínima de 30% do consumo anual de energia elétrica comprovada.

A.6.4 Elevadores
Para receber os pontos relativos à bonificação, os elevadores devem alcançar classe A, segundo a norma VDI 4707.

A.7 Pontuação Total

A.7.1 Para a determinação da pontuação total será utilizada a equação 2.1 do RTQ-C, destacada abaixo, com a observação de que o EqNumEnv é determinado apenas pelo cumprimento do pré-requisito específico e o EqNumDPI é determinado apenas pelo procedimento de determinação da eficiência (Método das Atividades).

$$PT = 0{,}30.\left\{\left(EqNumEnv.\frac{AC}{AU}\right)+\left(\frac{APT}{AU}.5+\frac{ANC}{AU}.EqNumV\right)\right\}+0{,}30.\left(EqNumI\right)+0{,}40.\left\{\left(EqNumCA.\frac{AC}{AU}\right)+\left(\frac{APT}{AU}.5+\frac{ANC}{AU}.EqNumV\right)\right\}+b_{0}^{1} \qquad \text{Eq.A1}$$

Onde:
a) PT: Pontuação Total
b) EqNumEnv: equivalente numérico da envoltória (considerando apenas o cumprimento do pré-requisito específico);
c) EqNumDPI: equivalente numérico do sistema de iluminação, identificado pela sigla DPI - Densidade de Potência de Iluminação (considerando apenas o procedimento de determinação da eficiência – Método das Atividades);
d) EqNumCA: equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;
e) EqNumV: equivalente numérico de ambientes não condicionados e/ou ventilados naturalmente;
f) APT: área útil dos ambientes de permanência transitória, desde que não condicionados;
g) ANC: área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural (POC) através do método da simulação;
h) AC: área útil dos ambientes condicionados;
i) AU: área útil;
j) b: pontuação obtida pelas bonificações, que varia de 0 a 1.

A.8 Quadro síntese da interpretação do método prescritivo do RTQ-C para estádios

Item	Detalhamento item		Deliberação
Item A.2 - Pré-requisitos gerais	Medição individualizada de energia		Aplica-se
	Aquecimento de água		Aplica-se
Item A.3 - Envoltória	Pré-requisitos	U cobertura	Aplica-se em partes
		U paredes	Aplica-se em partes
		CT paredes	Não se aplica
		Absortância	Não se aplica

		Iluminação zenital	Não se aplica
	Procedimento de determinação da eficiência		Não se aplica
Item A.4 - Iluminação	Pré-requisitos	Divisão de circuitos	Não se aplica
		Contribuição da luz natural	Não se aplica
		Desligamento automático do sistema de iluminação	Não se aplica
	Procedimento de determinação da eficiência	Método das áreas	Não se aplica
		Método das atividades	Aplica-se
Item A. 5 - Condicionamento de ar	Pré-requisitos		Aplica-se
	Procedimento de determinação da eficiência		Aplica-se
Item A.6 - Bonificações	Sistemas e equipamentos que racionalizem o uso da água		Aplica-se
	Sistemas ou fontes renováveis de energia	Aquecimento solar de água	Aplica-se
		Energia eólica ou painéis fotovoltaicos	Aplica-se
	Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas		Aplica-se
	Sistemas de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas		Aplica-se”