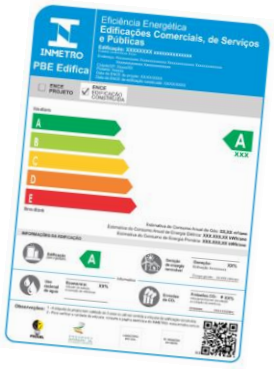
DIRETRIZES PARA A ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES PÚBLICAS COM RETROFIT COM BASE NA INI-C E NA IN 02/2014



INTRODUÇÃO

Partindo-se da Instrução Normativa nº 2, de 4 de junho de 2014, todos os projetos de edifícios da Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional novos, bem como sua construção, ou obras de retrofit, devem ser obrigatoriamente executados ou contratados de forma a garantir a obtenção da ENCE Geral com classificação "A". Especificamente no caso de edifícios com retrofit, as obras e os projetos devem ser contratados visando à obtenção da ENCE Parcial da Edificação Construída com classificação "A" para os sistemas individuais de iluminação, condicionamento de ar e aquecimento de água (quando aplicável), ressalvados os casos de inviabilidade técnica ou econômica, devidamente justificados, devendo-se, nesse caso, atingir a maior classe de eficiência possível.

A ENCE Geral com classificação "A" deve ser obtida por meio da aplicação da Portaria nº 309 de 6 de setembro de 2022, que aprova a Instrução Normativa Inmetro para as Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), podendo ser durante a fase de projeto ou para o edifício construído, ou no caso de reformas. A ENCE Geral da edificação é obtida quando todos os sistemas individuais são obrigatoriamente avaliados: envoltória, ar condicionado, iluminação e aquecimento de água; este último, quando aplicável. A ENCE Parcial da edificação é possível para os seguintes sistemas: a) envoltória completa (obrigatória em todas as avaliações); b) envoltória completa e sistema de condicionamento de ar; c) envoltória completa e sistema de iluminação; d) envoltória completa e sistema de aquecimento de água; e) envoltória completa e a combinação de dois ou mais sistemas citados anteriormente. Segundo a IN nº 02, ainda que nem todos os sistemas avaliados na edificação sejam objeto do retrofit, é recomendável que a edificação seja completamente avaliada, emitindo-se a ENCE Geral.

Para cada sistema individual presente na edificação, e para a obtenção da classificação "A", são apresentadas condições de elegibilidade específicas. O não atendimento de alguma destas condições de elegibilidade limita a classificação máxima do sistema como B.

A solicitação da ENCE para garantir a comprovação da eficiência energética das soluções adotadas deve ser feita por meio de um OIA - Organismo de Inspeção Acreditado pelo Inmetro. A lista de OIAs no país acreditados para emitir a Etiqueta do PBE Edifica pode ser consultada na página do Inmetro <www.inmetro.gov.br/organismos/consulta.asp>. Para encontrá-los, na

caixa de seleção referente ao “tipo de organismo”, deve ser selecionado “Organismo de Inspeção – Eficiência Energética de Edifícios”.

Neste documento são listadas diretrizes gerais que devem ser seguidas, por sistema individual, para a obtenção da ENCE Geral com classificação A nas edificações públicas com retrofit. Inicialmente são listadas as diretrizes que devem ser seguidas para os sistemas de condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água, que geralmente são o principal alvo durante uma obra de retrofit, e na sequência são apresentadas as recomendações para os casos de reformas em fachadas e outras diretrizes gerais para a geração de energia local, uso racional de água e redução de emissão de CO_2 pelo uso dos sistemas individuais.

SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Para avaliar o sistema de condicionamento de ar, é necessário conhecer a carga térmica total anual atendida pelo sistema de condicionamento, proveniente da avaliação da envoltória, o coeficiente de eficiência energética do sistema, além da especificação dos equipamentos de renovação de ar. A avaliação do sistema de condicionamento de ar a partir da INI-C pode ser realizada para sistemas unitários, sistemas centrais e/ou sistemas presumidos, que podem coexistir em uma mesma edificação. Tais sistemas de condicionamento de ar, independentemente de sua capacidade de refrigeração e aplicação, devem proporcionar adequada qualidade do ar interior e conforto térmico, de acordo com o especificado nas normas NBR 17037 e NBR 16401 - Partes 2 e 3.

Para sistemas unitários com capacidade inferior à 19 kW, ao contratar o projeto ou comprar equipamentos, deve-se especificar:

- Máquinas com IDRS igual ou superior à 5,50 até 31/12/2025. Após essa data, a eficiência mínima passa a ser igual ou superior à 7,00;
- Isolamento térmico das tubulações para a condução de fluídos atendendo à espessura mínima de isolamento para os sistemas de refrigeração do tipo expansão direta (splits convencionais e inverter) conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Espessura mínima (mm) de isolamento térmico de tubulações dos sistemas de refrigeração do tipo expansão direta (splits convencionais e inverter)

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

Demais sistemas devem ser analisados a partir da especificação da máquina, com o acompanhamento de um projetista de condicionamento de ar e com emissão de ART, atendendo-se o especificado no item 7.1 e anexo B.II da INI-C.

SISTEMA DE ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL

A avaliação do sistema de iluminação artificial tem como base a potência total instalada do sistema, que envolve o conjunto das luminárias (lâmpadas, fontes e reatores) e os controles de acionamento (interruptores e sensores). A potência total instalada deve resultar do somatório entre diferentes parcelas do sistema de iluminação: a parcela sem controle automatizado, a parcela de luminárias controladas por sensores, e a parcela de ambientes sem projeto luminotécnico.

Ao passar por um processo de retrofit, a primeira ação a ser tomada deve ser a avaliação do atual sistema de iluminação artificial, para então avaliar a necessidade de substituição de todo o sistema elétrico da edificação e da divisão de circuitos de forma a possibilitar o acionamento independente de luminárias, ou a simples substituição de luminárias por modelos mais eficientes, mantendo-se as mesmas condições de desempenho e conforto visual dos espaços.

Portanto, ao contratar o projeto ou a obra voltada para o retrofit do sistema de iluminação artificial, deve-se especificar:

- Lâmpadas e luminárias de baixa potência, de forma a proporcionar ambientes que atendam aos níveis mínimos de iluminação conforme a NBR 8995, em sua versão vigente, e que resultem em valores de densidade de potência instalada (W/m²) no ambiente inferiores aos limites para a classificação A (DPI_{LA}) da Tabela 2;

- Pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento da iluminação interna do ambiente de forma independente. Cada dispositivo de controle manual deve controlar: a) uma área de até 250 m² para ambientes de até 1.000 m²; e, b) uma área de até 1.000 m² para ambientes maiores do que 1.000 m²;

- Em ambientes maiores que 250 m², o sistema de iluminação interno deve possuir um dispositivo de controle automático para o desligamento da iluminação, que pode funcionar por horário pré-determinado, ou por um sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes, ou por controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada. Deve-se atentar para a programação independente para as áreas superiores a 2.500 m², por pavimento e para dias e finais de semana e feriados.

Tabela 2 – Limite máximo de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para a classificação A do sistema de iluminação, baseando-se no método das atividades do edifício

Ambientes/Atividades	**DPI_L Classif. A (W/m²)**
Armazém, atacado	
Material pequeno/leve	7,45
Material médio/volumoso	3,80
Átrio - por metro de altura	
até 12,20 m de altura	0,10 W/m
acima de 12,20 m de altura (4,30 W/m² somado à parcela ao lado)	0,07 W/m
Auditórios e Anfiteatros	
Auditório	11,50

Ambientes/Atividades	DPI_L Classif. A (W/m^2)
Centro de convenções	11,50
Cinema	12,25
Penitenciária	11,50
Teatro	21,85
Banco/escritório - área de atividades bancárias	10,00
Banheiros	9,15
Biblioteca	
Área de arquivamento	6,00
Área de leitura	8,85
Área de estantes	12,90
Casa de máquinas	4,65
Centro de convenções	
Espaço de exposições	9,50
Circulação	7,10
Comércio	
Área de vendas	13,15
Provador	5,40
Cozinhas	11,40
Depósitos	4,95
Dormitórios – alojamentos	6,65
Escadas	6,25
Escritório	10,00
Escritório – planta livre	8,70
Garagem	1,50
Ginásio/ Academia	
Área de ginástica	8,85
Arquibancada	7,00
Esportes de ringue	26,40
Quadra de esportes – classe 4[1]	12,15
Quadra de esportes – classe 3[2]	18,30
Quadra de esportes – classe 2[3]	21,10
Quadra de esportes – classe 1[4]	26,60
Hall de entrada - vestíbulo	
Elevador	7,45
Cinemas	4,85
Hotel	11,40
Salas de espetáculos	18,30
Outros	10,80
Estabelecimentos Assistenciais de Saúde	
Circulação	9,90
Emergência	18,10
Enfermaria	10,75
Exames simples	14,45
Exames/tratamento	18,10

Ambientes/Atividades	DPI_L Classif. A (W/m^2)
Farmácia	14,40
Fisioterapia	9,05
Sala de espera, estar	8,40
Recuperação	11,10
Sala de enfermeiros	9,40
Sala de operação	23,35
Quarto de pacientes	6,65
Suprimentos médicos	5,80
Igreja/ Templo	
Assentos	16,50
Altar, coro	16,50
Sala de comunhão – nave	5,90
Laboratórios	
para salas de aula	12,90
médicos e pesquisa	15,60
Lavanderia	4,65
Museus	
Restauração	9,15
Sala de exibição	11,50
Oficina mecânica	7,05
Oficina – seminário, cursos	12,25
Quartos de hotel	8,30
Refeitório	6,80
Salão	7,65
Lanchonete/café	6,80
Bar/lazer	10,00
Refeitório de penitenciária	10,35
Sala de Aula, treinamento	9,90
Sala de espera, convivência	7,55
Sala de reuniões, conferência, multiuso	11,50
Vestiário	5,15
Transportes	
Área de bagagem	4,85
Aeroporto – Pátio	3,35
Assentos – Espera	6,65
Terminal – bilheteria	10,00
Necessidades visuais especiais [5]	
Área de refeição	21,55
Área de uso comum	19,35
Corredor	9,90
Hall de entrada	21,85
Banheiro	10,35

[1] Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.
[2] Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores.
[3] Para competições em estádios e ginásios com capacidade para menos de 5.000 espectadores.
[4] Para competições em estádios e ginásios de grande capacidade, acima de 5.000 espectadores.
Quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.
[5] Documentação que comprove a existência de necessidade visual para permitir sua aplicação.

SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA

A avaliação do sistema de aquecimento de água baseia-se na demanda de energia elétrica ou térmica para o aquecimento de água, determinada pelo volume de água quente a ser consumido na edificação. Além disso, devem ser considerados também o rendimento do equipamento utilizado para o aquecimento, e as perdas térmicas atribuídas ao sistema (distribuição e armazenamento de água). Portanto, para que o sistema de aquecimento de água obtenha a classificação A de eficiência energética, ao contratar o projeto ou a instalação deve-se especificar:

- Sistemas de pré-aquecimento de água solar com backup a gás que atenda a mais de 50% da demanda de água quente, ou aquecimento de água por bomba de calor;
- Sempre que existente, o circuito de recirculação de água deve possuir dispositivo de controle automático para o acionamento da recirculação de forma pré-programada, ou com acionamento associado à temperatura da rede de distribuição, ou por período pré-programado, ou comando de acionamento manual ou automático em função da demanda de água quente;
- Isolamento térmico nas tubulações destinadas à distribuição e recirculação de água quente com espessura mínima e condutividade térmica em consonância com os valores da Tabela 3;
- Reservatórios de água quente etiquetados e que atendam aos limites de perda específica de energia máxima conforme a Tabela 4.

Tabela 3 – Espessura mínima e condutividade térmica de isolamento de tubulações de distribuição e recirculação de água quente

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

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

Nota: Nos casos em que seja impraticável a aplicação dos limites da Tabela 3, outros materiais com características compatíveis aos especificados acima podem ser utilizados desde que devidamente justificados. As novas condições de materiais e respectivas espessuras devem ser incorporadas nos cálculos de perdas térmicas previstas.

Tabela 4 – Perda específica térmica de reservatório de água quente em standby

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

ENVOLTÓRIA

A avaliação de eficiência energética da envoltória é realizada a partir da estimativa da carga térmica da edificação nas áreas condicionadas artificialmente, podendo também considerar a fração de horas em desconforto térmico no caso de edificações ventiladas naturalmente (áreas sem condicionamento artificial ou com condicionamento híbrido). A carga térmica, por definição, consiste no somatório das cargas térmicas instantâneas horárias durante o período de ocupação da edificação, e conforme os dias de uso da tipologia. Considera, portanto, os ganhos de calor internos, externos, e também as perdas térmicas que podem ocorrer por meio da envoltória. Ao contratar o projeto ou a obra de reforma da envoltória da edificação, é recomendado especificar:

- Pintura de fachadas ou substituição dos elementos de revestimentos com cores predominantemente claras (preferencialmente branco; quando impossibilitado o uso do branco, cores com absortância inferior à 0,5);
- Soluções para o tratamento da cobertura: isolamento térmico ou o uso de teto jardim, e telhas com pinturas especiais em cores claras (preferencialmente branco; quando impossibilitado o uso do branco, cores com absortância inferior à 0,5);
- Áreas de fachadas ou coberturas sombreadas por coletores solares ou módulos fotovoltaicos, manter afastamento mínimo (preferencialmente > 5 cm) entre o elemento e a superfície de instalação;
- Adequar a orientação de elementos de sombreamento , quando existentes na fachada, de acordo com a latitude da cidade de forma a impedir a insolação indesejável;
- Nas zonas bioclimáticas 3, especificar a instalação de elementos de sombreamento nas fachadas com áreas envidraçadas voltadas principalmente para as orientações norte, leste e oeste e colaterais;
- Na impossibilidade de instalação de elementos de sombreamento, substituir os vidros que compõem as zonas térmicas com grandes áreas envidraçadas nas orientações norte, leste e oeste por modelos com baixo fator solar e emissividade.

Nota: O uso de uma análise mais detalhada, como a simulação termoenergética, pode permitir a combinação entre diferentes estratégias, alcançando-se resultados mais precisos.

DEMAIS RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES

- Especificar sistemas de geração de energia local por meio de fontes de energia renováveis de modo a atender 50% ou mais da demanda de energia da edificação (Edificação de Energia Quase Zero - NZEB), ou mais que 100% da demanda (Edificação de Energia Positiva - EEP);

- Buscar a redução das emissões de dióxido de carbono (CO_2) por meio do uso de fontes de energia com menor fator de emissão de dióxido de carbono (Tabela 5) na operação dos sistemas individuais da edificação (condicionamento de ar, iluminação e aquecimento de água);

- Especificar equipamentos economizadores para a redução do consumo de água potável e seu uso racional, bem como o aproveitamento de água pluvial quando possível.

Tabela 5 – Fatores de emissão de CO_2 para a queima direta de combustíveis convertida em energia térmica (kWh)

Combustível	**Fatores de Emissão de CO_2 ($kg.CO_2/kWh$)**
Gás natural	0,202
Óleo diesel	0,267
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	0,227
Madeira	0,531
Gasolina	0,249
Etanol	0,248