



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Civil
Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

lab**EEE** | LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES

Consultoria para o Programa IPTU Verde da cidade de Salvador

Entregável 01

Requisitos de Eficiência Energética e manual de aplicação

05/04/2022

Projeto: Consultoria para o Programa IPTU Verde da cidade de Salvador

Realização: **Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**

Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima

Trindade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

Caixa Postal 476 - CEP 88040-970

Tel +55 48 3721 5184

contato@labeee.ufsc.br

<http://labeee.ufsc.br>

Financiamento Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – Neoenergia COELBA;
Companhia de Eletricidade do Estado do Rio Grande do Norte – Neoenergia
COSERN;
Elektro Redes S.A.
Companhia de Eletricidade do Estado do Pernambuco – Neoenergia
Pernambuco

Coordenação: Prof. Roberto Lamberts, PhD

Equipe: Prof. Ana Paula Melo, Dra.
Mateus Vinicius Bavaresco, Dr.
Matheus Soares Geraldi, Dr.

Sumário

Sumário	3
Apresentação.....	4
1 Introdução	5
1.1. Considerações iniciais.....	5
1.2. Normas utilizadas	5
1.3. Tipologias.....	5
1.4. Sistemas avaliados e definições	6
1.5. Limitações.....	7
2 Requisitos para edificações Residenciais	8
3 Requisitos para edificações Comerciais, de Serviços.....	11
4 Aplicação dos requisitos – Eficiência e alternativas energéticas.....	15
4.1 Edificações Residenciais Unifamiliares e Multifamiliares.....	15
2.2 Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas	41
5 Considerações finais	68
Referências	69

Apresentação

Este documento detalha os aspectos presentes no tópico de Eficiência e Alternativas Energéticas do Decreto que institui o Programa Certificação Sustentável **IPTU VERDE** em edificações no Município de Salvador, com o objetivo de facilitar a compreensão e aplicação dos requisitos para pontuação aos empreendimentos avaliados.

As alternativas aqui apresentadas foram baseadas em documentos técnicos nacionais sobre o tema, como a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) e a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INI-R). Normas técnicas, como a ABNT NBR 15575:2021 (ABNT, 2021) e a ABNT NBR 15220-2:2022 (ABNT, 2022), também subsidiaram o desenvolvimento de requisitos para esse critério. Além disso, as recomendações também são baseadas em análises de custo-benefício de alternativas de eficiência energética ao longo do ciclo de vida de edificações residenciais que subsidiaram alguns critérios estabelecidos na Portaria nº 532 (MDR, 2022).

1 Introdução

1.1. Considerações iniciais

Este documento apresenta a aplicação de diversas estratégias para tornar o uso de energia em edificações mais eficiente. Ao longo do documento, são apresentadas as exigências e os procedimentos para avaliação dos requisitos que o compõem. A obtenção de pontuações mínimas de acordo com diversos requisitos apresentados no Decreto não garante, por si só, a obtenção de uma edificação energeticamente eficiente ao longo sua fase de operação. Altos níveis de eficiência energética são o resultado de esforços que envolvem vários atores ao longo do ciclo de vida das edificações, desde a definição de estratégias de projeto até a maneira como a edificação é operada ao longo de sua vida útil. Portanto, além da especificação de estratégias para a otimização do consumo energético em edificações, é crucial que os ocupantes das edificações contribuam com boas práticas de operação, bem como os responsáveis ou gestores garantam manutenção adequada para que a eficiência das soluções seja mantida.

1.2. Normas utilizadas

O desenvolvimento dos requisitos empregou e buscou respeitar as seguintes normas:

- INI-R – Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (em consulta pública);
- INI-C - Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais;
- ISO 25745-1 – *Energy performance of lifts, escalators and moving walks — Part 1: Energy measurement and verification*;
- ISO 25745-2 – *Energy performance of lifts, escalators and moving walks — Part 2: Energy calculation and classification for lifts (elevators)*;
- ASHRAE Standard 90.1-2019, *Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings*;
- ASHRAE Standard 211-2018, *Standard for Commercial Building Energy Audits*;
- NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações;
- NBR 15575 – Edificações Residenciais – Desempenho;
- NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos;
- NBR- 16401 – Instalações Centrais de ar condicionado para conforto.

Outras normas e orientações também foram empregadas subsidiariamente quando necessário.

1.3. Tipologias

Estes requisitos foram divididos em dois grupos para serem aplicados de acordo com o uso da edificação, compondo os requisitos específicos para as tipologias Residencial e Comercial, de Serviços e Públicas. Os requisitos devem ser aplicáveis de acordo com o seu uso, no que couber, de acordo com a área da edificação destinada àquele uso. É possível aplicar o IPTU Verde para novos empreendimentos a serem edificados, assim como às ampliações e/ou reformas de edificações existentes de uso residencial, comercial, misto, institucional e industrial. Dessa forma, na aplicação dos requisitos para uma edificação mista, devem

ser observados os requisitos para Edificações Residenciais, na parte de uso residencial; e os requisitos para Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas, na parte de uso comercial. A Figura 1 apresenta os usos possíveis de serem avaliados, e a correspondência com o grupo de requisitos que deve ser observada.

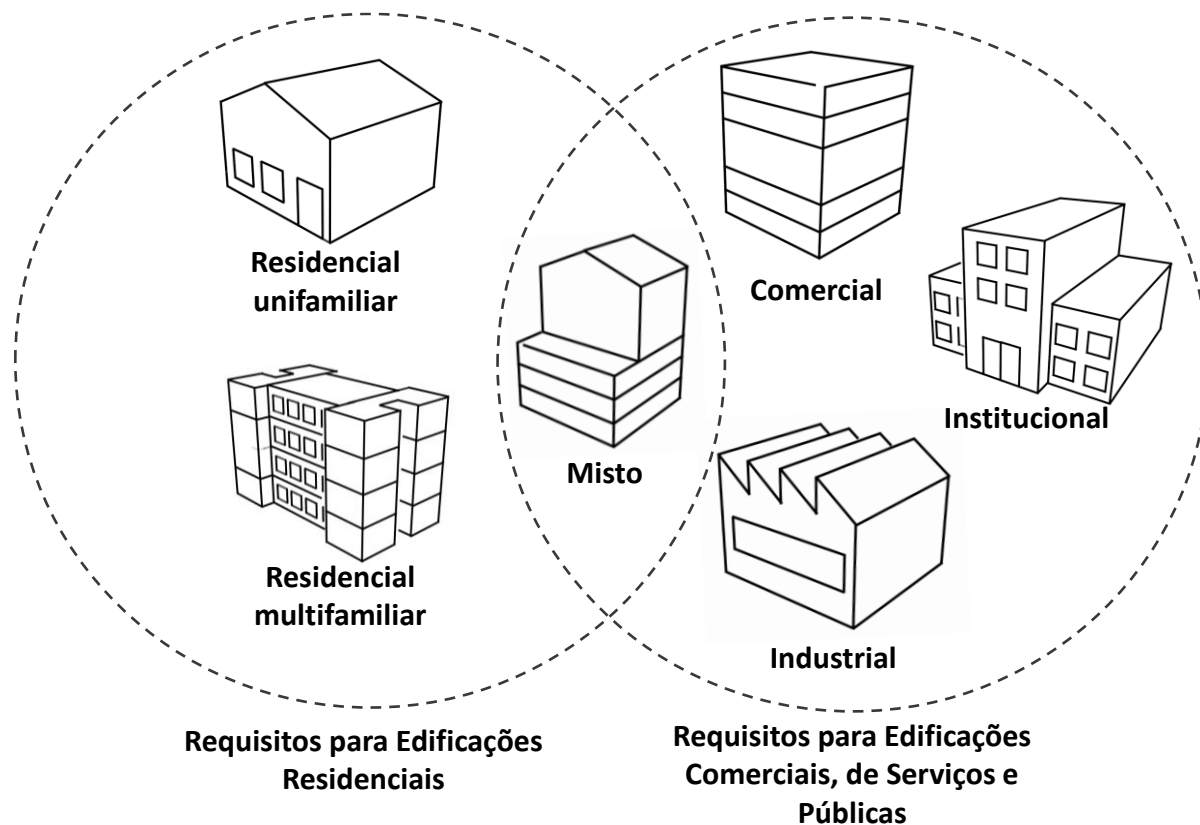


Figura 1 – Tipos de edificações e seus usos.

1.4. Sistemas avaliados e definições

Ao longo deste documento, são apresentados os requisitos relacionados a critérios específicos para cada sistema avaliado, conforme ilustrado pela Figura 2.

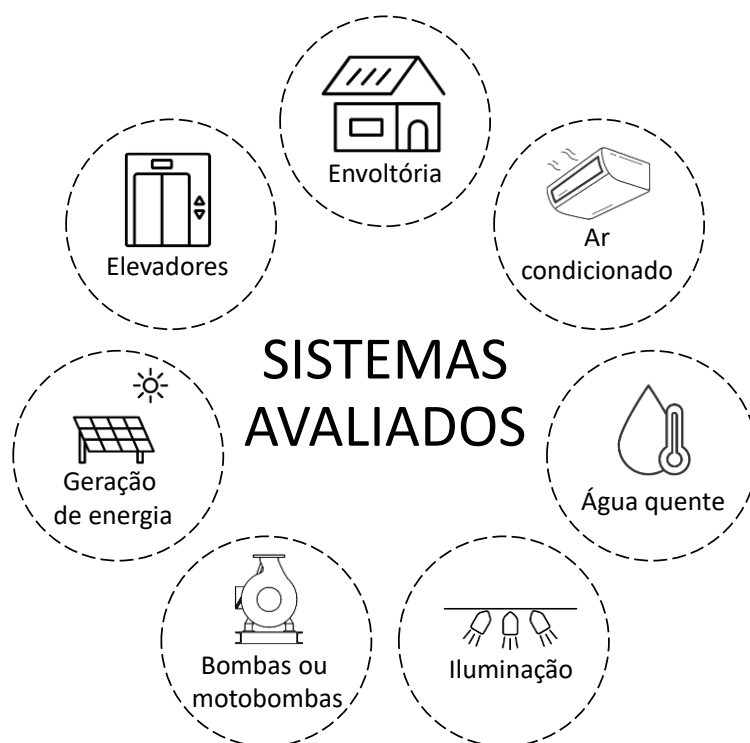


Figura 2 – Sistemas avaliados de acordo com os requisitos para a Certificação IPTU VERDE.

1.5. Limitações

É importante deixar claro que os requisitos aqui formulados foram definidos especificamente para a cidade de Salvador, considerando edificações típicas e representativas de cada tipologia para determinação dos valores limites de cada requisitos. Buscou-se considerar a maior variedade possível de parâmetros e uma análise abrangente foi conduzida para garantir a representação da diversidade de padrões construtivos que ocorrem na realidade. Para isso, diversas situações foram testadas utilizando o metamodelo da INI-C¹ para predição da carga térmica de resfriamento desses casos.

É possível que casos de edificações muito singulares, com características muito específicas que as diferem do comum, não sejam representadas pelos requisitos aqui propostos. Por exemplo, uma edificação pode trazer uma tecnologia inovadora que atende as premissas de eficiência energética e conforto ambiental, mas difere não atende aos requisitos propostos. Nesse caso, é fundamental que seja comprovada a eficiência energética da edificação por meio de simulação computacional integrada e otimizada. Ainda, encoraja-se que sejam buscadas certificações com relevante reconhecimento (cita-se como exemplo: PBE Edifica, LEED, Acqua, entre outros). A aquisição de certificação desse tipo isenta o atendimento aos requisitos.

Por fim, para cada requisito foi sugerida uma pontuação, de acordo com a importância do requisito para a promoção da eficiência energética da edificação e seu impacto no consumo de energia do edifício. Para os dois diferentes grupos de requisitos, foram distribuídos 70 pontos possíveis de serem conquistados pelos proponentes da certificação.

¹ Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/inic>

2 Requisitos para edificações Residenciais

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Residenciais - Unifamiliares e Multifamiliares				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
Envoltória				
1	Orientação ao sol e ventos: Apresentação de estudos que evidenciem estratégias adequadas de sombreamento e ventilação para o local da construção.	2		
2	Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.	2		
3	Transmitância térmica (U_{cob}) da cobertura $\leq 2,00$ W/m ² K.	2		
4	Absortância solar (α_{par}) das paredes $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.	2		
5	Transmitância térmica (U_{par}) e capacidade térmica (CT_{par}) das paredes. - Para habitações unifamiliares, garantir que sistemas de paredes sigam as seguintes combinações: 1) $U_{par} \leq 1,85$ W/m ² K e $CT_{par} \geq 130,00$ kJ/m ² K; ou 2) $U_{par} \leq 0,70$ W/m ² K e $CT_{par} \geq 30,00$ kJ/m ² K. - Para habitações multifamiliares, garantir a seguinte combinação: 1) $U_{par} \leq 2,70$ W/m ² K e $CT_{par} \geq 130,00$ kJ/m ² K.	4		
6	Garantir que o percentual de elementos transparentes [%] ($P_{t,APP}$) e o fator de ventilação [%] (FV) sigam as seguintes combinações: - Para habitações unifamiliares, uma das relações deve ser respeitada: 1) $17\% \leq P_{t,APP} < 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento (venezianas) em todos os APPs***. Caso o sombreamento seja garantido apenas nos dormitórios, prever a existência de peitoril ventilado. 2) $P_{t,APP} \geq 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento nos dormitórios. - Para edificações multifamiliares, uma das relações deve ser respeitada: 1) $17\% \leq P_{t,APP} < 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento (venezianas) nos dormitórios, e a existência de brises e sacadas na sala de estar. 2) $P_{t,APP} \geq 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento (venezianas) em todos os APPs*** * $P_{t,APP}$: Relação entre a área dos elementos transparentes do ambiente (vidro) e a área útil do ambiente. ** FV : Relação entre a área efetiva de ventilação e a área total da janela. *** APP: Ambiente de permanência prolongada.	4		
7	Comprovação de atendimento às exigências do nível intermediário de desempenho térmico, de acordo com a ABNT NBR 15575:2021. Apresentar o relatório das simulações computacionais exigidas.	5		
8	Comprovação de atendimento às exigências do nível superior de desempenho térmico, de acordo com a ABNT	10		

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Residenciais - Unifamiliares e Multifamiliares				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
	NBR 15575:2021. Apresentar o relatório das simulações computacionais exigidas.			
Condicionamento de ar				
9	Apresentar isolamento térmico nas tubulações para a condução de fluídos nos sistemas de condicionamento de ar, considerando duas subdivisões: 1) Sistemas split devem apresentar camada de isolamento térmico com espessura mínima entre 9 e 19 mm nas tubulações, de acordo com os critérios apresentados no Manual. 2) Sistemas centrais devem apresentar camada de isolamento térmico nas tubulações com fluxo de fluídos respeitando critérios de aquecimento e refrigeração, de acordo com os critérios apresentados no Manual.	4		
10	Aparelhos de ar condicionado classificados com nível de eficiência energética A de acordo com os critérios do Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS) da Portaria nº 234, de 29 de junho de 2020. Caso a edificação possua sistemas centrais, não classificados pela Portaria nº 234/2020, o nível de eficiência poderá ser avaliado de acordo com os critérios específicos apresentados na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C).	4		
Aquecimento de água				
11	Consideração de tubulação apropriada para distribuição e recirculação de água quente, possuindo camada de isolamento térmico com condutividade $\leq 0,040$ (W/m.K) e espessura ≥ 13 mm.	2		
12	Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 50% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.	1		
13	Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 70% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.	2		
14	Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 90% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.	4		
15	Utilização de equipamentos aquecedores de água com classe A de eficiência energética ou Selo Conpet, de acordo com as tabelas do INMETRO.	2		
16	Previsão de automação no sistema de recirculação de água quente, possuindo controle automático para o acionamento da recirculação de forma pré-programada, de acordo com uma das opções abaixo:	2		

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Residenciais - Unifamiliares e Multifamiliares				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
	1) Acionamento associado à temperatura da rede de distribuição; 2) Automação por período pré-programado (ex.: <i>timer</i>); 3) Comando de acionamento manual ou automático em função da demanda de água quente.			
17	Aquecimento de água por bomba de calor: As bombas de calor devem possuir coeficiente de performance (COP) maior que 3,0 W/W e não devem utilizar gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente (por exemplo, R22).	1		
Iluminação				
18	Em edificações multifamiliares ou condomínios de edificações residenciais, garantir que as densidades de potência de iluminação nos ambientes de uso comum sejam menores que os limites estabelecidos pelo Manual.	4		
19	Em edificações multifamiliares ou condomínios de edificações residenciais, garantir que a potência total instalada em áreas de uso comum apresente algum dos seguintes controles da iluminação: 1) Controle sensível à luz natural – por passos ou dimerizável; 2) Controle com sensor de ocupação dimerizável com desligamento automático; 3) Controle dimerizável com programação e desligamento automático.	4		
Bombas ou motobombas				
20	Utilização de bombas e/ou motobombas com classe A de eficiência energética, de acordo com as tabelas do INMETRO.	3		
Geração de energia				
21	Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração de energia elétrica mínima superior a 1.250 kWh/ano por unidade habitacional. (Não cumulativa com pontuação do Requisito 22).	6		
22	Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração de energia elétrica mínima superior a 2.000 kWh/ano por unidade habitacional. (Não cumulativa com pontuação do Requisito 21).	10		
Elevadores				
23	Utilização de elevadores com programação de tráfego.	1		
24	Utilização de elevadores com classe A de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos	2		

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Residenciais - Unifamiliares e Multifamiliares				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
	elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.			
25	Utilização de elevadores com classe B de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.	1		

3 Requisitos para edificações Comerciais, de Serviços

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
Envoltória				
26	Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.	2		
27	Absortância solar (α_{par}) das paredes $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.	2		
28	<p>Para edificações com até 2 andares, atender aos seguintes critérios:</p> <p>Caso seja edificação com uso predominante de escritório, educacional ou hospedagem:</p> <ol style="list-style-type: none"> Se o Percentual de Abertura da Fachada for maior que 40% é obrigatório que a Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras. Se o Percentual de Abertura da Fachada for maior que 40% é obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30° e que a Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras. <p>Caso seja edificação com uso predominante de Saúde, Varejo, Mercado, Restaurante ou Outros Usos:</p> <ol style="list-style-type: none"> É obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30°, que a Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras e que o Fator Solar do vidro seja menor ou igual a 0,6. <p>Para edificações com 3 andares ou mais, atender aos seguintes critérios:</p> <p>Caso seja edificação com uso predominante de escritório, educacional ou hospedagem:</p> <ol style="list-style-type: none"> É obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30°, que a Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras, que a Absortância solar (α_{par}) das 	12		

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
	<p>paredes $\leq 0,40$ (uso de cores claras e médio-claras).e que o Fator Solar do vidro seja menor ou igual a 0,6.</p> <p>Caso seja edificação com uso predominante de Saúde, Varejo, Mercado, Restaurante ou Outros Usos:</p> <p>a) É obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30°, que a Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras, que a Absortância solar (α_{par}) das paredes $\leq 0,40$ (uso de cores claras e médio-claras).e que o Fator Solar do vidro seja menor ou igual a 0,6.</p> <p>Em todos os casos, é obrigatorio que a Transmitância térmica da Cobertura seja $U_{cob} \leq 2,06 \text{ W/m}^2\text{K}$, que a Transmitância térmica das Paredes seja $U_{par} \leq 2,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ e que o Percentual de Abertura da Fachada seja sempre inferior a 80%.</p>			
Condicionamento de ar				
29	<p>Apresentar isolamento térmico nas tubulações para a condução de fluídos nos sistemas de condicionamento de ar, considerando duas subdivisões:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Sistemas split devem apresentar camada de isolamento térmico com espessura mínima entre 9 e 19 mm nas tubulações, de acordo com os critérios apresentados no Manual. 2) Sistemas centrais devem apresentar camada de isolamento térmico nas tubulações com fluxo de fluídos respeitando critérios de aquecimento e refrigeração, de acordo com os critérios apresentados no Manual. 	5		
30	<p>Aparelhos de ar condicionado classificados com nível de eficiência energética A de acordo com os critérios do Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS) da Portaria nº 234, de 29 de junho de 2020.</p> <p>Caso a edificação possua sistemas centrais, não classificados pela Portaria nº 234/2020, o nível de eficiência poderá ser avaliado de acordo com os critérios específicos apresentados na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C).</p>	7		
31	<p>Para ambientes com altas taxas de ocupação, considerar sistema de automação capaz de reduzir automaticamente a tomada de ar externo abaixo dos níveis de projeto quando os espaços estiverem parcialmente ocupados. Esse requisito é válido para sistemas com taxas de insuflamento de ar externo nominal superior a 1.400 l/s, servindo áreas maiores que 50 m² e com densidade de ocupação superior a 25 pessoas por 100 m².</p>	5		
Aquecimento de água				
32	<p>Previsão de automação no sistema de recirculação de água quente, possuindo controle automático para o acionamento da recirculação de forma pré-programada, de acordo com uma das opções abaixo:</p>	2		

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
	1) Acionamento associado à temperatura da rede de distribuição; 2) Automação por período pré-programado (ex.: <i>timer</i>); 3) Comando de acionamento manual ou automático em função da demanda de água quente.			
33	Consideração de tubulação apropriada para a recirculação de água quente, possuindo camada de isolamento térmico com condutividade $\leq 0,040$ (W/m.K) e espessura ≥ 13 mm para as tubulações internas. Para válvulas, apresentar camada de isolamento térmico com condutividade $\leq 0,040$ (W/m.K) e espessura ≥ 9 mm.	2		
34	Previsão de reservatórios de água quente cujas perdas específicas de energia máxima respeitem os limites apresentados no manual, de acordo com o volume de cada reservatório.	1		
35	Quando existirem múltiplos aquecedores de passagem trabalhando em conjunto, deve existir um sistema que controle o acionamento dos aquecedores de passagem de acordo com a demanda de água quente verificada, de modo a garantir a máxima eficiência do conjunto.	1		
36	Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 50% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.	1		
37	Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 70% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.	2		
38	Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 90% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.	4		
39	Aquecimento de água por bomba de calor: As bombas de calor devem possuir coeficiente de performance (COP) maior que 3,0 W/W e não devem utilizar gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente (por exemplo, R22).	1		
Iluminação				
40	Determinação do potencial de integração de luz natural ao projeto da edificação.	3		
41	Ambientes com aberturas voltadas para o exterior, átrio não coberto, ou de cobertura translúcida e que contenham em sua iluminação geral mais de uma fileira de luminárias paralelas às aberturas, devem possuir controle instalado - manual ou automático - para o acionamento independente do conjunto de luminárias mais próximo das aberturas, de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível.	2		

EFICIÊNCIA E ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS				
Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas				
Item	Requisitos	Pontuação	Pontuação Declarada	Observação
42	Previsão de controle manual da iluminação em ambientes fechados por paredes ou divisórias até o teto para garantir o acionamento da iluminação interna de forma independente. Cada dispositivo de controle manual deve controlar: <ol style="list-style-type: none"> 1) Uma área de até 250 m² para ambientes de até 1.000 m²; 2) Uma área de até 1.000 m² para ambientes maiores do que 1.000 m². 	2		
43	Previsão de controle automático para o desligamento da iluminação em ambientes maiores que 250 m ² . O dispositivo deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções: <ol style="list-style-type: none"> 1) Um sistema automático com desligamento da iluminação em horário pré-determinado; ou 2) Sensor de presença que desligue a iluminação 30 minutos após a saída de todos ocupantes; ou 3) Controle ou sistema de alarme que indique que a área está desocupada. 	3		
Geração de energia				
44	Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração anual de energia elétrica mínima para suprir 50% da estimativa do consumo anual da edificação. A estimativa do consumo anual da edificação deve ser feita pelo produto da área total da edificação e da Intensidade de Uso Energético Típico da edificação, obtido de acordo com o seu uso.	6		
45	Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração anual de energia elétrica mínima para suprir 100% do consumo anual da edificação. A estimativa do consumo anual da edificação deve ser feita pelo produto da área total da edificação e da Intensidade de Uso Energético Típico da edificação, obtido de acordo com o seu uso. (Não cumulativa com pontuação do Requisito 21).	12		
Elevadores				
46	Utilização de elevadores com programação de tráfego.	1		
47	Utilização de elevadores com classe A de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.	3		
48	Utilização de elevadores com classe B de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.	1		

4 Aplicação dos requisitos – Eficiência e alternativas energéticas

Esta categoria tem por objetivo tornar o uso energético em edificações residenciais e comerciais racional e eficiente. São apresentados 25 requisitos para edificações residenciais que totalizam 70 possíveis pontos. Para as edificações comerciais, são apresentados 19 requisitos e também pode-se somar 70 pontos para a obtenção da Certificação.

4.1 Edificações Residenciais Unifamiliares e Multifamiliares

REQUISITO 1: Orientação ao sol e ventos: Apresentação de estudos que evidenciem estratégias adequadas de sombreamento e ventilação para o local da construção.

COMO AVALIAR: Verificar se são apresentados estudos sobre o impacto da insolação e dos ventos predominantes em Salvador na edificação.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Estudos de insolação realizados com a carta solar de Salvador, apresentando alternativas de sombreamento e orientação adequada para otimizar o desempenho térmico da edificação. Estudos de ventilação considerando os ventos típicos predominantes em Salvador, apresentando estratégias passivas baseadas em ventilação natural para otimizar o desempenho térmico da edificação.

Informações complementares: O objetivo deste requisito é otimizar a orientação das edificações para melhorar seu desempenho térmico utilizando estratégias passivas (sombreamento e ventilação), considerando condicionantes locais como o clima, entorno e as características planialtimétricas do terreno.

REQUISITO 2: Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.

COMO AVALIAR: Verificar a cor do material utilizado no sistema de cobertura exposto ao meio externo. Caso o sistema utilizado não necessite pintura, considerar a cor do material especificado. Caso seja prevista a pintura do material, considerar a cor da tinta especificada. As cores devem ser comparadas com os valores de referência apresentados no Anexo Geral V “Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros” da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013) para a determinação dos valores de absortância solar. Caso várias cores sejam especificadas, a absortância final é o valor médio das absortâncias de cada parcela das coberturas, ponderadas pela área que ocupam.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico com detalhamento e especificação dos materiais utilizados na cobertura. É necessário identificar a composição das camadas da cobertura, considerando os materiais, suas espessuras e cores, bem como a absortância solar. Além disso, caso as cores variem em diferentes porções da cobertura, é necessário evidenciar suas áreas e o cálculo da absortância final ponderada. Declaração do construtor comprovando a instalação da cobertura com a absortância declarada, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

Informações complementares: A Figura 3 apresenta a relação de cores e suas respectivas absortâncias (α), conforme o Anexo Geral V da Portaria n° 50/2013 (INMETRO, 2013). Observar a variação na escala adotada pelo documento, e garantir que as coberturas das edificações tenham absortância solar $\alpha \leq 40$, caso Anexo Geral V da Portaria n° 50/2013 (INMETRO, 2013) seja utilizado como base.

Tipo	Número	Cor	Nome	α	Tipo	Número	Cor	Nome	α	
Acrílica Fosca	01		Amarelo Antigo	51,4	Látex PVA Fosca	40		Branco Gelo	34,0	
	02		Amarelo Terra	64,3		41		Erva doce	21,9	
	03		Areia	44,9		42		Flamingo	46,8	
	04		Azul	73,3		43		Laranja	39,9	
	05		Azul Imperial	66,9		44		Marfim	29,7	
	06		Branco	15,8		45		Palha	28,5	
	07		Branco Gelo	37,2		46		Pérola	25,7	
	08		Camurça	57,4		47		Pêssego	39,5	
	09		Concreto	74,5		Acrílica Fosca	48		Alecrim	64,0
	10		Flamingo	49,5			49		Azul bali	48,9
	11		Jade	52,3			50		Branco Neve	10,2
	12		Marfim	33,6			51		Branco Gelo	29,7
	13		Palha	36,7			52		Camurça	55,8
	14		Pérola	33,0			53		Concreto	71,5
	15		Pêssego	42,8			54		Marfim	26,7
	16		Tabaco	78,1			55		Marrocos	54,7
	17		Terracota	64,6			56		Mel	41,8
Acrílica Semi-brilho	18		Amarelo Antigo	49,7	57			Palha	27,2	
	19		Amarelo Terra	68,6	58			Pérola	22,1	
	20		Azul	79,9	59			Pêssego	35,0	
	21		Branco Gelo	36,2	60			Telha	70,8	
	22		Cinza	86,4	61			Vanila	23,9	
	23		Cinza BR	61,1	Látex PVA Fosca	62		Amarelo Canário	25,2	
	24		Crepúsculo	66,0		63		Areia	35,7	
	25		Flamingo	47,3		64		Azul Profundo	76,0	
	26		Marfim	33,9		65		Branco Neve	16,2	
	27		Palha	39,6		66		Branco Gelo	28,1	
	28		Pérola	33,9		67		Camurça	53,2	
	29		Preto	97,1		68		Cerâmica	65,3	
	30		Telha	69,6		69		Concreto	71,6	
	31		Terracota	68,4		70		Flamingo	44,4	
	32		Verde Quadra	75,5		71		Marfim	24,5	
	33		Vermelho	64,2		72		Palha	26,4	
Látex PVA Fosca	34		Amarelo Canário	29,3		73		Pérola	22,9	
	35		Amarelo Terra	61,4		74		Pêssego	29,8	
	36		Areia	39,0		75		Preto	97,4	
	37		Azul angra	32,3		76		Vanila	27,7	
	38		Bianco Sereno	26,6		77		Verde Musgo	79,8	
	39		Branco	11,1		78		Vermelho Cardinal	63,3	

Figura 3 – Relação de cores e suas absortâncias.

Fonte: Anexo Geral V da Portaria n° 50/2013 (INMETRO, 2013).

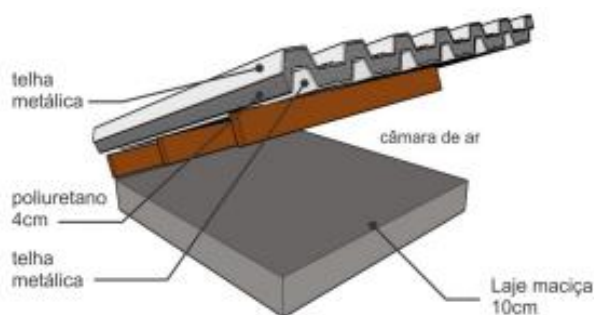
REQUISITO 3: Transmitância térmica (U_{cob}) da cobertura $\leq 2,00 \text{ W/m}^2\text{K}$.

COMO AVALIAR: Verificar o detalhamento do sistema construtivo adotado na cobertura da edificação avaliada. A combinação de diferentes materiais e suas respectivas espessuras, bem como a existência de câmaras de ar, influenciam a transmitância térmica da cobertura. O cumprimento do requisito deve ser avaliado de acordo com os valores de transmitância térmica de sistemas de cobertura comumente utilizados no Brasil, de acordo com a relação apresentada pelo Anexo Geral V “Catálogo de propriedades térmicas de

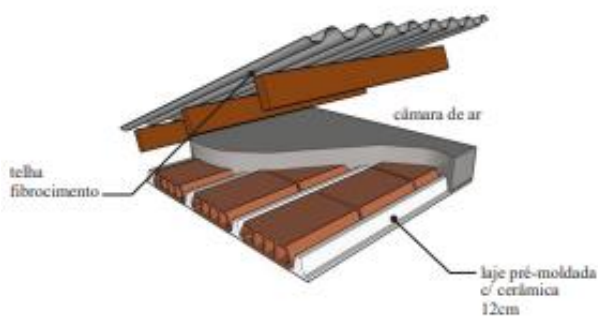
paredes, coberturas e vidros” da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013). Caso o sistema adotado não esteja listado no documento em questão, deve-se utilizar o método de cálculo de transmitância térmica descrito pela ABNT NBR 15220-2:2022 (ABNT, 2022). Por fim, caso vários sistemas sejam especificados, a transmitância final é o valor médio das transmitâncias de cada parcela das coberturas, ponderadas pela área que ocupam.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico (apresentar cortes), contendo detalhamentos da cobertura e especificação dos materiais utilizados. É necessário identificar a composição das camadas da cobertura, considerando os materiais, suas espessuras e cores. Além disso, caso mais de um sistema de cobertura seja utilizado, é necessário evidenciar as áreas respectivas de cada alternativa e o cálculo da transmitância final ponderada. Declaração do construtor comprovando a instalação da cobertura com a transmitância declarada, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

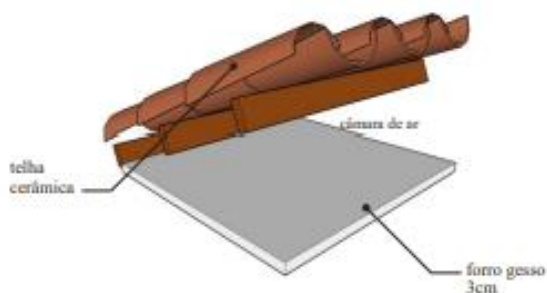
Informações complementares: O Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013) apresenta diversos sistemas de cobertura e suas respectivas propriedades termofísicas. A Figura 4 destaca três sistemas com diferentes composições que atendem ao requisito. Ressalta-se que diversas outras combinações atendem ao requisito, cabendo aos projetistas a escolha da opção mais viável para o empreendimento em questão.



Descrição:
 Laje maciça 10,0cm
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha metálica* 0,1cm
 Poliuretano 4,0cm
 Telha metálica* 0,1cm
 $U_{cob} = 0,55 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Descrição:
 Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha fibrocimento 0,8cm
 $U_{cob} = 1,79 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Descrição:
 Forro gesso (3,0cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha cerâmica (1cm)
 $U_{cob} = 1,94 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Figura 4 – Exemplo de sistemas de cobertura que atendem ao requisito.
Fonte: Anexo Geral V da Portaria n° 50/2013 (INMETRO, 2013).

REQUISITO 4: Absortância solar (α_{par}) das paredes $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.

COMO AVALIAR: Verificar a cor especificada para as paredes da edificação. A avaliação é válida tanto para paredes que considerem a aplicação de revestimentos quanto as pintadas convencionalmente. As cores devem ser comparadas com os valores de referência apresentados no Anexo Geral V “Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros” da Portaria n° 50/2013 (INMETRO, 2013) para a determinação dos valores de absortância solar. Caso várias cores sejam especificadas, a absortância final é o valor médio das absortâncias de cada parcela das paredes, ponderadas pela área que ocupam.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico (apresentar cortes e vistas), bem como a especificação das tintas e/ou dos revestimentos utilizados nas paredes externas. É necessário identificar as áreas de paredes externas e suas respectivas cores bem como a ponderação da absortância final. Declaração do construtor comprovando a instalação das paredes com a absortância declarada, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

Informações complementares: A Figura 3, apresentada nas informações complementares do requisito 2, também é válida para a avaliação das absortâncias das paredes externas da edificação avaliada.

REQUISITO 5: Transmitância térmica (U_{par}) e capacidade térmica (CT_{par}) das paredes.

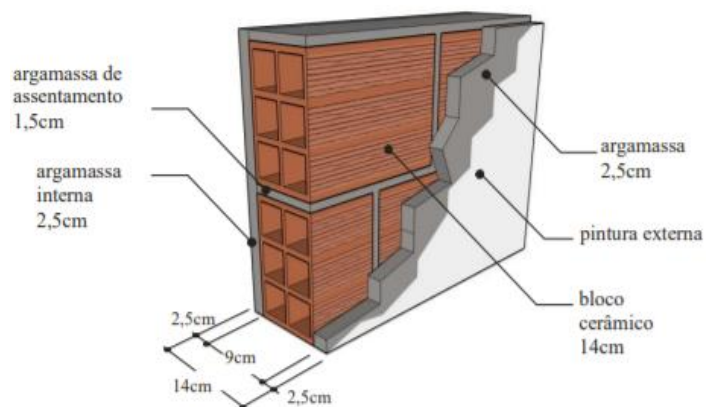
- Para habitações unifamiliares, garantir que sistemas de paredes sigam as seguintes combinações:
 - 1) $U_{par} \leq 1,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $CT_{par} \geq 130,00 \text{ kJ/m}^2\text{K}$; ou
 - 2) $U_{par} \leq 0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $CT_{par} \geq 30,00 \text{ kJ/m}^2\text{K}$.
- Para habitações multifamiliares, garantir a seguinte combinação:
 - 1) $U_{par} \leq 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $CT_{par} \geq 130,00 \text{ kJ/m}^2\text{K}$.

COMO AVALIAR: Verificar o detalhamento do sistema construtivo adotado nas paredes externas da edificação avaliada. A combinação de diferentes materiais e suas respectivas espessuras influenciam a transmitância térmica e a capacidade térmica do sistema de paredes. O cumprimento do requisito deve ser avaliado de acordo com as propriedades termofísicas de sistemas de parede comumente utilizados no Brasil, de acordo com a relação apresentada pelo Anexo Geral V “Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros” da Portaria n° 50/2013 (INMETRO, 2013). Caso o sistema adotado não esteja listado no documento em questão, deve-se utilizar o método de cálculo descrito pela ABNT NBR 15220-2:2022 (ABNT, 2022). Por fim, caso vários sistemas sejam especificados, a transmitância final e a capacidade final são os valores médios das transmitâncias e capacidades de cada parcela das paredes, ponderadas pela área que ocupam.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Apresentar prancha dentro do projeto arquitetônico (apresentar cortes) e especificação dos materiais utilizados. É necessário identificar a composição das camadas da parede, considerando os materiais, suas espessuras e cores. Além disso, caso mais de um sistema de parede seja utilizado, é necessário evidenciar as áreas respectivas de cada alternativa e o cálculo da transmitância final

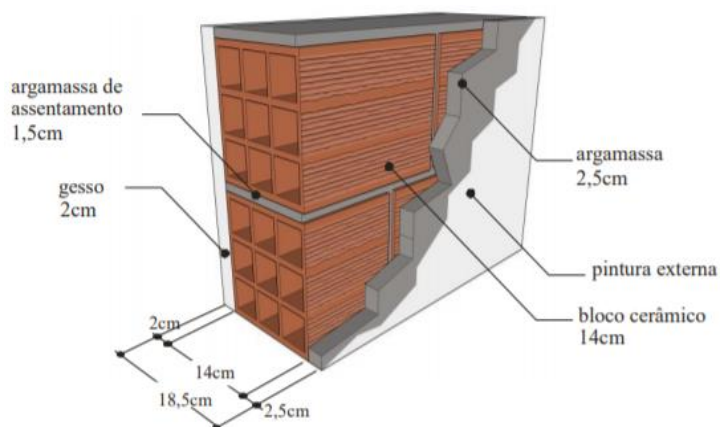
ponderada e da capacidade final ponderada. Declaração do construtor comprovando a instalação das paredes com a transmitância declarada, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

Informações complementares: O Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013) apresenta diversos sistemas de parede e suas respectivas propriedades termofísicas. A Figura 5 destaca três sistemas com diferentes composições que atendem ao requisito. Ressalta-se que diversas outras combinações atendem ao requisito, cabendo aos projetistas a escolha da opção mais viável para o empreendimento em questão.



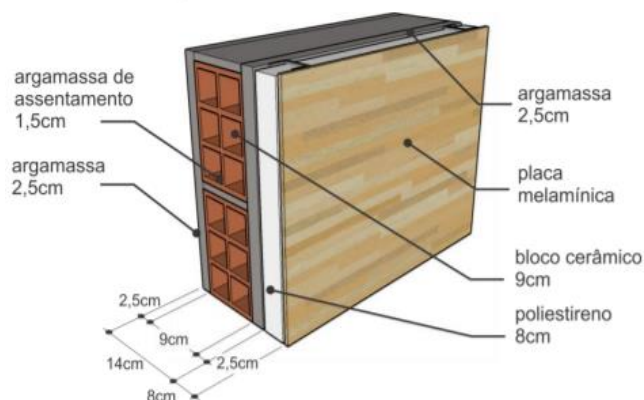
Descrição:

Pintura externa
Argamassa (2,5 cm)
Bloco cerâmico (14x9 cm)
Argamassa de assentamento (1,5 cm)
Argamassa interna (2,5 cm)
 $U_{PAR} = 2,46 W/(m^2K)$



Descrição:

Pintura externa
Argamassa (2,5 cm)
Bloco cerâmico (14x14 cm)
Argamassa de assentamento (1,5 cm)
Argamassa interna (2,5 cm)
 $U_{PAR} = 1,74 W/(m^2K)$



Descrição:

Placa melamínica
Poliestireno (8 cm)
Argamassa (2,5 cm)
Bloco cerâmico (9x9 cm)
Argamassa de assentamento (1,5 cm)
Argamassa interna (2,5 cm)
 $U_{PAR} = 0,4 W/(m^2K)$

Figura 5 – Exemplo de sistemas de paredes que atendem ao requisito.
Fonte: Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013).

REQUISITO 6: Garantir que o percentual de elementos transparentes [%] ($P_{t,APP}$ *) e o fator de ventilação [%] (FV**) sigam as seguintes combinações:

- Para habitações unifamiliares, uma das relações deve ser respeitada:
 - 1) $17\% \leq P_{t,APP} < 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento (venezianas) em todos os APPs***. Caso o sombreamento seja garantido apenas nos dormitórios, prever a existência de peitoril ventilado.
 - 2) $P_{t,APP} \geq 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento nos dormitórios.
- Para edificações multifamiliares, uma das relações deve ser respeitada:
 - 1) $17\% \leq P_{t,APP} < 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento (venezianas) nos dormitórios, e a existência de brises e sacadas na sala de estar.
 - 2) $P_{t,APP} \geq 23\%$ e $FV \geq 90\%$, garantindo sombreamento (venezianas) em todos os APPs***

* $P_{t,APP}$: Relação entre a área dos elementos transparentes do ambiente (vidro) e a área útil do ambiente.

** FV: Relação entre a área efetiva de ventilação e a área total da janela.

*** APP: Ambiente de permanência prolongada (dormitórios e salas).

COMO AVALIAR: A partir do projeto arquitetônico, avaliar as áreas de piso dos ambientes de permanência prolongada na habitação. Com o detalhamento das esquadrias, avaliar as áreas dos elementos transparentes (vidros) em cada APP. O percentual de elementos transparentes [%] ($P_{t,APP}$) é calculado a partir da razão entre a área dos elementos transparentes e a área de piso em cada APP. O fator de ventilação (FV) está relacionado diretamente às esquadrias utilizadas, e é definido como a razão entre a área efetiva para ventilação da janela e a área total da janela. Portanto, os valores de $P_{t,APP}$ e FV devem ser calculados para cada APP da edificação, e a pontuação é obtida caso as relações descritas no Requisito 6 sejam respeitadas.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico (apresentar cortes) e especificação dos materiais utilizados, bem como o detalhamento de todas as esquadrias. É necessário identificar as áreas de piso dos ambientes de permanência prolongada, além das características de todas as esquadrias utilizadas – incluindo cotas e/ou detalhamentos, bem como o cálculo do percentual de elementos transparentes e a área efetiva para ventilação nos ambientes de permanência prolongada.

Informações complementares: A área efetiva para ventilação está diretamente ligada às características das esquadrias. Desta forma, é necessário que a área efetiva para ventilação em cada porção da esquadria seja determinada, e documentos do Programa Brasileiro de Etiquetagem, como o Manual de Aplicação do RTQ-R (INMETRO, 2014), apresentam detalhamentos desses cálculos. Com base nesse documento, apresenta-se o cálculo da área efetiva para ventilação de uma janela que combina duas folhas de correr e duas basculantes com inclinação máxima de 45°, medindo 1,20 por 1,10m de área total, conforme ilustrado na Figura 6.



Figura 6 – Exemplo de janela para a determinação da área efetiva para ventilação.
Fonte: INMETRO (2014).

Nesse caso, o procedimento de cálculo da área efetiva de ventilação é o seguinte:

- 1) Área total da abertura:
 - $A_{Ab} = 1,20 \text{ m} \times 1,10 \text{ m} = 1,32 \text{ m}^2$
- 2) Área efetiva para ventilação das folhas de correr:
 - $A_{vent1} = 0,54 \text{ m} \times 0,81 \text{ m} = 0,4374 \text{ m}^2$
- 3) Área efetiva para ventilação das basculantes:
 - $A_{vent2} = 4 \times (0,51 \text{ m} \times 0,0381 \text{ m}) = 0,077724 \text{ m}^2$
- 4) Área total de ventilação da esquadria:
 - $A_{vent \text{ total}} = A_{vent1} + A_{vent2} = 0,515 \text{ m}^2$

REQUISITO 7: Comprovação de atendimento às exigências do nível intermediário de desempenho térmico, de acordo com a ABNT NBR 15575:2021. Apresentar o relatório das simulações computacionais exigidas. (A pontuação deste requisito não é cumulativa com a pontuação do requisito 8).

COMO AVALIAR: Avaliar se o memorial da edificação inclui a aplicação do método de simulação descrito na ABNT NBR 15575:2021 (ABNT, 2021). Verificar se o relatório comprova que a edificação atinge o nível intermediário de desempenho térmico considerando o clima de Salvador.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Relatório de aplicação do procedimento de simulação da ABNT NBR 15575:2021 (ABNT, 2021) para avaliar o nível de desempenho térmico da envoltória da edificação. O relatório

deve esclarecer a comparação entre a edificação avaliada e seu modelo de referência para estabelecer as bases de comparação e comprovação do nível intermediário de desempenho térmico.

Informações complementares: O método para avaliação do desempenho térmico de edificações de acordo com a ABNT NBR 15575:2021 (ABNT, 2021) prevê que a edificação real seja comparada a um modelo de referência (mesmo edifício com características de referência, que são estabelecidas pela norma). A comparação deve ser realizada por meio de simulação computacional anual, considerando um arquivo climático válido para o clima de Salvador. As simulações devem considerar cenários da edificação durante seu uso e operação, sendo necessário modelar as cargas térmicas internas relacionadas à ocupação, à iluminação e aos equipamentos. Além disso, é necessário modelar janelas operáveis, uma vez que a norma prevê a avaliação em condições de uso naturalmente ventiladas e com condicionamento artificial. Os dados de saída das simulações que devem ser analisados para determinar o cumprimento da norma em Salvador incluem: Percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT); temperatura operativa anual máxima da UH (Tomax e Tomín); e carga térmica total (CgTT).

REQUISITO 8: Comprovação de atendimento às exigências do nível superior de desempenho térmico, de acordo com a ABNT NBR 15575:2021. Apresentar o relatório das simulações computacionais exigidas. (A pontuação deste requisito não é cumulativa com a pontuação do requisito 7).

COMO AVALIAR: Avaliar se o memorial da edificação inclui a aplicação do método de simulação descrito na ABNT NBR 15575:2021 (ABNT, 2021). Verificar se o relatório comprova que a edificação atinge o nível superior de desempenho térmico considerando o clima de Salvador.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Relatório de aplicação do procedimento de simulação da ABNT NBR 15575:2021 (ABNT, 2021) para avaliar o nível de desempenho térmico da envoltória da edificação. O relatório deve esclarecer a comparação entre a edificação avaliada e seu modelo de referência para estabelecer as bases de comparação e comprovação do nível superior de desempenho térmico.

REQUISITO 9: Apresentar isolamento térmico nas tubulações para a condução de fluídos nos sistemas de condicionamento de ar, considerando duas subdivisões:

- 1) Sistemas split devem apresentar camada de isolamento térmico com espessura mínima entre 9 e 19 mm nas tubulações, de acordo com os critérios apresentados no Manual.
- 2) Sistemas centrais devem apresentar camada de isolamento térmico nas tubulações com fluxo de fluídos respeitando critérios de aquecimento e refrigeração, de acordo com os critérios apresentados no Manual.

COMO AVALIAR: Verificar tipo, material e diâmetro das tubulações e espessura e condutividade térmica projetada/instalada para o isolamento térmico das tubulações do sistema de condicionamento de ar. A avaliação deve ser realizada de acordo com as Tabelas apresentadas a seguir. Caso o sistema seja do tipo split, o isolamento das tubulações deve seguir as especificações da Tabela 1. Caso a edificação possua sistema central de refrigeração, o isolamento das tubulações deve seguir as especificações da Tabela 2.

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

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	e = 9	e = 13	e = 19

Fonte: INMETRO (2021).

Tabela 2 – Espessura mínima (cm) de isolamento térmico de tubulações para sistemas de refrigeração (água gelada, multi-split e VRF)

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento térmico		Diâmetro nominal da tubulação (mm)				
	Condutividade térmica (W/(m.K))	Temperatura de ensaio (°C)	d < 25	25 ≤ d < 40	40 ≤ d < 100	100 ≤ d < 200	d ≥ 200
4 < T < 16	0,032 a 0,040	24	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
T < 4	0,032 a 0,040	10	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0

Fonte: ASHRAE Standard 90.1 (2016).

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de climatização da edificação. Descrição das características do isolamento térmico utilizado: espessura (mm), material e condutividade térmica (W/m.K). Declaração do construtor comprovando a instalação da camada de isolamento térmico, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 10: Aparelhos de ar-condicionado classificados com nível de eficiência energética A de acordo com os critérios do Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS) da Portaria nº 234, de 29 de junho de 2020. Caso a edificação possua sistemas centrais, não classificados pela Portaria nº 234/2020, o nível de eficiência poderá ser avaliado de acordo com os critérios específicos apresentados na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C).

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos aparelhos de ar condicionado para a edificação. Caso o sistema seja baseado em aparelhos do tipo split, o nível de eficiência energética de cada um deles pode ser verificado de acordo com as tabelas de classificação disponibilizadas pelo INMETRO (ver: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/condicionadores-de-ar>).

Caso a edificação possua sistema central, é necessário que o sistema seja avaliado de acordo com os critérios estabelecidos na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) (INMETRO, 2021). O procedimento detalhado é apresentado no tópico 7.1.2.2 da INI-C (INMETRO, 2021), onde são apresentadas as exigências para que o sistema central seja elegível à classe A. Ressalta-se que, de acordo com o sistema de condicionamento central utilizado, diversos critérios devem ser atendidos. A seguir são apresentados os critérios e seus respectivos tópicos na INI-C (INMETRO, 2021).

- Cálculo da altura manométrica das bombas (7.1.2.2.1);

- Controle de temperatura por zona (7.1.2.2.2);
- Faixa de temperatura de controle (7.1.2.2.3);
- Aquecimento suplementar (7.1.2.2.4);
- Evitar aquecimento e refrigeração simultâneo (7.1.2.2.5);
- Sistema de desligamento automático (7.1.2.2.6);
- Agrupamento de zonas (7.1.2.2.7);
- Controles e dimensionamento do sistema de ventilação (7.1.2.2.8);
- Controles e dimensionamento dos sistemas hidrônicos (7.1.2.2.12);
- Equipamentos de rejeição de calor (7.1.2.2.13);
- Isolamento térmico de tubulações com fluxo de fluidos (7.1.2.2.14).

Além de atender aos requisitos, o sistema central também deve ser avaliado de acordo com o tópico B.II. 4 do Anexo B.II da INI-C (INMETRO, 2021). É necessário avaliar o relatório de aplicação desses documentos fornecido pelo projetista do sistema da edificação. O relatório deve ser condizente com as informações apresentadas no projeto de climatização e no memorial descritivo do sistema. O método de cálculo da eficiência do sistema permite três alternativas possíveis: cálculo com base SPLV, utilizando a planilha disponibilizada na Instrução normativa; cálculo pelo fator de ponderação K, de acordo com a Tabela B.II.2 da INI-C; ou utilizando simulações computacionais.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de climatização da edificação e memorial descritivo do sistema, apresentando o detalhamento de todos os tópicos exigidos no método de avaliação da INI-C (INMETRO, 2021) – tópico 7.1.2.2.1 ao tópico 7.1.2.2.14 caso sejam considerados sistemas centrais, além do tópico B.II.4 do Anexo B.II para a classificação energética do sistema. Descrição detalhada das características dos sistemas utilizados. Descrição do isolamento térmico utilizado, especificamente: espessura (mm), material e condutividade térmica (W/m.K). Declaração do construtor comprovando a instalação da camada de isolamento térmico, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário. Caso o sistema seja central, o projetista do sistema deve encaminhar o relatório comprovando a aplicação de um dos métodos apresentados na INI-C (Tabela do SPLV, com base no fator de ponderação K, ou utilizando simulação computacional). O relatório deve ser condizente com as informações fornecidas no projeto de climatização e memorial descritivo do sistema.

Informações complementares: O manual de aplicação da INI-C (CB3E, 2021) apresenta o procedimento detalhado para a avaliação dos sistemas de condicionamento de ar. Os projetistas podem se basear nos exemplos disponibilizados no método para calcular a classificação do sistema adotado e elaborar o relatório que será avaliado para garantir a pontuação deste requisito.

REQUISITO 11: Consideração de tubulação apropriada para distribuição e recirculação de água quente, possuindo camada de isolamento térmico com condutividade $\leq 0,040$ (W/m.K) e espessura ≥ 13 mm.

COMO AVALIAR: Verificar espessura e condutividade térmica projetada/instalada para o isolamento térmico da tubulação de distribuição e recirculação de água quente. Verificar a especificação do material isolante empregado e o cumprimento do limite de condutividade térmica $\leq 0,040$ W/(m.K). Além disso, verificar se a espessura do material isolante é, no mínimo, 13,0 mm.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações hidrossanitárias e especificações do sistema de aquecimento de água. Descrição das características do isolamento térmico utilizado (espessura (mm), material e condutividade térmica (W/m.K)). Declaração do construtor comprovando a instalação da camada de isolamento térmico, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 12: Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 50% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.

COMO AVALIAR: Verificar se são especificados sistemas de aquecimento solar térmico e/ou sistemas recuperadores de calor para aquecer água na edificação. Caso afirmativo, conferir se, ao menos, 50% da demanda anual de água quente é atendida pelo sistema especificado.

Neste tópico, é apresentado o memorial de cálculo para a avaliação da demanda de água quente atendida por sistema de aquecimento solar em uma UH com três dormitórios localizada em Salvador. Informações complementares sobre o sistema de aquecimento solar considerado são apresentadas na

Tabela 3.

Tabela 3 – Dados adotados para o coletor solar.

Dados do Inmetro	Descrição
Área do coletor (S_c)	4,65 m ²
Número de coletores	1
Eficiência energética adotada	72,3%
$F_R (\tau\alpha)_n$	0,831
$F_R U_L$	3,71 W/(m ² .K)
Material da superfície absorvedora	Vidro de Borossilicato

Passo 1: Determinar a demanda diária de água quente na UH

Deve-se considerar, no mínimo, 50 litros/pessoa/dia como o volume diário de consumo de água quente. Além disso, considerar duas pessoas por dormitório da UH avaliada. Ambos os critérios são baseados na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais INI-R. O volume diário de consumo de água quente (m³/dia) na unidade habitacional deve ser calculado de acordo com a equação 1.

$$V_{\text{dia,E ou T}} = \frac{\sum V_{\text{dia,f}} \cdot f}{1000} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$V_{\text{dia,E ou T}}$ é o volume diário de consumo de água quente (m^3/dia) da unidade habitacional para sistemas elétricos ou térmicos;

$V_{\text{dia,f}}$ é o volume diário de consumo de água quente por pessoa em sistemas elétricos ou térmicos (L);

f é o número de pessoas da unidade habitacional.

Na edificação exemplo: $V_{\text{dia,E ou T}} = 0,30 \text{ m}^3/\text{dia}$.

Passo 2: Determinar a energia requerida para a demanda de água quente

A energia requerida para atender à demanda de água quente deve ser calculada de acordo com as equações apresentadas neste manual. Considerando a presença de aquecedores solares, a energia térmica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente deve ser calculada pela equação 2.

$$E_{AA} = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V_{\text{dia,T}} \cdot (\theta_{A,\text{uso}} \text{ ou } \theta_{A,\text{arm}} - \theta_{A,0})}{3600} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

E_{AA} é a energia térmica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia) – deve-se somar a parcela referente à recuperação de calor caso este sistema também seja considerado na edificação;

ρ é a massa específica da água, equivalente a $1 \text{ kg}/\text{L}$;

C_p é o calor específico da água, equivalente a $4.180 \text{ kJ}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$;

$V_{\text{dia,T}}$ é o volume diário de consumo de água quente em sistemas térmicos (m^3/dia);

$\theta_{A,\text{uso}}$ ou $\theta_{A,\text{arm}}$ é a temperatura de uso da água para sistemas sem acumulação ou de armazenamento para sistemas com acumulação ($^\circ\text{C}$);

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

Nota sobre as temperaturas adotadas para Salvador: De acordo com a INI-R, a temperatura de uso $\theta_{A,\text{uso}}$ para Salvador (sistemas sem acumulação) deve ser $38 \text{ }^\circ\text{C}$. A temperatura de armazenamento $\theta_{A,\text{arm}}$ (sistemas com acumulação) deve ser $50 \text{ }^\circ\text{C}$ para evitar o risco de contaminação por Legionella. Por fim, a temperatura de água fria $\theta_{A,0}$ para Salvador deve ser estipulada de acordo com a média anual da temperatura do ar externo (ver: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx).

Na edificação exemplo: $E_{AA} = 4,21 \text{ kWh}/\text{dia}$.

Passo 3: Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de energia solar térmica ou que recuperam calor

Neste caso, pode-se considerar tanto a energia proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico quanto sistemas recuperadores de calor. No caso do exemplo deste manual, apenas sistema solar térmico é calculado.

3.1 Cálculo da energia mensal incidente sobre a superfície dos coletores:

A irradiância mensal que incide nas nos coletores solares deve ser calculada de acordo com a equação 3. Os resultados do cálculo para o edifício exemplo são apresentados na Tabela 4.

$$EI_{\text{mês,i}} = H_{\text{dia}} \cdot N_i \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

$E_{\text{mês},i}$ é a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês “ i ” (kWh/(m².mês));
 H_{dia} é a irradiação solar incidente no plano inclinado (kWh/(m².dia)). Estes valores são disponibilizados no sítio eletrônico do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN), por meio do Atlas Brasileiro de Energia Solar – 2ª Edição (2017), disponível em: <http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html>;
 N_i é o número de dias do mês “ i ”.

Tabela 4 – Resultados da irradiância solar mensal para Salvador.

Mês	H_{dia} (kWh/m ² dia)	N (dias)	$E_{\text{mês}}$ (kWh/m ² mês)
Janeiro	5,902	31	182,962
Fevereiro	5,910	28	165,480
Março	5,947	31	184,357
Abril	4,991	30	149,730
Mai	4,481	31	138,911
Junho	4,263	30	127,890
Julho	4,515	31	139,965
Agosto	5,049	31	156,519
Setembro	5,564	30	166,920
Outubro	5,594	31	173,414
Novembro	5,654	30	169,620
Dezembro	5,791	31	179,521

3.2 Energia solar mensal absorvida pelos coletores:

A energia solar mensal absorvida pelos coletores (kWh/mês) deve ser calculada de acordo com a equação 4.

$$E_{\text{SAMês},i} = S_c \cdot F'_R(\tau\alpha) \cdot E_{\text{mês},i} \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

$E_{\text{SAMês},i}$ é a energia solar mensal absorvida pelos coletores do mês “ i ” (kWh/mês), tal que $i = 1, 2, 3, \dots, 12$;
 S_c é a superfície de absorção do coletor (m²);
 $E_{\text{mês},i}$ é a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês “ i ” (kWh/(m².mês));
 $F'_R(\tau\alpha)$ é o fator adimensional, calculado por meio da equação 5.

$$F'_R(\tau\alpha) = F_R(\tau\alpha)_n \cdot \left[\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] \cdot \frac{F'_R}{F_R} \quad \text{Equação 5}$$

Onde:

$F_R(\tau\alpha)_n$ é o fator de eficiência óptica do coletor, obtido nas tabelas do PBE para Sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água (PBE Solar – coletores e reservatórios): < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/coletores-solares.asp> > (adimensional);

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

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

Calculando-se o fator adimensional ($F'_R(\tau\alpha)$) de acordo com o fator de eficiência óptica do coletor apresentado na

Tabela 3, e considerando os fatores de correção como 0,96 e 0,95, tem-se $F'_R(\tau\alpha) = 0,7579$. Portanto, a energia solar mensal absorvida pelos coletores ($E_{SA,mês}$) foi calculada de acordo com a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês e o fator adimensional, conforme exposto na equação 4. Os resultados mensais são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Energia solar mensal absorvida pelos coletores.

Mês	$E_{Imês}$ (kWh/m ² mês)	$E_{SA,mês,i}$ (kWh/m ² mês)
Janeiro	182,962	644,777
Fevereiro	165,480	583,169
Março	184,357	649,693
Abril	149,730	527,664
Mai	138,911	489,537
Junho	127,890	450,698
Julho	139,965	493,251
Agosto	156,519	551,589
Setembro	166,920	588,244
Outubro	173,414	611,129
Novembro	169,620	597,759
Dezembro	179,521	632,651

3.3 Energia solar não aproveitada pelos coletores

A energia solar não aproveitada pelos coletores deve ser calculada pela equação 6.

$$EP_{mês,i} = S_c \cdot F'_R U_L \cdot (100 - \theta_{amb,i}) \cdot \Delta t_i \cdot K_1 \cdot K_{2,i} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

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

S_c é a superfície do coletor solar (m²);

$F'_R U_L$ é um fator de correção, calculado pela equação 7 (kW/(m².K));

$\theta_{amb,i}$ é a temperatura média mensal ambiente do local de instalação do coletor do mês “i” (°C);

Δt_i é o período de tempo considerado no mês “i” (horas);

K_1 é o fator de correção para armazenamento, calculado pela equação 8;

$K_{2,i}$ é o fator de correção para o sistema de aquecimento solar que relaciona as diferentes temperaturas no mês “i”, calculado pela equação 9.

$$F'_{R}U_{L} = F_{R}U_{L} \cdot \frac{F'_{R}}{F_{R}} \cdot 10^{-3} \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

$F_{R}U_{L}$ é o coeficiente global de perdas do coletor, obtido a partir das tabelas do PBE para coletores solares (kW/(m².K));

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

Considerando os dados do coletor, apresentados anteriormente, tem-se $F'_{R}U_{L} = 0,0035$.

$$K_1 = \left[\frac{V}{75 \cdot S_c} \right]^{-0,25} \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

K_1 é o fator de correção para armazenamento;

V é o volume de acumulação solar (litros); recomenda-se que o valor de V seja tal que obedeça a condição $50 < \frac{V}{S_c} < 100$;

S_c é a superfície do coletor solar (m²).

Considerando os dados sistema, apresentados anteriormente, tem-se $K_1 = 0,966$.

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18 \theta_{A,uso} + 3,86 \theta_{A,0} - 2,32 \theta_{amb,i})}{(100 - \theta_{amb,i})} \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

K_2 é o fator de correção para o sistema de aquecimento solar

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

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

$\theta_{amb,i}$ é a temperatura média mensal do local de instalação do coletor no mês “i” (°C).

A Tabela 6 apresenta os fatores de correção considerando as médias mensais e a média anual de temperatura para Salvador (ver: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx) e a temperatura de uso de 38 °C.

Tabela 6 – Fatores de correção para o sistema de aquecimento solar.

$\theta_{amb,i}$ (C°)	$K_{2,i}$	$EP_{mês,i}$
27,2	1,353	1.099,424
26,9	1,340	1.000,435
27,6	1,365	1.088,490
26,3	1,316	1.087,767
25,0	1,267	1.159,562
24,8	1,259	1.127,447
24,2	1,238	1.181,430
24,2	1,235	1.181,430
25,0	1,265	1.122,156
25,7	1,291	1.140,427
26,3	1,315	1.087,767
27,3	1,353	1.096,690

3.4 Fração solar mensal

A fração solar mensal deve ser calculada de acordo com a Equação 10.

$$f_i = 1,029D_{1,i} - 0,065D_{2,i} - 0,245(D_{1,i})^2 + 0,0018(D_{2,i})^2 + 0,0215(D_{1,i})^3 \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

f_i é a fração solar mensal (adimensional);

$D_{1,i}$ é o parâmetro do mês “i” calculado conforme equação 11;

$D_{2,i}$ é o parâmetro do mês “i” calculado conforme equação 12.

$$D_{1,i} = \frac{E_{SAMês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

$D_{1,i}$ é o parâmetro do mês “i”;

$E_{SAMês,i}$ é a energia solar mensal absorvida pelos coletores (kWh/mês), obtida pela equação 4;

E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela equação 2;

N_i é o número de dias do mês “i”.

$$D_{2,i} = \frac{EP_{mês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

$D_{2,i}$ é o parâmetro do mês “i”

$EP_{mês,i}$ é a energia solar mensal não aproveitada pelos coletores (kWh/mês), obtida pela equação 6;

E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela equação 2;

N_i é o número de dias do mês “i”.

Para o cálculo dos fatores, são necessários os parâmetros calculados anteriormente. Desta forma, os resultados foram sintetizados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados do cálculo de fração solar do sistema para os meses do ano.

Mês	$D_{1,i}$	$D_{2,i}$	f_i
Janeiro	4,935	8,414	1,276
Fevereiro	4,941	8,477	1,275
Março	4,972	8,331	1,286
Abril	4,173	8,603	1,164
Mai	3,747	8,875	1,112
Junho	3,564	8,917	1,092
Julho	3,775	9,042	1,109
Agosto	4,222	9,042	1,155
Setembro	4,652	8,875	1,214
Outubro	4,677	8,728	1,223
Novembro	4,727	8,603	1,235
Dezembro	4,842	8,393	1,260

Passo 4: Energia solar para aquecimento de água

Por fim, considerando os procedimentos adotados anteriormente, deve-se calcular a parcela de energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico ($E_{AA,sol}$), de acordo com a equação 13. No caso deste exemplo, $E_{AA,sol} = 5,06$ kWh/dia.

$$E_{AA,sol} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (f_i \cdot E_{AA} \cdot N_i)}{365} \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

$E_{AA,sol}$ é a parcela de energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico, quando existentes na edificação real (kWh/dia);

f_i é a fração solar mensal;

E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela equação 2;

N_i é o número de dias do mês “i”.

Passo 5: Parcela de energia solar capaz de suprir a demanda de água quente

Por fim, é necessário avaliar o potencial do sistema de aquecimento solar de água no suprimento da demanda de água quente da edificação avaliada, conforme a equação 14. No caso deste requisito, deve-se comprovar o atendimento de, pelo menos, 50% da demanda de água quente.

$$Potencial = \frac{E_{AA,sol}}{E_{AA}} \geq 50\% \quad \text{Equação 14}$$

No exemplo testado, o potencial do sistema de aquecimento solar é 120%. Portanto, a edificação seria elegível à pontuação do requisito 14, não sendo cumulativa com os pontos dos requisitos 12 e 13. Destaca-se que este é apenas um indicador, uma vez que as perdas com distribuição e armazenamento foram desconsideradas do cálculo para fins de aplicação deste manual.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação do sistema de aquecimento de água, considerando as áreas dos coletores e seus parâmetros de desempenho. Memorial de cálculo referente à avaliação deste requisito, conforme exposto neste manual. Descrição das características dos coletores solares utilizados. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema, conforme especificado, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 13: Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 70% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas na distribuição e armazenamento.

COMO AVALIAR: Verificar se são especificados sistemas de aquecimento solar térmico e/ou sistemas recuperadores de calor para aquecer água na edificação. Caso afirmativo, conferir se, ao menos, 70% da demanda anual de água quente é atendida pelo sistema especificado. O passo-a-passo apresentado na avaliação do requisito 12 também é válido para este requisito, uma vez que o procedimento de cálculo é o mesmo. Entretanto, ao invés de comprovar um potencial de 50% no passo 5, deve-se comprovar um potencial de 70%. Desta forma, a equação 14 deve ser substituída pela equação 15.

$$Potencial = \frac{E_{AA,sol}}{E_{AAT}} \geq 70\% \quad \text{Equação 15}$$

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação do sistema de aquecimento de água, considerando as áreas dos coletores e seus parâmetros de desempenho. Memorial de cálculo referente à avaliação deste requisito, conforme exposto neste manual. Descrição das características dos coletores solares utilizados. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema, conforme especificado, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 14: Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 90% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas na distribuição e armazenamento.

COMO AVALIAR: Verificar se são especificados sistemas de aquecimento solar térmico e/ou sistemas recuperadores de calor para aquecer água na edificação. Caso afirmativo, conferir se, ao menos, 90% da demanda anual de água quente é atendida pelo sistema especificado. O passo-a-passo apresentado na avaliação do requisito 12 também é válido para este requisito, uma vez que o procedimento de cálculo é o

mesmo. Entretanto, ao invés de comprovar um potencial de 50% no passo 5, deve-se comprovar um potencial de 90%. Desta forma, a equação 14 deve ser substituída pela equação 16.

$$Potencial = \frac{E_{AA,sol}}{E_{AAT}} \geq 90\% \quad \text{Equação 16}$$

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação do sistema de aquecimento de água, considerando as áreas dos coletores e seus parâmetros de desempenho. Memorial de cálculo referente à avaliação deste requisito, conforme exposto neste manual. Descrição das características dos coletores solares utilizados. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema, conforme especificado, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 15: Utilização de equipamentos aquecedores de água com classe A de eficiência energética ou Selo Conpet, de acordo com as tabelas do INMETRO.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos equipamentos aquecedores de água da edificação. Caso o sistema seja de aquecimento solar de água, verificar seu nível de eficiência energética de acordo com as tabelas de classificação disponibilizadas pelo INMETRO (ver: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/sistemas-e-equipamentos-para-aquecimento-solar-de-agua-pbe-solar-2013-coletores-e-reservatorios>).

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações hidrossanitárias e especificações do sistema de aquecimento de água. Descrição das características dos coletores solares utilizados. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema com classe A de eficiência energética, conforme especificado, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 16: Previsão de automação no sistema de recirculação de água quente, possuindo controle automático para o acionamento da recirculação de forma pré-programada, de acordo com uma das seguintes opções:

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

COMO AVALIAR: Caso o sistema de aquecimento de água especificado possua automação na recirculação de água quente, verificar o detalhamento e memorial descritivo da estratégia de automação proposta. Avaliar se a estratégia empregada é adequada de acordo com algum dos critérios (1 a 3) descritos no Requisito 16.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações hidrossanitárias e especificações do sistema de aquecimento de água. Memorial descritivo com a estratégia de automação proposta, bem como os sensores e equipamentos necessários. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema de automação

da recirculação de água que atenda aos critérios expostos, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 17: Aquecimento de água por bomba de calor: As bombas de calor devem possuir coeficiente de performance (COP) maior que 3,0 W/W e não devem utilizar gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente (por exemplo, R22).

COMO AVALIAR: Verificar a existência de bombas de calor para o aquecimento de água na edificação. Caso existam, conferir as especificações dos equipamentos detalhados e verificar se o Coeficiente de Desempenho (COP) é superior à 3,00 W/W, medido de acordo com as normas ASHRAE Standard 146, ASHRAE 13256 ou AHRI 1160. Além disso, garantir que a bomba de calor não utilize gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente, como o R22.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Detalhamento e especificação das bombas de calor utilizadas, contendo ficha técnica do produto. Declaração do construtor comprovando a instalação da bomba de calor descrita na documentação, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do equipamento.

REQUISITO 18: Em edificações multifamiliares ou condomínios de edificações residenciais, garantir que as densidades de potência de iluminação nos ambientes de uso comum sejam menores que os limites estabelecidos pelo Manual, de acordo com o uso.

COMO AVALIAR: Verificar o projeto de instalações elétricas e a especificação do sistema de iluminação em cada ambiente das áreas de uso comum. O cálculo da Densidade de Potência de Iluminação (DPI) deve ser realizado pela razão entre a potência de iluminação instalada em um ambiente e sua área, estabelecendo valores em W/m². A partir dos resultados dessa avaliação, pode-se conferir se a DPI dos ambientes de uso comum não ultrapassa os valores de DPI_L apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Densidade de potência de iluminação limite (DPI_L) para as áreas de uso comum.

Áreas de uso comum	DPI _L Classificação A (W/m ²)
Auditórios e Anfiteatros	
Auditório	11,50
Cinema	12,25
Banheiros	9,15
Brinquedoteca	7,55
Circulação interna e jardins	3,10
Cozinhas	11,40
Depósitos – com acesso de usuários	2,40
Escadas	4,60
Escritório	10,00
Garagem e espaços de circulação externa	1,50
Ginásio/ Academia	
Área de ginástica	3,20
Quadra de esportes – classe 4	12,15
Guarita	2,89

Sala de estudos	9,90
Sala de espera, convivência, salão de festas, sala de jogos, espaço gourmet	7,55
Sala de reuniões, conferência, multiuso	11,50
Vestiário	5,15
Zeladoria	2,89

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações elétricas, detalhamento luminotécnico e especificações das estratégias de iluminação adotadas. Descrição das lâmpadas ou luminárias utilizadas nas áreas de uso comum, especificando a potência de cada uma delas. Declaração do construtor comprovando a instalação dos equipamentos descritos na documentação, fotografias da instalação e comprovante de aquisição das lâmpadas ou luminárias especificadas. Excetuam-se, para o cálculo da DPI, os seguintes sistemas de iluminação:

- a) Sinais indicando saída e luzes de emergência;
- b) Iluminação de tarefa conectada diretamente em tomadas, como luminária de mesa;
- c) Iluminação contida ou parte integrante de equipamentos ou instrumentos, desde que instalada pelo próprio fabricante, como lâmpadas de refrigeradores e geladeiras;
- d) Iluminação contida em refrigeradores e freezers, tanto abertos quanto fechados por vidro;
- e) Iluminação totalmente voltada ao aquecimento de alimentos e em equipamentos utilizados em sua preparação;
- f) Iluminação em ambientes especificamente projetados para uso de deficientes visuais.

Informações complementares: Ressalta-se que os níveis de eficiência energética garantidos pela adoção de sistemas de iluminação com baixa potência instalada não devem excluir a exigência de segurança e conforto aos usuários proporcionada pela iluminação adequada dos ambientes. Portanto, é necessário que os critérios estabelecidos pela ABNT NBR ISSO/CIE 8995-1:2013 (ABNT, 2013) sejam atendidos. A norma estabelece valores para a iluminância mantida nos ambientes (E_m , em lux), para o índice de ofuscamento unificado (UGR_l) e para o índice de reprodução de cor mínimo (R_a), que devem ser respeitados de acordo com o ambiente avaliado.

REQUISITO 19: Em edificações multifamiliares ou condomínios de edificações residenciais, garantir que a potência total instalada em áreas de uso comum apresente algum dos seguintes controles da iluminação:

- 1) Controle sensível à luz natural – por passos ou dimerizável;
- 2) Controle com sensor de ocupação dimerizável com desligamento automático;
- 3) Controle dimerizável com programação e desligamento automático.

COMO AVALIAR: Verificar o projeto de instalações elétricas e a especificação de sistemas de automação e controle baseados em alguma das estratégias apresentadas no Requisito 19. Ressalta-se que, caso mais de uma estratégia seja utilizada em diferentes áreas da edificação, a soma das parcelas relacionadas a cada estratégia deve compor a área total dos ambientes de uso comum.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações elétricas, detalhamento luminotécnico e especificações das estratégias de iluminação e automação adotadas. Descrição das lâmpadas ou luminárias

utilizadas nas áreas de uso comum, especificando a potência de cada uma delas. Descrição do sistema e estratégias de automação adotadas na edificação. Declaração do construtor comprovando a instalação dos equipamentos descritos na documentação, fotografias da instalação e comprovante de aquisição das lâmpadas ou luminárias especificadas, bem como dos componentes da automação especificada para as áreas de uso comum.

REQUISITO 20: Utilização de bombas e/ou motobombas com classe A de eficiência energética, de acordo com as tabelas do INMETRO.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação das bombas e/ou motobombas utilizadas na edificação, junto aos projetos e memoriais descritivos entregues para a obtenção da certificação. Após a identificação dos equipamentos, verificar sua classificação energética (de A a E) de acordo com a tabela de avaliação de bombas e motobombas do Programa Brasileiro de Etiquetagem (ver: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/bombas_motobombas.pdf). Caso os equipamentos utilizados possuam classificação classe A, a pontuação para o Requisito 19 é obtida.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações e especificações do sistema de bombeamento de água, com detalhamento das bombas e/ou motobombas utilizadas. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema com classe A de eficiência energética, conforme especificado neste Manual, além de fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 21: Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração de energia elétrica mínima superior a 1.000 kWh/ano por unidade habitacional.

COMO AVALIAR: Analisar os projetos e memoriais da edificação e verificar a instalação de painéis solares fotovoltaicos e inversor de frequência na edificação. Caso exista, examinar se a demanda energética atendida pelo sistema fotovoltaico é superior ao limite de 1.000 kWh/ano por unidade habitacional, exigido no requisito 21.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto e especificações do sistema fotovoltaico, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional. Memorial de cálculo da projeção de geração de energia considerando perdas, especificação do inversor e painéis fotovoltaicos, além do cálculo de demanda anual da edificação. Comprovação de atendimento a, no mínimo, 1.250 kWh/ano por unidade habitacional. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema especificado pela documentação, além de fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos painéis fotovoltaicos e do inversor. As declarações também devem comprovar que os painéis fotovoltaicos e os inversores de frequência possuem classificação A de eficiência energética.

Informações complementares: O limite de 1.000 kWh/ano é baseado em dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (ver: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/mercado/cativo#!>). De acordo com os

relatórios da agência, o consumo médio por unidade habitacional no Brasil entre os anos de 2012 e 2021 foi aproximadamente 2.000 kWh/ano. Desta forma, o requisito 21 garante a pontuação para unidades que gerem, ao menos, 62,5% do consumo médio de uma UH brasileira.

REQUISITO 22: Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração de energia elétrica mínima superior a 2.000 kWh/ano por unidade habitacional. (Não cumulativa com pontuação do Requisito 21).

COMO AVALIAR: Projeto e especificações do sistema fotovoltaico, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional. Memorial de cálculo da projeção de geração de energia considerando perdas, especificação do inversor e painéis fotovoltaicos, além do cálculo de demanda anual da edificação. Comprovação de atendimento a, no mínimo, 2.000 kWh/ano por unidade habitacional. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema especificado pela documentação, além de fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos painéis fotovoltaicos e do inversor. As declarações também devem comprovar que os painéis fotovoltaicos e os inversores de frequência possuem classificação A de eficiência energética.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto e especificações do sistema fotovoltaico, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional. Memorial de cálculo da projeção de geração de energia considerando perdas, especificação do inversor e painéis fotovoltaicos, além do cálculo de demanda anual da edificação. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema especificado pela documentação, além de fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos painéis fotovoltaicos e do inversor.

Informações complementares: O limite de 2.000 kWh/ano é baseado em dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (ver: <https://portalrelatorios.aneel.gov.br/mercado/cativo#!>). De acordo com os relatórios da agência, o consumo médio por unidade habitacional no Brasil entre os anos de 2012 e 2021 foi aproximadamente 2.000 kWh/ano. Desta forma, o requisito 22 garante a pontuação para unidades que gerem, ao menos, 100,0% do consumo médio de uma UH brasileira.

REQUISITO 23: Utilização de elevadores com programação de tráfego.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos elevadores da edificação. Avaliar se os detalhamentos ou memoriais apresentam características da programação de tráfego proposta.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação, catálogo ou declaração do fabricante atestando a existência de programação de tráfego nos elevadores adotados. Declaração do construtor comprovando a instalação do elevador com programação de tráfego, bem como ART do profissional responsável pelo elevador e fotografias da instalação. Comprovante de aquisição do elevador.

REQUISITO 24: Utilização de elevadores com classe A de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos elevadores da edificação, avaliando seus consumos diários e a classe de eficiência energética declarada, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Caso apenas um elevador seja previsto na edificação, sua classe de eficiência energética determina a obtenção dos pontos deste requisito. São elegíveis à pontuação os elevadores classe A de eficiência energética. Caso mais de um elevador seja previsto na edificação, é necessário calcular o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$), de acordo com a equação 17, e considerando os coeficientes relativos à eficiência de cada elevador que são apresentados nas colunas 1 e 2 da Tabela 9. Para a determinação deste coeficiente, é necessário estimar o consumo do conjunto de elevadores da edificação real ($C_{ELEV,real}$), de acordo com a equação 18. Ressalta-se que o consumo diário de cada elevador (Ed) deve ser fornecido nos documentos de especificação do sistema. Por fim, o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) calculado deve ser comparado aos valores apresentados nas colunas 3 e 4 da Tabela 9 para determinar a classe de eficiência energética do conjunto de elevadores.

Tabela 9 – Coeficientes para a avaliação da eficiência dos elevadores.

Classe	Coeficiente relativo à eficiência de cada elevador ($C_{ef_{ELEV}}$) – até 20 UHs	Coeficiente relativo à eficiência de cada elevador ($C_{ef_{ELEV}}$) – acima de 20 UHs	Coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) – até 20 UHs	Coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) – acima de 20 UHs
A	1,00	1,00	$Coef_{Elev} = 1,00$	$Coef_{Elev} = 1,00$
B	1,50	1,67	$1,00 < Coef_{Elev} \leq 1,50$	$1,00 < Coef_{Elev} \leq 1,67$
C	3,00	2,50	$1,50 < Coef_{Elev} \leq 3,00$	$1,67 < Coef_{Elev} \leq 2,50$
D	6,00	4,17	$3,00 < Coef_{Elev} \leq 6,00$	$2,50 < Coef_{Elev} \leq 4,17$
E	12,00	6,25	$Coef_{Elev} > 6,00$	$Coef_{Elev} > 4,17$

$$Coef_{ELEV} = \frac{\sum(C_{ELEV} \times C_{ef_{ELEV}})}{\sum C_{ELEV}} \quad \text{Equação 17}$$

Onde:

$Coef_{ELEV}$ é o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores;

C_{ELEV} é o consumo anual de cada elevador (kWh/ano);

$C_{ef_{ELEV}}$ é o coeficiente relativo à eficiência energética de cada elevador.

$$C_{ELEV,real} = \sum_1^n Ed \times 365 / 1000 \quad \text{Equação 18}$$

Onde:

$C_{ELEV,real}$ é o consumo do conjunto de elevadores da edificação real (kWh/ano);

Ed é o consumo diário de cada elevador, conforme as ISO 25745-1 e ISO 25745-2;

n é o número de elevadores da edificação.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação, catálogo ou declaração do fabricante atestando as características do elevador utilizado na edificação. Apresentação de dados sobre o consumo diário dos elevadores e classe de eficiência energética, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Declaração do construtor comprovando a instalação do elevador com classe de eficiência A, bem como ART do profissional responsável pelo elevador e fotografias da instalação. Comprovante de aquisição do elevador.

Informações complementares: Neste tópico, é apresentado o procedimento para a avaliação de um conjunto composto por dois elevadores em uma edificação com até 20 UHs, conforme apresentado na Tabela 10. Os consumos anuais (kWh/ano) apresentados na última linha, foram calculados de acordo com a equação 18.

Tabela 10 – Exemplo de conjunto de elevadores para classificação.

Elevador	Social	Serviço
Operação	365 dias	365 dias
Consumo diário (kWh/dia)	4,52	6,42
Classificação de EE	A	B
Consumo anual (kWh/ano)	1.649,8	2.343,3

Neste caso, aplicando-se a equação 17 para determinar o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores, tem-se:

$$\text{Coef}_{\text{ELEV}} = \frac{(1.649,8 \times 1) + (2.343,3 \times 1,50)}{1.649,8 + 2.343,3}$$

$$\text{Coef}_{\text{ELEV}} = 1,29$$

De acordo com a Tabela 9, esse conjunto de elevadores não seria elegível à pontuação deste requisito, pois atinge a **Classificação B**.

REQUISITO 25: Utilização de elevadores com classe B de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos elevadores da edificação, avaliando seus consumos diários e a classe de eficiência energética declarada, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Caso apenas um elevador seja previsto na edificação, sua classe de eficiência energética determina a obtenção dos pontos deste requisito. São elegíveis à pontuação os elevadores classe B de eficiência energética. Caso mais de um elevador seja previsto na edificação, é necessário calcular o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($\text{Coef}_{\text{ELEV}}$), de acordo com a equação 17, e considerando os coeficientes relativos à eficiência de cada elevador que são apresentados nas colunas 1 e 2 da Tabela 9. Para a determinação deste coeficiente, é necessário estimar o

consumo do conjunto de elevadores da edificação real ($C_{ELEV,real}$), de acordo com a equação 18. Ressalta-se que o consumo diário de cada elevador (E_d) deve ser fornecido nos documentos de especificação do sistema. Por fim, o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) calculado deve ser comparado aos valores apresentados nas colunas 3 e 4 da Tabela 9 para determinar a classe de eficiência energética do conjunto de elevadores.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação, catálogo ou declaração do fabricante atestando as características do elevador utilizado na edificação. Apresentação de dados sobre o consumo diário dos elevadores e classe de eficiência energética, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Declaração do construtor comprovando a instalação do elevador com classe de eficiência B, bem como ART do profissional responsável pelo elevador e fotografias da instalação. Comprovante de aquisição do elevador.

Informações complementares: A avaliação deste requisito pode ser baseada no exemplo apresentado no requisito 24. Destaca-se que as pontuações em ambos os requisitos não são cumulativas.

2.2 Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas

REQUISITO 26: Absortância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.

COMO AVALIAR: Verificar a cor do material utilizado no sistema de cobertura exposto ao meio externo. Caso o sistema utilizado não necessite pintura, considerar a cor do material especificado. Caso seja prevista a pintura do material, considerar a cor da tinta especificada. As cores devem ser comparadas com os valores de referência apresentados no Anexo Geral V “Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros” da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013) para a determinação dos valores de absortância solar. Caso várias cores sejam especificadas, a absortância final é o valor médio das absortâncias de cada parcela das coberturas, ponderadas pela área que ocupam.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico com detalhamento e especificação dos materiais utilizados na cobertura. É necessário identificar a composição das camadas da cobertura, considerando os materiais, suas espessuras e cores, bem como a absortância solar. Além disso, caso as cores variem em diferentes porções da cobertura, é necessário evidenciar suas áreas e o cálculo da absortância final ponderada. Declaração do construtor comprovando a instalação da cobertura com a absortância declarada, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

Informações complementares: A Figura 3 apresenta a relação de cores e suas respectivas absortâncias (α), conforme o Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013). Observar a variação na escala adotada pelo documento, e garantir que as coberturas das edificações tenham absortância solar $\alpha \leq 40$, caso Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013) seja utilizado como base.

Tipo	Número	Cor	Nome	α	Tipo	Número	Cor	Nome	α
Acrilica Fosca	01		Amarelo Antigo	51,4	Látex PVA Fosca	40		Branco Gelo	34,0
	02		Amarelo Terra	64,3		41		Erva doce	21,9
	03		Areia	44,9		42		Flamingo	46,8
	04		Azul	73,3		43		Laranja	39,9
	05		Azul Imperial	66,9		44		Marfim	29,7
	06		Branco	15,8		45		Palha	28,5
	07		Branco Gelo	37,2		46		Pérola	25,7
	08		Camurça	57,4		47		Pêssego	39,5
	09		Concreto	74,5		48		Alecrim	64,0
	10		Flamingo	49,5		49		Azul bali	48,9
	11		Jade	52,3		50		Branco Neve	10,2
	12		Marfim	33,6		51		Branco Gelo	29,7
	13		Palha	36,7		52		Camurça	55,8
	14		Pérola	33,0		53		Concreto	71,5
	15		Pêssego	42,8		54		Marfim	26,7
	16		Tabaco	78,1		55		Marrocos	54,7
	17		Terracota	64,6		56		Mel	41,8
Acrilica Semi-brilho	18		Amarelo Antigo	49,7	57		Palha	27,2	
	19		Amarelo Terra	68,6	58		Pérola	22,1	
	20		Azul	79,9	59		Pêssego	35,0	
	21		Branco Gelo	36,2	60		Telha	70,8	
	22		Cinza	86,4	61		Vanila	23,9	
	23		Cinza BR	61,1	62		Amarelo Canário	25,2	
	24		Crepúsculo	66,0	63		Areia	35,7	
	25		Flamingo	47,3	64		Azul Profundo	76,0	
	26		Marfim	33,9	65		Branco Neve	16,2	
	27		Palha	39,6	66		Branco Gelo	28,1	
	28		Pérola	33,9	67		Camurça	53,2	
	29		Preto	97,1	68		Cerâmica	65,3	
	30		Telha	69,6	69		Concreto	71,6	
	31		Terracota	68,4	70		Flamingo	44,4	
	32		Verde Quadra	75,5	71		Marfim	24,5	
	33		Vermelho	64,2	72		Palha	26,4	
Látex PVA Fosca	34		Amarelo Canário	29,3	73		Pérola	22,9	
	35		Amarelo Terra	61,4	74		Pêssego	29,8	
	36		Areia	39,0	75		Preto	97,4	
	37		Azul angra	32,3	76		Vanila	27,7	
	38		Bianco Sereno	26,6	77		Verde Musgo	79,8	
	39		Branco	11,1	78		Vermelho Cardinal	63,3	

Figura 7 – Relação de cores e suas absortâncias.
 Fonte: Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013).

REQUISITO 27: Absortância solar (α_{par}) das paredes $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.

COMO AVALIAR: Verificar a cor especificada para as paredes da edificação. A avaliação é válida tanto para paredes que considerem a aplicação de revestimentos quanto as pintadas convencionalmente. As cores devem ser comparadas com os valores de referência apresentados no Anexo Geral V “Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros” da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013) para a determinação dos valores de absortância solar. Caso várias cores sejam especificadas, a absortância final é o valor médio das absortâncias de cada parcela das paredes, ponderadas pela área que ocupam.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico (apresentar cortes e vistas), bem como a especificação das tintas e/ou dos revestimentos utilizados nas paredes externas. É necessário identificar as áreas de paredes

externas e suas respectivas cores bem como a ponderação da absorvância final. Declaração do construtor comprovando a instalação das paredes com a absorvância declarada, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

Informações complementares: A Figura 7, apresentada nas informações complementares do requisito 27, também é válida para a avaliação das absorvâncias das paredes externas da edificação avaliada.

REQUISITO 28: Atender aos seguintes critérios de propriedades térmicas da envoltória:

- 1) Para edificações com até 2 andares, atender aos seguintes critérios:
 - a) Caso seja edificação com uso predominante de escritório, educacional ou hospedagem:
 - i. Se o Percentual de Abertura da Fachada for maior que 40% é obrigatório que a Absorvância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.
 - ii. Se o Percentual de Abertura da Fachada for maior que 40% é obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30° e que a Absorvância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras.
 - b) Caso seja edificação com uso predominante de Saúde, Varejo, Mercado, Restaurante ou Outros Usos:
 - iii. É obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30° , que a Absorvância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras e que o Fator Solar do vidro seja menor ou igual a 0,6.
- 2) Para edificações com 3 andares ou mais, atender aos seguintes critérios:
 - a) Caso seja edificação com uso predominante de escritório, educacional ou hospedagem:
 - iv. É obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30° , que a Absorvância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras, que a Absorvância solar (α_{par}) das paredes $\leq 0,40$ (uso de cores claras e médio-claras), e que o Fator Solar do vidro seja menor ou igual a 0,6.
 - b) Caso seja edificação com uso predominante de Saúde, Varejo, Mercado, Restaurante ou Outros Usos:
 - v. É obrigatório o uso de sombreamento mínimo que cause ângulo vertical de sombreamento de 30° , que a Absorvância solar (α_{cob}) das coberturas $\leq 0,40$: uso de cores claras e médio-claras, que a Absorvância solar (α_{par}) das paredes $\leq 0,40$ (uso de cores claras e médio-claras), e que o Fator Solar do vidro seja menor ou igual a 0,6.

Em todos os casos, é obrigatório que a Transmitância térmica da Cobertura seja $U_{cob} \leq 2,06 \text{ W/m}^2\text{K}$, que a Transmitância térmica das Paredes seja $U_{par} \leq 2,46 \text{ W/m}^2\text{K}$ e que o Percentual de Abertura da Fachada seja sempre inferior a 80%.

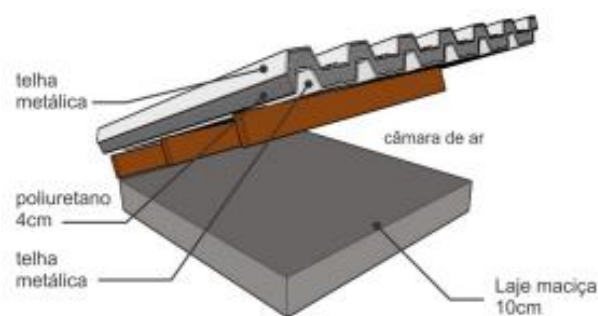
COMO AVALIAR: Verificar o detalhamento do sistema construtivo adotado na cobertura, nas paredes e nas esquadrias da edificação avaliada. A combinação de diferentes materiais e suas respectivas espessuras, bem como a existência de câmaras de ar, influenciam a transmitância térmica da cobertura. O cumprimento do requisito deve ser avaliado de acordo com os valores de transmitância térmica de sistemas de cobertura e paredes comumente utilizados no Brasil, de acordo com a relação apresentada pelo Anexo Geral V “Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros” da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013). Caso o sistema adotado não esteja listado no documento em questão, deve-se utilizar o método de cálculo de transmitância térmica descrito pela ABNT NBR 15220-2:2022 (ABNT, 2022). Por fim, caso vários sistemas sejam especificados, a transmitância final é o valor médio das transmitâncias de cada parcela das coberturas, ponderadas pela área que ocupam.

Também é necessário verificar o detalhamento das esquadrias na edificação avaliada, de forma que atendam a especificação do requerimento. A especificação da propriedade térmica da esquadria deve ser feita considerando a composição da esquadria em termos de suas camadas. A transmitância térmica da esquadria é influenciada se o vidro é simples, duplo, triplo, ou se existe câmara de ar entre as camadas, bem como a espessura do vidro empregado. O cumprimento deste requisito deve ser feito verificando-se as propriedades disponibilizadas pelo fornecedor da esquadria. O Fator Solar é o índice que representa a fração de ganho térmico devido à radiação solar que a abertura transmite diretamente, somada à parcela que é absorvida e reemitida pela própria abertura para o interior da edificação. O fator solar (FS), é conhecido internacionalmente como “g” (solar factor - ISO 9050) e SHGC (Solar Heat Gain Coefficient - ASHRAE Fundamentals ou ANSI/NFRC 200).

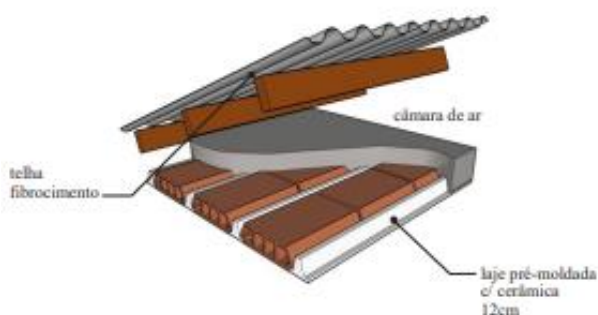
O percentual de abertura da fachada refere-se à razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada, e a área total de fachada da mesma orientação. Refere-se exclusivamente às aberturas com inclinação superior a 60° em relação ao plano horizontal, tais como as janelas tradicionais, portas de vidro ou sheds, mesmo sendo estes últimos localizados na cobertura.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico (apresentar cortes), contendo detalhes da cobertura e especificação dos materiais utilizados. É necessário identificar a composição das camadas da cobertura, considerando os materiais, suas espessuras e cores. Além disso, caso mais de um sistema de cobertura seja utilizado, é necessário evidenciar as áreas respectivas de cada alternativa e o cálculo da transmitância final ponderada. Declaração do construtor comprovando a instalação da cobertura com a transmitância declarada, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

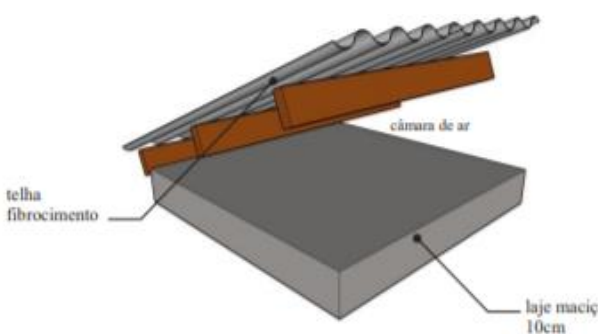
Informações complementares: O Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013) apresenta diversos sistemas de cobertura e suas respectivas propriedades termofísicas. A Figura 8 destaca três sistemas com diferentes composições para coberturas que atendem ao requisito, e a Figura 9 para paredes. Ressalta-se que diversas outras combinações atendem ao requisito, cabendo aos projetistas a escolha da opção mais viável para o empreendimento em questão.



Descrição:
 Laje maciça 10,0cm
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha metálica* 0,1cm
 Poliuretano 4,0cm
 Telha metálica* 0,1cm
 $U_{cob} = 0,55 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

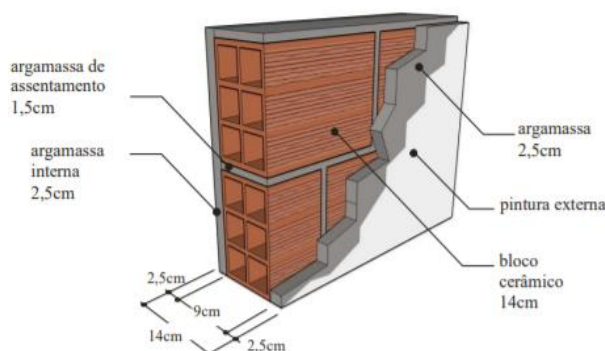


Descrição:
 Laje pré-moldada 12cm (concreto 4cm + lajota cerâmica 7cm + argamassa 1cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha fibrocimento 0,8cm
 $U_{cob} = 1,79 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

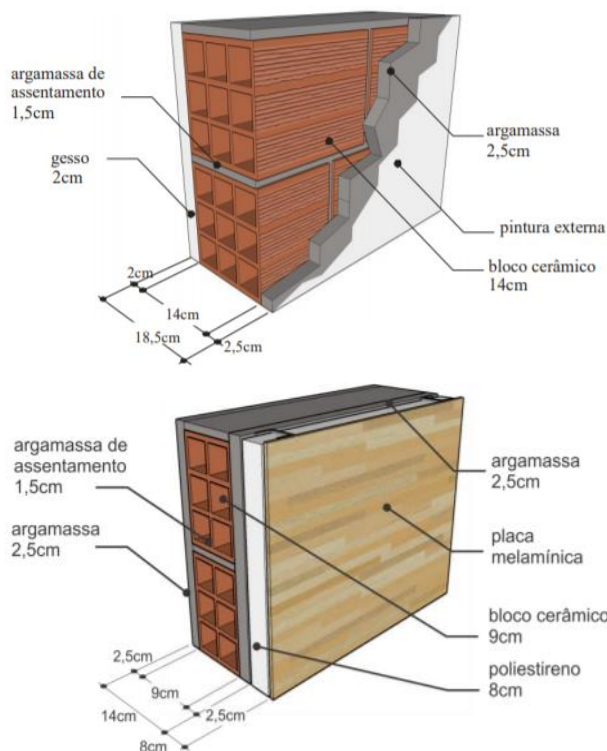


Descrição:
 Laje maciça (10,0cm)
 Câmara de ar (> 5,0 cm)
 Telha de fibrocimento (1cm)
 $U_{cob} = 2,06 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Figura 8 – Exemplo de sistemas de cobertura que atendem ao requisito.
 Fonte: Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013).



Descrição:
 Pintura externa
 Argamassa (2,5 cm)
 Bloco cerâmico (14x9 cm)
 Argamassa de assentamento (1,5 cm)
 Argamassa interna (2,5 cm)
 $U_{PAR} = 2,46\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$



Descrição:
 Pintura externa
 Argamassa (2,5 cm)
 Bloco cerâmico (14x14 cm)
 Argamassa de assentamento (1,5 cm)
 Argamassa interna (2,5 cm)
 $U_{PAR} = 1,74 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Descrição:
 Placa melamínica
 Poliestireno (8 cm)
 Argamassa (2,5 cm)
 Bloco cerâmico (9x9 cm)
 Argamassa de assentamento (1,5 cm)
 Argamassa interna (2,5 cm)
 $U_{PAR} = 0,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Figura 9 – Exemplo de sistemas de paredes que atendem ao requisito.
 Fonte: Anexo Geral V da Portaria nº 50/2013 (INMETRO, 2013).

REQUISITO 29: Apresentar isolamento térmico nas tubulações para a condução de fluidos nos sistemas de condicionamento de ar, considerando duas subdivisões:

- 1) Sistemas split devem apresentar camada de isolamento térmico com espessura mínima entre 9 e 19 mm nas tubulações, de acordo com os critérios apresentados no Manual;
- 2) Sistemas centrais devem apresentar camada de isolamento térmico nas tubulações com fluxo de fluidos respeitando critérios de aquecimento e refrigeração, de acordo com os critérios apresentados no Manual.

COMO AVALIAR: Verificar tipo, material e diâmetro das tubulações e espessura e condutividade térmica projetada/instalada para o isolamento térmico das tubulações do sistema de condicionamento de ar. A avaliação deve ser realizada de acordo com as Tabelas apresentadas a seguir. Caso o sistema seja do tipo split, o isolamento das tubulações deve seguir as especificações da Tabela 11. Caso a edificação possua sistema central de refrigeração, o isolamento das tubulações deve seguir as especificações da Tabela 12.

Tabela 11 – Espessura mínima (mm) de isolamento térmico de tubulações dos sistemas de refrigeração do tipo expansão direta (splits)

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	e = 9	e = 13	e = 19

Fonte: INMETRO (2021).

Tabela 12 – Espessura mínima (cm) de isolamento térmico de tubulações para sistemas de refrigeração (água gelada, multi-split e VRF)

Faixa de temperatura do fluido (°C)	Condutividade do isolamento térmico		Diâmetro nominal da tubulação (mm)				
	Condutividade térmica (W/(m.K))	Temperatura de ensaio (°C)	d < 25	25 ≤ d < 40	40 ≤ d < 100	100 ≤ d < 200	d ≥ 200
			4 < T < 16	0,032 a 0,040	24	1,5	1,5
T < 4	0,032 a 0,040	10	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0

Fonte: ASHRAE Standard 90.1 (2016).

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de climatização da edificação. Descrição das características do isolamento térmico utilizado: espessura (mm), material e condutividade térmica (W/m.K). Declaração do construtor comprovando a instalação da camada de isolamento térmico, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 30: Aparelhos de ar-condicionado classificados com nível de eficiência energética A de acordo com os critérios do Índice de Desempenho de Resfriamento Sazonal (IDRS) da Portaria nº 234, de 29 de junho de 2020. Caso a edificação possua sistemas centrais, não classificados pela Portaria nº 234/2020, o nível de eficiência poderá ser avaliado de acordo com os critérios específicos apresentados na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C).

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos aparelhos de ar condicionado para a edificação. Caso o sistema seja baseado em aparelhos do tipo split, o nível de eficiência energética de cada um deles pode ser verificado de acordo com as tabelas de classificação disponibilizadas pelo INMETRO (ver: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/condicionadores-de-ar>).

Caso a edificação possua sistema central, é necessário que o sistema seja avaliado de acordo com os critérios estabelecidos na Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C) (INMETRO, 2021). O procedimento detalhado é apresentado no tópico 7.1.2.2 da INI-C (INMETRO, 2021), onde são apresentadas as exigências para que o sistema central seja elegível à classe A. Ressalta-se que, de acordo com o sistema de condicionamento central utilizado, diversos critérios devem ser atendidos. A seguir são apresentados os critérios e seus respectivos tópicos na INI-C (INMETRO, 2021).

- Cálculo da altura manométrica das bombas (7.1.2.2.1);
- Controle de temperatura por zona (7.1.2.2.2);
- Faixa de temperatura de controle (7.1.2.2.3);
- Aquecimento suplementar (7.1.2.2.4);
- Evitar aquecimento e refrigeração simultâneo (7.1.2.2.5);
- Sistema de desligamento automático (7.1.2.2.6);
- Agrupamento de zonas (7.1.2.2.7);
- Controles e dimensionamento do sistema de ventilação (7.1.2.2.8);

- Controles e dimensionamento dos sistemas hidrônicos (7.1.2.2.12);
- Equipamentos de rejeição de calor (7.1.2.2.13);
- Isolamento térmico de tubulações com fluxo de fluidos (7.1.2.2.14).

Além de atender aos requisitos, o sistema central também deve ser avaliado de acordo com o tópico B.II. 4 do Anexo B.II da INI-C (INMETRO, 2021). É necessário avaliar o relatório de aplicação desses documentos fornecido pelo projetista do sistema da edificação. O relatório deve ser condizente com as informações apresentadas no projeto de climatização e no memorial descritivo do sistema. O método de cálculo da eficiência do sistema permite três alternativas possíveis: cálculo com base SPLV, utilizando a planilha disponibilizada na Instrução normativa; cálculo pelo fator de ponderação K, de acordo com a Tabela B.II.2 da INI-C; ou utilizando simulações computacionais.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de climatização da edificação e memorial descritivo do sistema, apresentando o detalhamento de todos os tópicos exigidos no método de avaliação da INI-C (INMETRO, 2021) – tópico 7.1.2.2.1 ao tópico 7.1.2.2.14 caso sejam considerados sistemas centrais, além do tópico B.II.4 do Anexo B.II para a classificação energética do sistema. Descrição detalhada das características dos sistemas utilizados. Descrição do isolamento térmico utilizado, especificamente: espessura (mm), material e condutividade térmica (W/m.K). Declaração do construtor comprovando a instalação da camada de isolamento térmico, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário. Caso o sistema seja central, o projetista do sistema deve encaminhar o relatório comprovando a aplicação de um dos métodos apresentados na INI-C (Tabela do SPLV, com base no fator de ponderação K, ou utilizando simulação computacional). O relatório deve ser condizente com as informações fornecidas no projeto de climatização e memorial descritivo do sistema.

Informações complementares: O manual de aplicação da INI-C (CB3E, 2021) apresenta o procedimento detalhado para a avaliação dos sistemas de condicionamento de ar. Os projetistas podem se basear nos exemplos disponibilizados no método para calcular a classificação do sistema adotado e elaborar o relatório que será avaliado para garantir a pontuação deste requisito.

REQUISITO 31: Para ambientes com altas taxas de ocupação, considerar sistema de automação capaz de reduzir automaticamente a tomada de ar externo abaixo dos níveis de projeto quando os espaços estiverem parcialmente ocupados. Esse requisito é válido para sistemas com taxas de insuflamento de ar externo nominal superior a 1.400 l/s, servindo áreas maiores que 50 m² e com densidade de ocupação superior a 25 pessoas por 100 m².

COMO AVALIAR: Verificar o detalhamento do sistema de automação especificado para reduzir a tomada de ar externo em durante ocupação parcial dos ambientes. Avaliar as características do ambiente atendido pelo sistema, para determinar a aplicabilidade do requisito (insuflamento de ar externo > 1.400 l/s; área > 50 m²; e ocupação superior a 25 pessoas a cada 100 m²). Verificar o método adotado para avaliação da ocupação dos ambientes que serão atendidos pelo sistema em questão. A avaliação da ocupação pode ser realizada por sensores de presença, sensores de CO₂ para indicar a taxa de ocupação, ou outras alternativas especificadas e justificadas pelos projetistas.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de climatização da edificação e memorial descritivo do sistema, apresentando o detalhamento dos sensores e da estratégia de automação empregada para garantir a redução de tomada de ar externo quando os ambientes estiverem parcialmente ocupados. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema de automação e dos sensores necessários, fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos equipamentos.

REQUISITO 32: Previsão de automação no sistema de recirculação de água quente, possuindo controle automático para o acionamento da recirculação de forma pré-programada, de acordo com uma das seguintes opções:

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

COMO AVALIAR: Caso o sistema de aquecimento de água especificado possua automação na recirculação de água quente, verificar o detalhamento e memorial descritivo da estratégia de automação proposta. Avaliar se a estratégia empregada é adequada de acordo com algum dos critérios (1 a 3) deste requisito.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações hidrossanitárias e especificações do sistema de aquecimento de água. Memorial descritivo com a estratégia de automação proposta, bem como os sensores e equipamentos necessários. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema de automação da recirculação de água que atenda aos critérios expostos, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 33: Consideração de tubulação apropriada para a recirculação de água quente, possuindo camada de isolamento térmico com condutividade $\leq 0,040$ (W/m.K) e espessura ≥ 13 mm para as tubulações internas. Para válvulas, apresentar camada de isolamento térmico com condutividade $\leq 0,040$ (W/m.K) e espessura ≥ 9 mm.

COMO AVALIAR: Verificar espessura e condutividade térmica projetada/instalada para o isolamento térmico da tubulação de recirculação de água quente e válvulas do sistema. Verificar a especificação do material isolante empregado e o cumprimento do limite de condutividade térmica $\leq 0,040$ W/(m.K). Além disso, verificar se a espessura do material isolante é, no mínimo, 13,0 mm. Por fim, verificar se o material isolante adotado nas válvulas respeita o limite de condutividade térmica $\leq 0,040$ W/(m.K) e possui espessura de, no mínimo, 9,0 mm.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações hidrossanitárias e especificações do sistema de aquecimento de água. Descrição das características do isolamento térmico utilizado (espessura (mm), material e condutividade térmica (W/m.K)) adotados na tubulação de recirculação e válvulas. Declaração do construtor comprovando a instalação da camada de isolamento térmico, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 34: Previsão de reservatórios de água quente cujas perdas específicas de energia máxima respeitem os limites apresentados no manual, de acordo com o volume de cada reservatório.

COMO AVALIAR: As perdas específicas do reservatório considerado na edificação devem ser comparadas com os limites apresentados na Tabela 13. Para reservatórios térmicos de sistemas solares classificados pelo Inmetro, considera-se a perda específica descrita na tabela do PBE, em kWh/l.mês (ver: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/avaliacao-da-conformidade/programa-brasileiro-de-etiquetagem/tabelas-de-eficiencia-energetica/sistemas-e-equipamentos-para-aquecimento-solar-de-agua-pbe-solar-2013-coletores-e-reservatorios>). Caso o volume do reservatório utilizado não seja contemplado neste manual, deve-se utilizar a equação 19 para o cálculo. A equação é resultado da regressão linear dos valores apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 – Limites para a perda específica térmica de reservatório de água quente em *standby*.

Volume do 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

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

Equação 19

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações hidrossanitárias e especificações do sistema de aquecimento de água, incluindo o detalhamento do reservatório de água quente. Apresentação dos valores de perdas específicas no reservatório para possibilitar a avaliação do requisito. Declaração do construtor comprovando a instalação do reservatório especificado, fotografias da instalação e comprovante de aquisição.

REQUISITO 35: Quando existirem múltiplos aquecedores de passagem trabalhando em conjunto, deve existir um sistema que controle o acionamento dos aquecedores de passagem de acordo com a demanda de água quente verificada, de modo a garantir a máxima eficiência do conjunto.

COMO AVALIAR: Verificar o detalhamento do sistema de especificado para o controle dos múltiplos aquecedores de passagem. Verificar o memorial de cálculos em que o responsável pelo projeto condicionou o acionamento dos aquecedores à demanda de água quente verificada.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações prediais, detalhamento do sistema de aquecimento de água e especificações das estratégias de controle. Especificações do sistema e da programação prevista para

atender às exigências. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema de automação e dos sensores necessários, fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos equipamentos.

REQUISITO 36: Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 50% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas térmicas na distribuição e armazenamento.

COMO AVALIAR: Verificar se são especificados sistemas de aquecimento solar térmico e/ou sistemas recuperadores de calor para aquecer água na edificação. Caso afirmativo, conferir se, ao menos, 50% da demanda anual de água quente é atendida pelo sistema especificado.

Neste tópico, é apresentado um exemplo da avaliação deste requisito para uma edificação comercial. Considera-se uma edificação de hospedagem 3 estrelas com 44 leitos, com lavanderia e funcionamento durante 365 dias por ano, localizada em Salvador. A edificação possui quatro reservatórios de água quente com 1.000 L de volume cada. O sistema de aquecimento dessa edificação se dá por meio de coletores solares, com complemento de aquecimento a gás. Ressalta-se que nas tipologias não previstas neste manual, o cálculo da demanda de água quente deve seguir os dados de previsão de demanda de um projeto de aquecimento de água realizado por profissional da área.

De acordo com os critérios apresentados pela INI-C, para sistemas com armazenamento de água quente deve-se adotar, no mínimo, 60 °C como temperatura de armazenamento ($\theta_{A,armaz}$) para os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), e de no mínimo 50 °C para as demais instalações prediais. Além disso, o volume diário de consumo de água quente é dependente da tipologia avaliada, conforme exposto na Tabela 14. As informações detalhadas sobre o coletor utilizado no exemplo são apresentadas na Tabela 15.

Tabela 14 – Volume diário de consumo de água quente por tipologia.

Tipologia	Volume de água (litros)
Edificações educacionais	
Escola com alojamento, internatos (L/dia/pessoa)	50
Edificações de hospedagem	
Hotel (4 a 5 estrelas) com lavanderia (L/dia/leito)	120
Hotel (4 a 5 estrelas) sem lavanderia (L /dia/ leito)	100
Hotel (1 a 3 estrelas) com lavanderia (L /dia/ leito)	100
Hotel (1 a 3 estrelas) sem lavanderia (L /dia/ leito)	70
Estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS)	
Clínica / Casa repouso (L /dia/leito)	120
Edificações de alimentação	
Restaurante tradicional (L /dia/refeição)	10
Restaurante <i>self-service</i> (L /dia/refeição)	4
Lanchonete (L /dia/refeição)	2,6
Edificações esportivas	
Clubes e academias (L /dia/ponto de banho)	100

Tabela 15 – Dados do coletor utilizado neste exemplo.

Classificação do Inmetro	Descrição
Dimensões (L x A x P)	1.029 x 2.022 x 67 mm
Área unitária	2.08 m ²
Número de placas	20
Área total (S _c)	41,60 m ²
Eficiência energética adotada	60%
F _R (τ _α) _n	0,831
F _R U _L	3,71 W/(m ² .K)
Pressão máxima admissível	600 kPa

Passo 1: Determinar a demanda diária de água quente na edificação

Conforme exposto anteriormente, o volume diário de consumo de água quente é dependente da tipologia avaliada, conforme estabelecido pela INI-C (INMETRO, 2021). O volume diário de consumo de água quente (m³/dia) na edificação deve ser calculado de acordo com a equação 20.

$$V_{\text{dia,E ou T}} = \frac{\sum V_{\text{dia,f}} \cdot f}{1000} \quad \text{Equação 20}$$

Onde:

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

V_{dia,f} é o volume diário de consumo de água quente por unidade considerada (L);

f é o número de unidades levadas em consideração e relacionado à tipologia da edificação, a atividade desenvolvida ou à classificação da edificação. Na Tabela 14 são exemplificadas algumas unidades, como “pessoas”, “leitos” ou “refeições”

Na edificação exemplo: A edificação possui 44 leitos. Considerando a demanda de 100 L/dia/leito, tem-se o seguinte volume diário de água quente: **V_{dia,E ou T} = 4,40 m³/dia.**

Passo 2: Determinar a energia requerida para a demanda de água quente

A energia requerida para atender à demanda de água quente deve ser calculada de acordo com as equações apresentadas neste manual. Considerando a presença de aquecedores solares, a energia térmica requerida para o atendimento da demanda diária de água quente deve ser calculada pela equação 21.

$$E_{AA} = \frac{\rho \cdot C_p \cdot V_{\text{dia,T}} \cdot (\theta_{A,\text{uso}} \text{ ou } \theta_{A,\text{arm}} - \theta_{A,0})}{3600} \quad \text{Equação 21}$$

Onde:

E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia) – deve-se somar a parcela referente à recuperação de calor caso este sistema também seja considerado na edificação;

ρ é a massa específica da água, equivalente a 1 kg/L;

C_p é o calor específico da água, equivalente a 4.180 kJ/g.°C;

V_{dia,T} é o volume diário de consumo de água quente em sistemas térmicos (m³/dia);

$\theta_{A,uso}$ ou $\theta_{A,arm}$ é a temperatura de uso da água para sistemas sem acumulação ou de armazenamento para sistemas com acumulação (°C);

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

Nota sobre as temperaturas adotadas para Salvador: De acordo com a INI-C, a temperatura de uso $\theta_{A,uso}$ para Salvador (sistemas sem acumulação) deve ser 38 °C. A temperatura de armazenamento $\theta_{A,arm}$ (sistemas com acumulação) deve ser, no mínimo, 60 °C para os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS), e de no mínimo 50 °C para as demais instalações prediais. Por fim, a temperatura de água fria $\theta_{A,0}$ deve ser estipulada de acordo com a média anual da temperatura do ar externo (ver: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx).

Na edificação exemplo: $E_{AA} = 123,12$ kWh/dia.

Passo 3: Energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de energia solar térmica ou que recuperam calor

Neste caso, pode-se considerar tanto a energia proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico quanto sistemas recuperadores de calor. No caso do exemplo deste manual, apenas sistema solar térmico é calculado.

3.1 Cálculo da energia mensal incidente sobre a superfície dos coletores:

A irradiância mensal que incide nas nos coletores solares deve ser calculada de acordo com a equação 22. Os resultados do cálculo para o edifício exemplo são apresentados na Tabela 16.

$$EI_{mês,i} = H_{dia} \cdot N_i \quad \text{Equação 22}$$

Onde:

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

H_{dia} é a irradiação solar incidente no plano inclinado (kWh/(m².dia)). Estes valores são disponibilizados no sítio eletrônico do Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN), por meio do Atlas Brasileiro de Energia Solar – 2ª Edição (2017), disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html;

N_i é o número de dias do mês “i”.

Tabela 16 – Resultados da irradiância solar mensal para Salvador.

Mês	H_{dia} (kWh/m ² dia)	N (dias)	$E_{mês}$ (kWh/m ² mês)
Janeiro	5,902	31	182,962
Fevereiro	5,910	28	165,480
Março	5,947	31	184,357
Abril	4,991	30	149,730
Mai	4,481	31	138,911
Junho	4,263	30	127,890
Julho	4,515	31	139,965
Agosto	5,049	31	156,519

Setembro	5,564	30	166,920
Outubro	5,594	31	173,414
Novembro	5,654	30	169,620
Dezembro	5,791	31	179,521

3.2 Energia solar mensal absorvida pelos coletores:

A energia solar mensal absorvida pelos coletores (kWh/mês) deve ser calculada de acordo com a equação 23.

$$E_{SAmês,i} = S_c \cdot F'_R(\tau\alpha) \cdot EI_{mês,i} \quad \text{Equação 23}$$

Onde:

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

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

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

$F'_R(\tau\alpha)$ é o fator adimensional, calculado por meio da equação 24.

$$F'_R(\tau\alpha) = F_R(\tau\alpha)_n \cdot \left[\frac{(\tau\alpha)}{(\tau\alpha)_n} \right] \cdot \frac{F'_R}{F_R} \quad \text{Equação 24}$$

Onde:

$F_R(\tau\alpha)_n$ é o fator de eficiência óptica do coletor, obtido nas tabelas do PBE para Sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água (PBE Solar – coletores e reservatórios): < <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbe/coletores-solares.asp> > (adimensional);

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

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

Calculando-se o fator adimensional ($F'_R(\tau\alpha)$) de acordo com o fator de eficiência óptica do coletor, e considerando os fatores de correção como 0,96 e 0,95, tem-se $F'_R(\tau\alpha) = 0,7579$. Portanto, a energia solar mensal absorvida pelos coletores ($E_{SAmês}$) foi calculada de acordo com a irradiância solar mensal incidente sobre as superfícies dos coletores do mês e o fator adimensional, conforme exposto na equação 23. Os resultados mensais são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Energia solar mensal absorvida pelos coletores.

Mês	$E_{Imês}$ (kWh/m ² mês)	$E_{SA,mês,i}$ (kWh/m ² mês)
Janeiro	182,962	5.768,33
Fevereiro	165,480	5.217,17
Março	184,357	5.812,31

Abril	149,730	4.720,61
Maio	138,911	4.379,51
Junho	127,890	4.032,05
Julho	139,965	4.412,74
Agosto	156,519	4.934,65
Setembro	166,920	5.262,57
Outubro	173,414	5.467,31
Novembro	169,620	5.347,69
Dezembro	179,521	5.659,84

3.3 Energia solar não aproveitada pelos coletores

A energia solar não aproveitada pelos coletores deve ser calculada pela equação 24.

$$EP_{mês,i} = S_c \cdot F'_{RU_L} \cdot (100 - \theta_{amb,i}) \cdot \Delta t_i \cdot K_1 \cdot K_{2,i} \quad \text{Equação 24}$$

Onde:

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

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

F'_{RU_L} é um fator de correção, calculado pela equação 25 ($kW/(m^2.K)$);

$\theta_{amb,i}$ é a temperatura média mensal ambiente do local de instalação do coletor do mês "i" ($^{\circ}C$);

Δt_i é o período de tempo considerado no mês "i" (horas);

K_1 é o fator de correção para armazenamento, calculado pela equação 26;

$K_{2,i}$ é o fator de correção para o sistema de aquecimento solar que relaciona as diferentes temperaturas no mês "i", calculado pela equação 27.

$$F'_{RU_L} = F_{RU_L} \cdot \frac{F'_{R}}{F_R} \cdot 10^{-3} \quad \text{Equação 25}$$

Onde:

F_{RU_L} é o coeficiente global de perdas do coletor, obtido a partir das tabelas do PBE para coletores solares ($kW/(m^2.K)$);

$\frac{F'_{R}}{F_R}$ é o fator de correção do conjunto coletor/trocador; na ausência desta informação adotar 0,95.

Considerando os dados do coletor, apresentados anteriormente, tem-se $F'_{RU_L} = 0,0035$.

$$K_1 = \left[\frac{V}{75 \cdot S_c} \right]^{-0,25} \quad \text{Equação 26}$$

Onde:

K_1 é o fator de correção para armazenamento;

V é o volume de acumulação solar (litros); recomenda-se que o valor de V seja tal que obedeça a condição 50

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

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

Considerando os dados sistema, apresentados anteriormente, tem-se $K_1 = 0,939$.

$$K_2 = \frac{(11,6 + 1,18 \theta_{A,uso} + 3,86 \theta_{A,0} - 2,32 \theta_{amb,i})}{(100 - \theta_{amb,i})} \quad \text{Equação 27}$$

Onde:

K_2 é o fator de correção para o sistema de aquecimento solar

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

$\theta_{A,0}$ é a temperatura da água fria ($^{\circ}C$);

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

A Tabela 18 apresenta os fatores de correção considerando as médias mensais e a média anual de temperatura para Salvador (ver: http://cb3e.ufsc.br/sites/default/files/Planilha%20A.IV%20-Temperatura_ar_mensal_anual.xlsx) e a temperatura de uso de $38^{\circ}C$.

Tabela 18 – Fatores de correção para o sistema de aquecimento solar.

$\theta_{amb,i}$ ($^{\circ}C$)	$K_{2,i}$	$EP_{m\acute{e}s,i}$
27,2	1,353	10.096,26
26,9	1,340	9.067,98
27,6	1,365	10.135,71
26,3	1,316	9.618,15
25,0	1,267	9.736,06
24,8	1,259	9.392,59
24,2	1,238	9.612,44
24,2	1,235	9.599,24
25,0	1,265	9.413,23
25,7	1,291	9.838,94
26,3	1,315	9.614,10
27,3	1,353	10.090,03

3.4 Fração solar mensal

A fração solar mensal deve ser calculada de acordo com a equação 28.

$$f_i = 1,029D_{1,i} - 0,065D_{2,i} - 0,245(D_{1,i})^2 + 0,0018(D_{2,i})^2 + 0,0215(D_{1,i})^3 \quad \text{Equação 28}$$

Onde:

f_i é a fração solar mensal (adimensional);

$D_{1,i}$ é o parâmetro do mês “i” calculado conforme equação 29;

$D_{2,i}$ é o parâmetro do mês “i” calculado conforme equação 30.

$$D_{1,i} = \frac{E_{SAMês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação 29}$$

Onde:

$D_{1,i}$ é o parâmetro do mês “i”;

$E_{SAMês,i}$ é a energia solar mensal absorvida pelos coletores (kWh/mês), obtida pela equação 4;

E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela equação 2;

N_i é o número de dias do mês “i”.

$$D_{2,i} = \frac{EP_{mês,i}}{E_{AA} \cdot N_i} \quad \text{Equação 30}$$

Onde:

$D_{2,i}$ é o parâmetro do mês “i”

$EP_{mês,i}$ é a energia solar mensal não aproveitada pelos coletores (kWh/mês), obtida pela equação 6;

E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela equação 21;

N_i é o número de dias do mês “i”.

Para o cálculo dos fatores, são necessários os parâmetros calculados anteriormente. Desta forma, os resultados foram sintetizados na Tabela 19.

Tabela 19 – Resultados do cálculo de fração solar do sistema para os meses do ano.

Mês	$D_{1,i}$	$D_{2,i}$	f_i
Janeiro	1,511	2,645	0,910
Fevereiro	1,513	2,630	0,912
Março	1,523	2,656	0,915
Abril	1,278	2,604	0,803
Mai	1,147	2,551	0,737
Junho	1,092	2,543	0,706
Julho	1,156	2,518	0,743
Agosto	1,293	2,515	0,815
Setembro	1,425	2,548	0,877
Outubro	1,432	2,578	0,879
Novembro	1,448	2,603	0,884
Dezembro	1,483	2,644	0,898

Passo 4: Energia solar para aquecimento de água

Considerando os procedimentos adotados anteriormente, deve-se calcular a parcela de energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico ($E_{AA,sol}$), de acordo com a equação 31. No caso deste exemplo, $E_{AA,sol} = 103,37$ kWh/dia.

$$E_{AA,sol} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (f_i \cdot E_{AA} \cdot N_i)}{365} \quad \text{Equação 31}$$

Onde:

$E_{AA,sol}$ é a parcela de energia para o aquecimento de água proveniente de sistemas de aquecimento solar térmico, quando existentes na edificação real (kWh/dia);

f_i é a fração solar mensal;

E_{AA} é a energia requerida para o atendimento da demanda diária de água quente (kWh/dia), obtida pela equação 21;

N_i é o número de dias do mês “i”.

Passo 5: Parcela de energia solar capaz de suprir a demanda de água quente

Por fim, é necessário avaliar o potencial do sistema de aquecimento solar de água no suprimento da demanda de água quente da edificação avaliada, conforme a equação 32. No caso deste requisito, deve-se comprovar o atendimento de, pelo menos, 50% da demanda de água quente.

$$\text{Potencial} = \frac{E_{AA,sol}}{E_{AAT}} \geq 50\% \quad \text{Equação 32}$$

No exemplo testado, o potencial do sistema de aquecimento solar é 84%. Portanto, a edificação seria elegível à pontuação do requisito 37, não sendo cumulativa com os pontos dos requisitos 35 e 36. Destaca-se que este é apenas um indicador, uma vez que as perdas com distribuição e armazenamento foram desconsideradas do cálculo para fins de aplicação deste manual.

REQUISITO 37: Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 70% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas na distribuição e armazenamento.

COMO AVALIAR: Verificar se são especificados sistemas de aquecimento solar térmico e/ou sistemas recuperadores de calor para aquecer água na edificação. Caso afirmativo, conferir se, ao menos, 70% da demanda anual de água quente é atendida pelo sistema especificado. O passo-a-passo apresentado na avaliação do requisito 35 também é válido para este requisito, uma vez que o procedimento de cálculo é o mesmo. Entretanto, ao invés de comprovar um potencial de 50% no passo 5, deve-se comprovar um potencial de 70%. Desta forma, a equação 31 deve ser substituída pela equação 33.

$$\text{Potencial} = \frac{E_{AA,sol}}{E_{AAT}} \geq 70\% \quad \text{Equação 33}$$

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação do sistema de aquecimento de água, considerando as áreas dos coletores e seus parâmetros de desempenho. Memorial de cálculo referente à avaliação deste requisito, conforme exposto neste manual. Descrição das características dos coletores solares utilizados. Declaração do

construtor comprovando a instalação do sistema, conforme especificado, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 38: Consideração de aquecimento de água por meio de sistemas de aquecimento solar térmico e/ou por sistemas recuperadores de calor que atendam a, pelo menos, 90% de toda a demanda de água quente. O cálculo desconsidera perdas na distribuição e armazenamento.

COMO AVALIAR: Verificar se são especificados sistemas de aquecimento solar térmico e/ou sistemas recuperadores de calor para aquecer água na edificação. Caso afirmativo, conferir se, ao menos, 90% da demanda anual de água quente é atendida pelo sistema especificado. O passo-a-passo apresentado na avaliação do requisito 35 também é válido para este requisito, uma vez que o procedimento de cálculo é o mesmo. Entretanto, ao invés de comprovar um potencial de 50% no passo 5, deve-se comprovar um potencial de 90%. Desta forma, a equação 31 deve ser substituída pela equação 34.

$$Potencial = \frac{E_{AA,sol}}{E_{AAT}} \geq 90\% \quad \text{Equação 34}$$

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação do sistema de aquecimento de água, considerando as áreas dos coletores e seus parâmetros de desempenho. Memorial de cálculo referente à avaliação deste requisito, conforme exposto neste manual. Descrição das características dos coletores solares utilizados. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema, conforme especificado, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do material necessário.

REQUISITO 39: Aquecimento de água por bomba de calor: As bombas de calor devem possuir coeficiente de performance (COP) maior que 3,0 W/W e não devem utilizar gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente (por exemplo, R22).

COMO AVALIAR: Verificar a existência de bombas de calor para o aquecimento de água na edificação. Caso existam, conferir as especificações dos equipamentos detalhados e verificar se o Coeficiente de Desempenho (COP) é superior à 3,00 W/W, medido de acordo com as normas ASHRAE Standard 146, ASHRAE 13256 ou AHRI 1160. Além disso, garantir que a bomba de calor não utilize gases refrigerantes comprovadamente nocivos ao meio ambiente, como o R22.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Detalhamento e especificação das bombas de calor utilizadas, contendo ficha técnica do produto. Declaração do construtor comprovando a instalação da bomba de calor descrita na documentação, fotografias da instalação e comprovante de aquisição do equipamento.

REQUISITO 40: Determinação do potencial de integração de luz natural ao projeto da edificação.

COMO AVALIAR: Determinar a altura da verga (HV) da janela no corte apresentado. A profundidade da zona primária de iluminação natural corresponde à altura da verga (HV), enquanto à largura corresponde ao plano translúcido da janela acrescentando-se metade de HV para cada lado (caso aplicável), conforme ilustrado pela Figura 10. Devem ser descontadas quaisquer porções da área que se encontrem atrás de algum tipo de obstrução permanente, de 1,80 m ou mais alta, medidas a partir do nível do piso acabado.

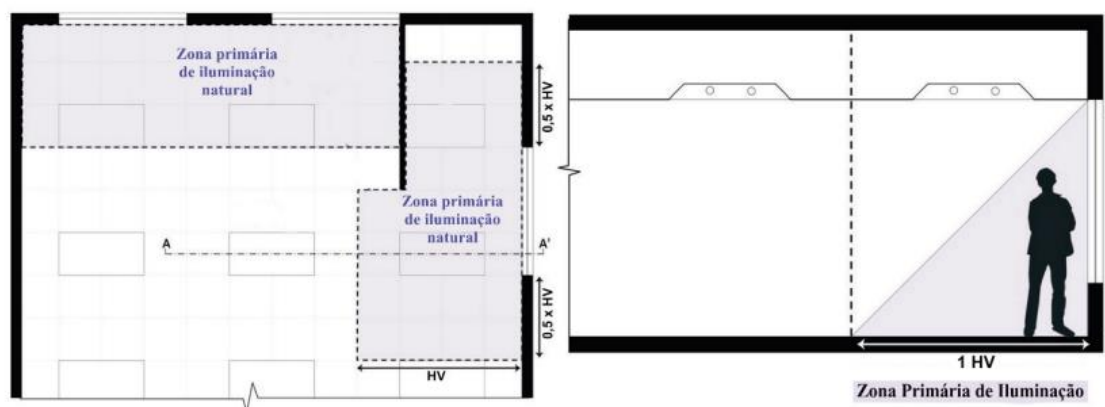


Figura 10 – Ilustração das zonas primárias de iluminação natural em planta e em corte.
Fonte: CB3E (2021).

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto arquitetônico (apresentar cortes) e especificação das esquadrias utilizadas. É necessário identificar a altura das janelas dos ambientes para determinar o potencial de integração de luz natural ao projeto da edificação.

Informações complementares: Este tópico possui caráter informativo, portanto valores mínimos de áreas correspondentes à zona primária de iluminação natural não são exigidos. Destaca-se que, apesar de informativo, este é um requisito para a classificação de eficiência energética classe A de acordo com o método da INI-C (INMETRO, 2021).

REQUISITO 41: Ambientes com aberturas voltadas para o exterior, átrio não coberto, ou de cobertura translúcida e que contenham em sua iluminação geral mais de uma fileira de luminárias paralelas às aberturas, devem possuir controle instalado - manual ou automático - para o acionamento independente do conjunto de luminárias mais próximo das aberturas, de forma a propiciar o aproveitamento da luz natural disponível.

COMO AVALIAR: Nos ambientes elegíveis aos pontos deste requisito, verificar se existe mais de uma fileira de luminárias paralela às aberturas. Caso afirmativo, conferir nos projetos disponibilizados se a fileira mais próxima às aberturas possui acionamento independente das demais para possibilitar o aproveitamento de iluminação natural. A Figura 11 apresenta uma ilustração das luminárias que devem atender a esse requisito. Nesse caso, as luminárias marcadas em cor laranja, além de estarem dentro da zona primária de iluminação natural, representam a fileira paralela às aberturas e devem possuir controle independente. No caso da copa e do depósito, a exigência não é aplicável pois o ambiente possui apenas uma luminária.

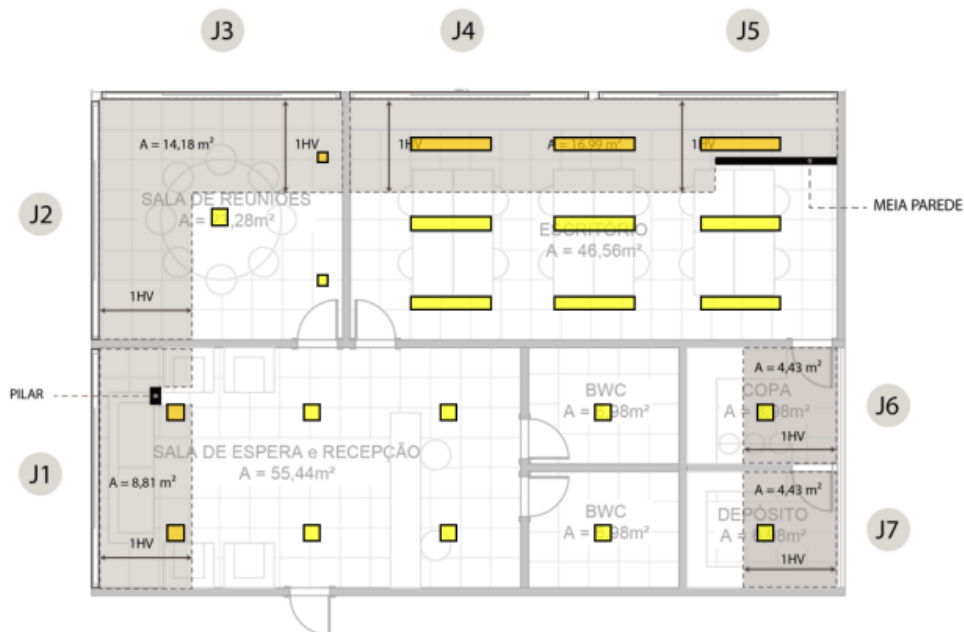


Figura 11 – Exemplo de luminárias que devem possuir controle independente.
Fonte: CB3E (2021).

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações elétricas, detalhamento luminotécnico e especificações das estratégias de iluminação adotadas.

REQUISITO 42: Previsão de controle manual da iluminação em ambientes fechados por paredes ou divisórias até o teto para garantir o acionamento da iluminação interna de forma independente. Cada dispositivo de controle manual deve controlar:

- 1) Uma área de até 250 m² para ambientes de até 1.000 m²
- 2) Uma área de até 1.000 m² para ambientes maiores do que 1.000 m².

COMO AVALIAR: Verificar os controles do sistema de iluminação artificial detalhados nos projetos elétricos e/ou luminotécnicos. Conferir se os controles são responsáveis por áreas estabelecidas no Requisito 42. A Figura 12 ilustra três ambientes distintos em que os controles locais são previstos. Nos ambientes a) e b), os controles da iluminação estão de acordo com as exigências do tópico 1 do requisito. No ambiente c), o controle especificado atende às exigências do tópico 2 do requisito.

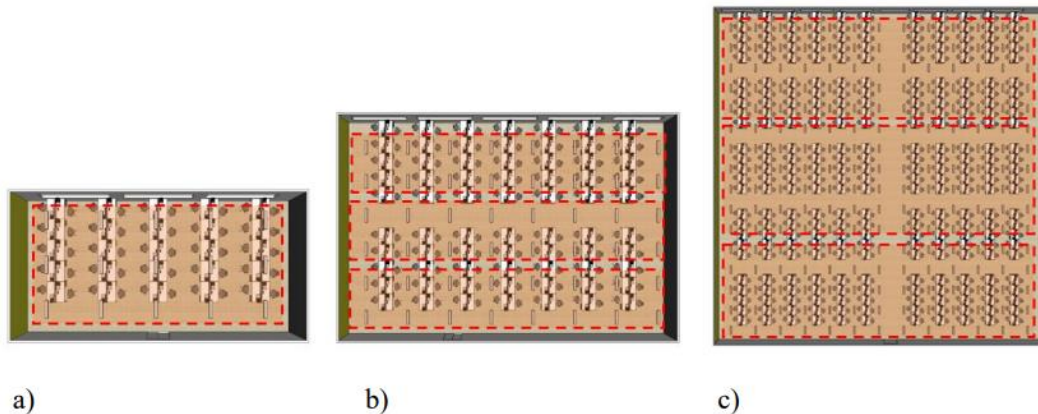


Figura 12 – Exemplo de divisão de controle local segundo a área: a) 200 m², b) 600 m², e c) 2.500 m².
Fonte: CB3E (2021).

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações elétricas, detalhamento luminotécnico e especificações das estratégias de iluminação adotadas. Os projetos e/ou memórias devem deixar claro quais controles são responsáveis pelas luminárias previstas, a fim de possibilitar a determinação das áreas correspondentes a cada um deles.

REQUISITO 43: Previsão de controle automático para o desligamento da iluminação em ambientes maiores que 250 m². O dispositivo deve funcionar de acordo com uma das seguintes opções:

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

COMO AVALIAR: Verificar o detalhamento do sistema de automação especificado para o controle da iluminação artificial. Verificar se, pelo menos, uma das opções de automação é especificada para ambientes com áreas maiores que 250 m². É necessário que a programação preveja controles independentes por pavimentos, além de variações de acordo com os dias da semana (ajustes de operação para refletir os níveis de ocupação em dias de semana, finais de semana e feriados).

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto de instalações elétricas, detalhamento luminotécnico e especificações das estratégias de iluminação adotadas. Especificações do sistema de automação e da programação prevista para atender às exigências. Descrição das estratégias adotadas para o controle conforme variação temporal (dias de semana, finais de semana e feriados). Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema de automação e dos sensores necessários, fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos equipamentos.

REQUISITO 44: Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração anual de energia elétrica mínima para suprir 50% do consumo anual da edificação. A estimativa do consumo anual da edificação deve ser feita pelo produto da

área total da edificação e da Intensidade de Uso Energético Típico da edificação, obtido de acordo com o seu uso, conforme orientação no manual.

COMO AVALIAR: Analisar os projetos e memoriais da edificação e verificar a instalação de painéis solares fotovoltaicos e inversor de frequência na edificação. Caso exista, examinar se a demanda energética atendida pelo sistema fotovoltaico é suficiente para suprir a demanda de 50% da estimativa do consumo anual da edificação.

A estimativa do consumo anual da edificação deve ser feita por meio da Equação 35:

$$C_{\text{anual}} = A_{\text{total}} \times EUI_{\text{uso}} \quad \text{Equação 35}$$

Em que:

C_{anual} é o consumo anual da edificação, em kWh/ano;

A_{total} é a área construída total da edificação, em m²;

EUI_{uso} é a Intensidade de uso energético típico, em kWh/m².ano.

Os valores de referência de intensidade de uso energético típico podem ser obtidos por meio da Tabela 20.

Tabela 20 – Valores de Referência para Intensidade de Uso Energético Típico de edificações comerciais e de serviços, de acordo com o uso específico, para a região Nordeste do Brasil.

Uso específico	Intensidade de Uso Energético Típico (kWh/m ² .ano)	Definição
Hospedagem	75	Hotéis, Motéis, Albergues, Pousadas e similares.
Supermercados	100	Mercados, supermercados, hipermercados, inclusive atacadistas, mercearias, e similares.
Atacado, armazéns e galpões	50	Vendas em atacado e armazéns, galpões em geral, que não envolvam venda de alimentos perecíveis, e similares.
Educacionais	65	Escolas, creches, universidades, escolas de idiomas e similares.
Escritório	85	Escritório em geral, atividades intelectuais, administrativas, científicas, financeiras e similares.
Saúde	80	Hospitais, clínicas, postos de saúde, centros de atendimento social e similares.
Serviços de comida	95	Restaurantes, lanchonetes, bares e similares.
Varejo de comida	130	Padarias, confeitarias, casas de chá, cafeterias e similares.
Varejo em geral	60	Varejo em geral.
Reunião de público	75	Teatros, academias, ginásios, museus, galerias e similares.
Serviços	85	Salão de cabeleireiros, lavanderias, serviços automotivos e similares.
Outros	115	Cinema, Estação de rádio, estúdios e similares e outros que não se encaixam nos demais usos específicos.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto e especificações do sistema fotovoltaico, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional. Memorial de cálculo da projeção de geração de energia considerando perdas, especificação do inversor e painéis fotovoltaicos, além do cálculo da estimativa de consumo anual da edificação. Comprovação de atendimento a, no mínimo, 50% da estimativa de consumo anual. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema especificado pela documentação, além de fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos painéis fotovoltaicos e do inversor. As declarações também devem comprovar que os painéis fotovoltaicos e os inversores de frequência possuem classificação A de eficiência energética.

Informações complementares: Os valores apresentados na Tabela 20 foram obtidos com base em um estudo realizado utilizando dados do Projeto META, no âmbito do TDR nº 16 - Pesquisa do Consumo de Energia no Setor de Serviços, realizada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), cujo dados estão disponíveis em: <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretaria-executiva/projeto-meta> . Nesta pesquisa, foram levantadas informações de uma amostra significativa de edificações comerciais de diversas naturezas no Brasil. Os valores apresentados na Tabela 20 foram obtido por meio do consumo por metro quadrado mediano na região nordeste do Brasil, arredondados para cima para o primeiro múltiplo de cinco.

Exemplo: Para uma edificação de escritórios de 200 m², há uma estimativa de consumo de 85 kWh/m².ano vezes 200 m², resultando em 17.000 kWh/ano. Portanto, o sistema gerador de energia deve ser apto a gerar, pelo menos, 8.500 kWh/ano (50% de 17.000 kWh) para atender ao requisito.

Cabe salientar que em edificações que contemplam múltiplos usos, deve-se ponderar de acordo com a área de cada uso para se obter a estimativa de consumo da edificação. Por exemplo, caso uma edificação de 200 m² tenha 100 m² para uso de escritório e 100 m² para uso educacional, deve-se ponderar o cálculo para atender a ambos os usos, resultando em 8.500 kWh/ano para o uso de escritório e 6.500 kWh/ano para o uso educacional, totalizando 15.000 kWh/ano de estimativa de consumo. Para atender o requisito, esta edificação deve possuir sistema de geração que proporcione no mínimo 7.500 kWh/ano.

REQUISITO 44: Instalação de Sistema Fotovoltaico (FV), com geração de energia elétrica a partir da radiação solar, considerando módulos e inversores com classificação A de eficiência energética pelo INMETRO. O sistema instalado deve possuir capacidade de geração anual de energia elétrica mínima para suprir 50% do consumo anual da edificação. A estimativa do consumo anual da edificação deve ser feita pelo produto da área total da edificação e da Intensidade de Uso Energético Típico da edificação, obtido de acordo com o seu uso, conforme orientação no manual.

COMO AVALIAR: Analisar os projetos e memoriais da edificação e verificar a instalação de painéis solares fotovoltaicos e inversor de frequência na edificação. Caso exista, examinar se a demanda energética atendida pelo sistema fotovoltaico é suficiente para suprir a demanda de 100% da estimativa do consumo anual da edificação.

A estimativa do consumo anual da edificação deve ser feita por meio da Equação:

$$C_{\text{anual}} = A_{\text{total}} \times EUI_{\text{uso}}$$

Em que:

C_{anual} é o consumo anual da edificação, em kWh/ano;

A_{total} é a área construída total da edificação, em m²;

EUI_{uso} é a Intensidade de uso energético típico, em kWh/m².ano.

Os valores de referência de intensidade de uso energético típico podem ser obtidos por meio da Tabela 20, apresentada no requisito 44.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Projeto e especificações do sistema fotovoltaico, com Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do profissional. Memorial de cálculo da projeção de geração de energia considerando perdas, especificação do inversor e painéis fotovoltaicos, além do cálculo da estimativa de consumo anual da edificação. Comprovação de atendimento a, no mínimo, 100% da estimativa de consumo anual. Declaração do construtor comprovando a instalação do sistema especificado pela documentação, além de fotografias da instalação e comprovante de aquisição dos painéis fotovoltaicos e do inversor. As declarações também devem comprovar que os painéis fotovoltaicos e os inversores de frequência possuem classificação A de eficiência energética.

Informações complementares: Os valores apresentados na Tabela 20 foram obtidos com base em um estudo realizado utilizando dados do Projeto META, no âmbito do TDR nº 16 - Pesquisa do Consumo de Energia no Setor de Serviços, realizada pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), cujo dados estão disponíveis em: <http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretaria-executiva/projeto-meta>. Nesta pesquisa, foram levantadas informações de uma amostra significativa de edificações comerciais de diversas naturezas no Brasil. Os valores apresentados na Tabela 20 foram obtido por meio do consumo por metro quadrado mediano na região nordeste do Brasil, arredondados para cima para o primeiro múltiplo de cinco.

Exemplo: Para uma edificação de escritórios de 200 m², há uma estimativa de consumo de 85 kWh/m².ano vezes 200 m², resultando em 17.000 kWh/ano. Portanto, o sistema gerador de energia deve ser apto a gerar, pelo menos, 17.000 kWh para atender ao requisito.

Cabe salientar que em edificações que contemplam múltiplos usos, deve-se ponderar de acordo com a área de cada uso para se obter a estimativa de consumo da edificação. Por exemplo, caso uma edificação de 200 m² tenha 100 m² para uso de escritório e 100 m² para uso educacional, deve-se ponderar o cálculo para atender a ambos os usos, resultando em 8.500 kWh/ano para o uso de escritório e 6.500 kWh/ano para o uso educacional, totalizando 15.000 kWh/ano de estimativa de consumo. Para atender o requisito, esta edificação deve possuir sistema de geração que proporcione no mínimo 15.000 kWh/ano.

REQUISITO 46: Utilização de elevadores com programação de tráfego.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos elevadores da edificação. Avaliar se os detalhes ou memoriais apresentam características da programação de tráfego proposta.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação, catálogo ou declaração do fabricante atestando a existência de programação de tráfego nos elevadores adotados. Declaração do construtor comprovando a instalação do elevador com programação de tráfego, bem como ART do profissional responsável pelo elevador e fotografias da instalação. Comprovante de aquisição do elevador.

REQUISITO 47: Utilização de elevadores com classe A de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos elevadores da edificação, avaliando seus consumos diários e a classe de eficiência energética declarada, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Caso apenas um elevador seja previsto na edificação, sua classe de eficiência energética determina a obtenção dos pontos deste requisito. São elegíveis à pontuação os elevadores classe A de eficiência energética. Caso mais de um elevador seja previsto na edificação, é necessário calcular o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$), de acordo com a equação 36, e considerando os coeficientes relativos à eficiência de cada elevador que são apresentados nas colunas 1 e 2 da Tabela 21. Para a determinação deste coeficiente, é necessário estimar o consumo do conjunto de elevadores da edificação real ($C_{ELEV,real}$), de acordo com a equação 37. Ressalta-se que o consumo diário de cada elevador (Ed) deve ser fornecido nos documentos de especificação do sistema. Por fim, o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) calculado deve ser comparado aos valores apresentados nas colunas 3 e 4 da Tabela 21 para determinar a classe de eficiência energética do conjunto de elevadores.

Tabela 21 – Coeficientes para a avaliação da eficiência dos elevadores.

Classe	Coeficiente relativo à eficiência de cada elevador ($C_{ef_{ELEV}}$) – até 20 UHs	Coeficiente relativo à eficiência de cada elevador ($C_{ef_{ELEV}}$) – acima de 20 UHs	Coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) – até 20 UHs	Coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) – acima de 20 UHs
A	1,00	1,00	$Coef_{Elev} = 1,00$	$Coef_{Elev} = 1,00$
B	1,50	1,67	$1,00 < Coef_{Elev} \leq 1,50$	$1,00 < Coef_{Elev} \leq 1,67$
C	3,00	2,50	$1,50 < Coef_{Elev} \leq 3,00$	$1,67 < Coef_{Elev} \leq 2,50$
D	6,00	4,17	$3,00 < Coef_{Elev} \leq 6,00$	$2,50 < Coef_{Elev} \leq 4,17$
E	12,00	6,25	$Coef_{Elev} > 6,00$	$Coef_{Elev} > 4,17$

$$Coef_{ELEV} = \frac{\sum(C_{ELEV} \times C_{ef_{ELEV}})}{\sum C_{ELEV}} \quad \text{Equação 36}$$

Onde:

$Coef_{ELEV}$ é o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores;

C_{ELEV} é o consumo anual de cada elevador (kWh/ano);

$C_{ef_{ELEV}}$ é o coeficiente relativo à eficiência energética de cada elevador.

$$C_{ELEV,real} = \sum_1^n Ed \times 365 / 1000$$

Equação 37

Onde:

$C_{ELEV,real}$ é o consumo do conjunto de elevadores da edificação real (kWh/ano);

Ed é o consumo diário de cada elevador, conforme as ISO 25745-1 e ISO 25745-2;

n é o número de elevadores da edificação.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação, catálogo ou declaração do fabricante atestando as características do elevador utilizado na edificação. Apresentação de dados sobre o consumo diário dos elevadores e classe de eficiência energética, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Declaração do construtor comprovando a instalação do elevador com classe de eficiência A, bem como ART do profissional responsável pelo elevador e fotografias da instalação. Comprovante de aquisição do elevador.

Informações complementares: Neste tópico, é apresentado o procedimento para a avaliação de um conjunto composto por dois elevadores em uma edificação com até 20 UHs, conforme apresentado na Tabela 22. Os consumos anuais (kWh/ano) apresentados na última linha, foram calculados de acordo com a equação 37.

Tabela 22 – Exemplo de conjunto de elevadores para classificação.

Elevador	Social	Serviço
Operação	365 dias	365 dias
Consumo diário (kWh/dia)	4,52	6,42
Classificação de EE	A	B
Consumo anual (kWh/ano)	1.649,8	2.343,3

Neste caso, aplicando-se a equação 36 para determinar o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores, tem-se:

$$Coef_{ELEV} = \frac{(1.649,8 \times 1) + (2.343,3 \times 1,50)}{1.649,8 + 2.343,3}$$

$$Coef_{ELEV} = 1,29$$

De acordo com a Tabela 22, esse conjunto de elevadores não seria elegível à pontuação deste requisito, pois atinge a **Classificação B**.

REQUISITO 48: Utilização de elevadores com classe B de eficiência energética, calculada com base no consumo diário dos elevadores de acordo com as normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2.

COMO AVALIAR: Verificar a especificação dos elevadores da edificação, avaliando seus consumos diários e a classe de eficiência energética declarada, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Caso apenas um elevador seja previsto na edificação, sua classe de eficiência energética determina a obtenção dos pontos deste requisito. São elegíveis à pontuação os elevadores classe B de eficiência energética. Caso mais de um elevador seja previsto na edificação, é necessário calcular o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$), de acordo com a equação 17, e considerando os coeficientes relativos à eficiência de cada elevador que são apresentados nas colunas 1 e 2 da Tabela 9. Para a determinação deste coeficiente, é necessário estimar o consumo do conjunto de elevadores da edificação real ($C_{ELEV,real}$), de acordo com a equação 18. Ressalta-se que o consumo diário de cada elevador (Ed) deve ser fornecido nos documentos de especificação do sistema. Por fim, o coeficiente de ponderação para a determinação da classificação do conjunto de elevadores ($Coef_{ELEV}$) calculado deve ser comparado aos valores apresentados nas colunas 3 e 4 da Tabela 9 para determinar a classe de eficiência energética do conjunto de elevadores.

DOCUMENTAÇÃO NECESSÁRIA: Especificação, catálogo ou declaração do fabricante atestando as características do elevador utilizado na edificação. Apresentação de dados sobre o consumo diário dos elevadores e classe de eficiência energética, calculados conforme as metodologias descritas nas normas ISO 25745-1 e ISO 25745-2. Declaração do construtor comprovando a instalação do elevador com classe de eficiência B, bem como ART do profissional responsável pelo elevador e fotografias da instalação. Comprovante de aquisição do elevador.

Informações complementares: A avaliação deste requisito pode ser baseada no exemplo apresentado no requisito 47. Destaca-se que as pontuações em ambos os requisitos não são cumulativas.

5 Considerações finais

Ao longo deste documento, foram apresentadas estratégias aplicáveis às edificações de Salvador para tornar seu uso de energia mais eficiente e favorecer a adoção de fontes alternativas de energia. As definições apresentadas levaram em consideração as características específicas do município a fim de propor soluções adequadas ao clima local. As estratégias que foram apresentadas por meio de requisitos para facilitar a aplicação estão divididas em dois grupos de edificações: edificações residenciais e edificações comerciais, de serviços e públicas. Os pontos apresentados neste relatório estão em concordância com as normas e regulamentos que foram atualizados recentemente, como a NBR 15.575:2021 (ABNT, 2021), a INI-C (INMETRO, 2021a) e a INI-R (INMETRO, 2021b).

Referências

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING & AIR-CONDITIONING ENGINEERS – ASHRAE. Standard 90.1-2016 – Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-2:2022. Desempenho térmico de edificações. Parte 2 – Componentes e elementos construtivos das edificações — Resistência e transmitância térmica — Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). Rio de Janeiro. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1:2021. Edificações habitacionais — Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro. 2021.
- CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – CB3E, 2021. Manual de aplicação da INI-C. Versão 1. Com base na Portaria nº 42/2021. Florianópolis, 2021. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual%20INI-C_JUN_V01.pdf >
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO, 2013. Portaria nº 50, de 01 de fevereiro de 2013. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/rtac001961.pdf>>
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO, 2014. Manual para Aplicação do RTQ-R, com base na Portaria nº 18/2012. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/Manual_de_aplica%C3%A7%C3%A3o_do_%20RTQ-R-v01.pdf>
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO, 2021a. Portaria nº 42, de 24 de fevereiro de 2021, que aprova a Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002707.pdf>>
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO, 2021b. Consulta Pública nº 18, de 12 de julho de 2021, que apresenta uma proposta de alteração da Instrução Normativa Inmetro para a Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INI-C). Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002807.pdf>>
- MINISTÉRIO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR, 2021. Portaria nº 959, de 18 de maio de 2021, que dispõe sobre os requisitos para a implementação de empreendimentos habitacionais no âmbito da linha de atendimento Aquisição subsidiada de imóveis novos em áreas urbanas, integrante do Programa Casa Verde e Amarela. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-959-de-18-de-maio-de-2021-320687425>