

JULHO
2004

02:136.01.007

Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 5: Coberturas

ABNT/CB 02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil

CE 02.136.01 - Desempenho de Edificações

"Performance criteria for residential buildings of up to five stories". - Part 5:
Roofs

Descriptors: Performance, residential buildings, roofs

Palavra(s)-chave: Desempenho, edifícios habitacionais,
coberturas

48 páginas

Sumário

- 0 Prefácio
- 1 Introdução
- 2 Objetivo
- 3 Referências normativas
- 4 Definições
- 5 Exigências dos usuários
- 6 Requisitos, critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho
- 7 Desempenho estrutural
- 8 Segurança contra incêndio
- 9 Segurança no uso e operação
- 10 Estanqueidade
- 11 Desempenho térmico
- 12 Desempenho acústico
- 13 Funcionalidade e acessibilidade
- 14 Durabilidade e manutenibilidade
- 15 Adequação ambiental

ANEXO

A (Normativo) Determinação da estanqueidade à água de coberturas - Método de ensaio

0 PREFÁCIO

A ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – é o Fórum Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB) e dos Organismos de Normalização Setorial (ONS), são elaboradas por Comissões de Estudo (ABNT/CE), formadas por representantes dos setores envolvidos, delas fazendo parte: produtores, consumidores e neutros (universidades, laboratórios e outros).

Os Projetos de Norma Brasileira, elaborados no âmbito dos ABNT/CB e ONS circulam para Consulta Pública entre os associados da ABNT e demais interessados.

ÍNDICE / RELAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

	Página
1. Introdução	3
2. Objetivo	4
3. Referências normativas	4
4. Definições	7
5. Exigências dos usuários	14
6. Requisitos, critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho	14
7. DESEMPENHO ESTRUTURAL	
7.1.1. Critério – Comportamento estático	14
7.2.1. Critério – Cargas concentradas em elementos estruturais	15
7.2.2. Critério – Cargas concentradas em coberturas acessíveis aos usuários	15
7.3.1. Critério – Impactos de corpo mole em coberturas acessíveis aos usuários	16
7.3.2. Critério – Impactos de corpo duro em coberturas acessíveis aos usuários	16
7.4.1. Critério – Peças fixadas em forros	16
7.5.1. Critério – Resistência ao impacto de telhas	16
8. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	
8.1.1. Critério – Propagação de chamas de materiais aparentes nos tetos	17
8.2.1. Critério – Resistência ao fogo da estrutura	18
8.2.2. Critério – Propagação de incêndio através de áticos	18
8.2.3. Critério – Propagação de chamas de materiais aparentes na face externa da cobertura	18
8.3.1. Critério – Densidade ótica da fumaça	18
9. SEGURANÇA NO USO E OPERAÇÃO	
9.1.1. Critério – Risco de deslizamento de telhas e outros componentes	19
9.1.2. Critério – Risco de arrancamento de telhas e outros componentes pela ação do vento	19
9.2.1. Critério – Guarda-corpos em coberturas acessíveis aos usuários	20
9.2.2. Critério – Platabandas com capacidade de sustentação de balancins	20
9.2.3. Critério – Condições dos pisos de coberturas acessíveis aos usuários	21
9.2.4. Critério – Segurança no trabalho em coberturas inclinadas	21
9.2.5. Critério – Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre a cobertura	21
9.2.6. Critério – Aterramento de coberturas metálicas	22
10. ESTANQUEIDADE	
10.1.1. Critério – Impermeabilidade de telhas e peças complementares	22
10.1.2. Critério – Estanqueidade da região central dos panos dos telhados	23
10.1.3. Critério – Estanqueidade dos telhados nos encontros entre panos e nos arremates	25
10.1.4. Critério – Vedação ao redor de acessórios de fixação	27
10.1.5. Critério – Estanqueidade de aberturas de ventilação	28
10.1.6. Critério – Estanqueidade nos encontros com tubos e construções emergentes	28
10.1.7. Critério – Estanqueidade e comportamento físico de subcoberturas	28
10.1.8. Critério – Exigências gerais para lajes de cobertura e vigas-calha	30
10.1.9. Critério – Estanqueidade de lajes de cobertura e vigas-calha sem impermeabilização externa	31
10.1.10. Critério – Estanqueidade de mantas que contam com normas prescritivas específicas	31
10.1.11. Critério – Impermeabilidade de mantas que não contam com normas prescritivas específicas	32
10.1.12. Critério – Aplicação de mantas que não contam com normas prescritivas específicas	33
10.1.13. Critério – Propriedades físicas de mantas que não contam com normas prescritivas específicas	33

10.1.14. Critério – Captação e escoamento de águas pluviais	34
11. DESEMPENHO TÉRMICO	41
11.1.1. Critério - Transmitância térmica	36
11.1.2. Critério – Absortância térmica	37
12. DESEMPENHO ACÚSTICO	
12.1.1. Critério - Diferença padronizada de nível ponderada (fachada e cobertura – ensaio de campo)	38
12.1.2. Critério - Índice de redução sonora ponderado da cobertura (ensaio de laboratório)	38
12.2.1. Critério - Isolação de ruídos de impactos em coberturas acessíveis de uso coletivo	39
13. FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE	
13.1.1. Critério – Lançamento e destinação das águas pluviais	39
13.2.1. Critério - Instalação e operação de dispositivos na cobertura	40
13.2.2. Critério – Instalação de reservatórios de água em áticos	40
13.2.3. Critério – Possibilidade de ampliação das coberturas	40
13.3.1. Critério – Acessibilidade e segurança nas manutenções	40
14. DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE	
14.1.1. Critério - Proteção contra corrosão de armaduras de lajes e vigas-calha	41
14.1.2. Critério - Durabilidade de mantas e membranas que contam com normas prescritivas	41
14.1.3. Critério – Durabilidade de mantas e membranas sem normalização prescritiva	41
14.1.4. Critério – Durabilidade de telhas em concreto, argamassa, cerâmica, fibrocimento ou rochas	42
14.1.5. Critério – Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas	43
14.1.6. Critério - Estabilidade ao calor e à umidade de subcoberturas	43
14.2.1. Critério – Projeto visando facilitar as operações de manutenção	44
14.2.2. Critério – Manual de operação, uso e manutenção das coberturas	44
15. ADEQUAÇÃO AMBIENTAL	45

1 INTRODUÇÃO

As coberturas exercem funções muito importantes nas edificações, desde a contribuição para preservação da saúde dos usuários até a própria proteção do corpo da construção, interferindo diretamente na durabilidade dos demais elementos que a compõem. Impedindo a infiltração de umidade para os ambientes e para os materiais, previne-se a proliferação de microorganismos patogênicos e de diversificados processos de degradação dos materiais de construção, incluindo apodrecimento, corrosão, fissuras de origem higrotérmica e outros. Por este motivo, a cobertura deve ser executada o mais rápido possível após a conclusão da estrutura principal da edificação, procurando-se evitar os grandes intervalos verificados com relativa frequência nas obras correntes (onde sombreamentos, impermeabilizações, barreiras térmicas e outros recursos previstos nos projetos às vezes são instalados quando já ocorreram fissuras, destacamentos e outras patologias em componentes da cobertura e/ou em paredes do último pavimento).

Sendo o elemento da construção mais exposto à radiação direta do sol, a cobertura exerce predominante influência na carga térmica transmitida aos ambientes (casas térreas e último pavimento de sobrados ou prédios), influenciando diretamente no conforto térmico dos usuários e no consumo de energia para acionamento de equipamentos de ventilação forçada e/ou condicionamento artificial do ar.

As coberturas devem integrar-se perfeitamente ao corpo das construções, interagindo harmoniosamente com instalações, sistemas de pára-raios, camadas de isolamento térmica e outras, desde que previstas no projeto; a declividade dos panos de um telhado com ático, por exemplo, deve possibilitar o posicionamento de reservatórios de água de forma a assegurar a pressão mínima exigida para o funcionamento de chuveiros e outros aparelhos.

Todas as funções acima, e todas as ações atuantes, particularmente vento, pluviosidade e insolação, devem ser convenientemente consideradas nos projetos das coberturas, apresentando-se as especificações e detalhes construtivos necessários de acordo com a norma NBR 13532 e com outras normas específicas. Pelo fato dos trabalhos de execução ou manutenção das coberturas envolverem sempre serviços em altura, às vezes com a utilização de chama (caldeiras, maçaricos etc), os projetos devem ainda contemplar aspectos de segurança, prevendo os cuidados necessários para que não ocorram quedas de materiais ou de pessoas (utilização de passadiços, guarda-corpos, moitões para fixação de cinto trava-quedas), inflamação generalizada (presença de extintores nos trabalhos de soldagem ou impermeabilização a quente) e acidentes do trabalho em geral.

A presente Norma compõe um conjunto normativo mais amplo que é formado pelas normas relativas às seguintes partes:

Parte 1 – Requisitos gerais;

Parte 2 – Estrutura;

Parte 3 – Pisos internos;

Parte 4 – Fachadas e paredes internas;

Parte 5 – Coberturas;

Parte 6 – Sistemas hidro-sanitários.

Todas as disposições contidas nesta norma, aplicável a habitações de até cinco pavimentos, referem-se a elementos, componentes ou sistemas montados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção que atendam todas as instruções específicas do respectivo fornecedor, devidamente registradas em “Manual de Operação, Uso e Manutenção” ou em documentos similares.

A presente norma deve ser utilizada, no que couber, em conjunto com o Projeto 02:136.01.001 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais”, com o Projeto 02:136.01.002 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura” e com as normas prescritivas relacionadas no item 3.

2 OBJETIVO

O objetivo desta norma é definir os requisitos e critérios de desempenho aplicáveis às coberturas de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, a seus elementos e componentes.

Excetuados critérios que dependam diretamente da altura do edifício (segurança estrutural – estado limite último; segurança contra incêndio – rotas de fuga, equipamentos de extinção etc), os demais critérios estabelecidos no presente documento podem ser aplicados para edifícios habitacionais com mais de cinco pavimentos.

3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

As normas relacionadas a seguir contêm disposições que, ao serem citadas neste texto, constituem prescrições para esta Norma. A edição indicada estava em vigor no momento desta publicação. Como toda norma está sujeita à revisão, recomenda-se àqueles que realizam acordos com base nesta que verifiquem a conveniência de se usar a edição mais recente da norma citada a seguir. A ABNT possui a informação das normas em vigor em um dado momento.

NBR 5419/01	Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas
NBR 5626/98	Instalação predial de água fria - Procedimento
NBR 5628/01	Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo
NBR 5639/77	Emprego de chapas estruturais de fibrocimento
NBR 5640/95	Telha estrutural de fibrocimento
NBR 5641/77	Chapas estruturais de cimento-amianto – Determinação da resistência à flexão
NBR 5643/83	Telha de fibrocimento – Verificação de resistência a cargas uniformemente distribuídas
NBR 5674/99	Manutenção de edificações - Procedimento
NBR 5871/87	Arruela lisa de uso em parafuso sextavado estrutural – Dimensões e material
NBR 6118/03	Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
NBR 6120/80	Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento
NBR 6123/90	Forças devidas ao vento em edificações - Procedimento
NBR 6462/87	Telha cerâmica tipo francesa. Determinação da carga de ruptura à flexão
NBR 6468/93	Telha de fibrocimento – Determinação da resistência à flexão
NBR 6565/82	Elastômero vulcanizado – Determinação do envelhecimento acelerado em estufa
NBR 7172/87	Telha cerâmica tipo francesa
NBR 7190/97	Projeto de estruturas de madeira – Procedimento
NBR 7213/84	Agregados leves para concreto isolante térmico
NBR 7397/90	Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente – Determinação da massa do revestimento por unidade de área
NBR 7462/92	Elastômero vulcanizado – Determinação da resistência à tração

NBR 7581/93	Telha ondulada de fibrocimento
NBR 8039/83	Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa
NBR 8055/85	Parafusos, ganchos e pinos usados para fixação de telhas de fibrocimento – Dimensões e tipos
NBR 8360/84	Elastômero vulcanizado – Envelhecimento acelerado em câmara de ozônio – Ensaio estático
NBR 8430/04	Materiais Têxteis – Emprego da escala cinza para avaliação de alteração da cor em materiais têxteis
NBR 8521/84	Emulsões asfálticas com fibras de amianto para impermeabilização
NBR 8681/03	Ações e segurança nas estruturas - Procedimento
NBR 8800/86	Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios: método dos estados limites – Procedimento
NBR 8855/91	Propriedades mecânicas de elementos de fixação – Parafusos e prisioneiros
NBR 9066/85	Peças complementares para telhas onduladas de fibrocimento – Funções, tipos e dimensões
NBR 9227/86	Véu de fibras de vidro para impermeabilização
NBR 9228/86	Feltros asfálticos para impermeabilização
NBR 9229/86	Mantas de butil para impermeabilização
NBR 9230/86	Vermiculita expandida
NBR 9442/86	Determinação do índice de propagação superficial de chamas pelo método do painel radiante
NBR 9574/86	Execução de impermeabilização – Procedimento
NBR 9575/03	Impermeabilização – Seleção e projeto
NBR 9601/86	Telha cerâmica de capa e canal
NBR 9602/86	Telha cerâmica de capa e canal – Determinação da carga de ruptura à flexão
NBR 9685/86	Emulsões asfálticas sem carga para impermeabilização
NBR 9686/86	Solução asfáltica empregada como material de imprimação na impermeabilização
NBR 9687/86	Emulsões asfálticas com carga para impermeabilização
NBR 9688/86	Isolantes térmicos de lã cerâmica – Mantas
NBR 9690/86	Mantas de polímeros para impermeabilização (PVC)
NBR 9909/87	Isolantes térmicos de lã cerâmica - Painéis
NBR 9910/02	Asfaltos modificados para impermeabilização sem adição de polímeros – Características de desempenho
NBR 9952/98	Manta asfáltica com armadura para impermeabilização – Requisitos e métodos de ensaio
NBR 9956/87	Mantas asfálticas – Estanqueidade à água
NBR 9062/01	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento
NBR 10062/87	Porcas com valores de cargas específicas – Características mecânicas dos elementos de fixação
NBR 10151/00	Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento
NBR 10152/04	Níveis de ruído para conforto acústico
NBR 10404/88	Isolantes térmicos de lã cerâmica - Flocos
NBR 10412/88	Isolantes térmicos de lã de vidro – Feltros de lamelas
NBR 10636/89	Paredes divisórias sem função estrutural. Determinação da resistência ao fogo
NBR 10787/94	Concreto endurecido – Determinação da penetração de água sob pressão
NBR 10844/89	Instalação de águas pluviais
NBR 11358/94	Painéis termoisolantes à base de lã de vidro
NBR 11360/89	Isolantes térmicos de lã de vidro - Flocos
NBR 11361/94	Mantas termoisolantes à base de lã de vidro
NBR 11362/95	Feltros termoisolantes à base de lã de vidro

- NBR 11364/94 Painéis termoisolantes à base de lã de rocha
- NBR 11626/89 Isolantes térmicos de lã de rocha - Flocos
- NBR 11675/90 Divisórias leves internas moduladas – Verificação da resistência a impactos
- NBR 11722/94 Feltros termoisolantes à base de lã de rocha
- NBR 11752/93 Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil
- NBR 11797/92 Mantas de etileno-propileno-dieno monômero (EPDM) para impermeabilização
- NBR 12800/93 Telhas de fibrocimento, tipo pequenas ondas
- NBR 12825/93 Telha de fibrocimento tipo canal
- NBR 13047/01 Isolante térmico de lã de rocha – Mantas flexíveis com suporte de tela metálica
- NBR 13121/94 Asfalto elastomérico para impermeabilização
- NBR 13321/95 Membrana acrílica com armadura para impermeabilização
- NBR 13528/95 Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração
- NBR 13532/95 Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura – Procedimento
- NBR 13582/02 Telha cerâmica tipo romana
- NBR 13724/96 Membrana asfáltica para impermeabilização, moldada no local, com estruturantes
- NBR 13858-1/97 Telhas de concreto – Parte 1: Projeto e execução de telhados
- NBR 13858-2/97 Telhas de concreto – Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio
- NBR 14037/98 Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação
- NBR 14115/98 Poliéster reforçado com fibras de vidro – Chapas planas ou onduladas – Requisitos
- NBR 14116/98 Poliéster reforçado com fibras de vidro – Domos para cobertura ou iluminação zenital – Requisitos
- NBR 14331/03 Alumínio e suas ligas – Telhas (chapas corrugadas) – Requisitos
- NBR 14513/02 Telhas de aço revestido de seção ondulada - Requisitos
- NBR 14514/02 Telhas de aço revestido de seção trapezoidal – Requisitos
- NBR 14762/01 Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio - Procedimento
- NBR 14931/03 Execução de estruturas de concreto – Procedimento
- Projeto 02:136.01.001:2004 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais
- Projeto 02:136.01.002:2004 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura
- Projeto 02:136.01.003:2004 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 3: Piso interno
- Projeto 02:136.01.004:2004 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Fachadas e paredes internas
- Projeto 02:136.01.006:2004 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 6: Sistemas hidrosanitários
- Projeto 02:135.07-001:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades.
- Projeto 02:135.07-002:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações.
- Projeto 02:135.07-003:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social.
- Projeto 02:135.07-004:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida.
- Projeto 02:135.07-005:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade pelo método fluximétrico.
- Projetos de normas sobre tintas / pinturas em desenvolvimento na Comissão de Estudos ABNT CE 02:115.29
- ASTM E 96/00e1 Standard test method for water vapour transmission of materials (Desiccant Method)

- ASTM G 154/00ae1 Standard practice for operating fluorescent light apparatus for U.V. exposure of non-metallic materials
- ASTM G 155/00ae1 Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials
- ASTM D 225/03 Standard specification for asphalt shingles (organic felt) surfaced with mineral granules
- ASTM E 662/03 Standard test method for specific optic density of smoke generated by solid materials
- ASTM C 1371/98 Standard test method for determination of emittance of materials near room temperature using portable emissometers
- ASTM C 1338/00 Standard test method for determining fungi resistance of insulation materials and facings
- ASTM D 1413/99 Standard test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures
- ASTM F 1667/03 Standard specification for driven fasteners: nails, spikes and staples
- ASTM D 2939/03 Standard test methods for emulsified bitumens used as protective coatings
- ASTM D3462/03a Standard specification for asphalt shingles made from glass felt and surfaced with mineral granules
- ASTM D 5665/99a Standard specification for thermoplastic fabrics used in cold-applied roofing and waterproofing
- ASTM D 5726/98 Standard specification for thermoplastic fabrics used in hot-applied roofing and waterproofing
- ANSI/ASHRAE 74/88 Method of measuring solar-optical properties of materials
- ISO 140-3/95 Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation between rooms
- ISO 140-5/98 Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of facade elements and facades
- ISO 140-7/98 Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors
- ISO 717-1/96 Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 1: Airborne sound insulation
- ISO 717-2/96 Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 2: Impact sound insulation
- ISO 1182 Fire Test- Building Materials- Non-Combustibility Test
- ISO/DIS 10052/01 Acoustics -- Field measurements of airborne and impact sound insulation and of equipment sound -- Survey method
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Publicação “Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social”. São Paulo, IPT, 1998
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Fichas de características das madeiras brasileiras. São Paulo, IPT, 1989 (Publicação IPT N° 1791)
- Instruções técnicas do Corpo de Bombeiros local e/ou Decreto/Lei relativo à segurança contra incêndio, em vigor no Estado da Federação onde se localizar a obra, produto ou projeto em avaliação.

4 DEFINIÇÕES

Para os efeitos da presente norma aplicam-se as definições apresentadas nos Projetos 02:136.01.001 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais” e 02:136.01.002 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura”, além das definições a seguir indicadas. Relativamente aos sistemas de impermeabilização são válidas as definições apresentadas na norma NBR 9575. Para os efeitos do item 11, que trata de conforto térmico, aplicam-se as definições, símbolos e unidades dos projetos 02:135.07-001, 02:135.07-002, 02:135.07-003, 02:135.07-004 e 02:135.07-005.

4.1. Cobertura

Elemento disposto no topo da construção, com as funções de promover estanqueidade à água, durabilidade dos demais elementos da construção, conforto termo-acústico e outras. A cobertura pode ser integrada por vigas-calha préfabricadas, lajes, camadas de isolamento térmica, barreiras de vapor e outros componentes. Pode ainda ser integrada pelo conjunto constituído por estrutura (treliçada ou reticulada), telhado, forro, camadas de isolamento térmica e outros.

4.2. Telhado

Conjunto estanque constituído por telhas, peças complementares e acessórios, normalmente apoiado sobre estrutura treliçada e/ou reticulada.

4.3. Telhado de alpendre ou simplesmente Alpendre

Telhado de uma água.

4.4. Telhado de duas águas

Telhado formado por dois planos inclinados que concorrem na linha de cumeeira.

4.5. Telhado de quatro águas

Telhado constituído por quatro planos inclinados, todos com forma de triângulo isósceles (formando uma pirâmide), ou dois trapézios com bases menores concorrentes (formando a linha de cumeeira) e dois triângulos opostos cujos lados concorrem com os lados inclinados dos trapézios (formando espigões).

4.6. Telhado em arco

Telhado com águas côncavas, geralmente com forma de parábola.

4.7. Telhado escamado

Telhado constituído por placas planas, com configuração de escamas de peixe.

4.8. Telha tipo escama

Placas planas que se sobrepõe, fixadas com grampos ou com furos na posição da fixação através de pregos, constituídas por rocha, cerâmica, fibrocimento, madeira, asfalto reforçado com fibras ou outro material, com dimensões limitadas (normalmente até 40 ou 50cm). São aplicadas sobre sarrafos (conforme Figura 1) ou base em madeira compensada, normalmente intercalando-se entre a base e as telhas subcobertura ou manta de impermeabilização. Também conhecida como telha tipo ardósia (em inglês: "Shingles").

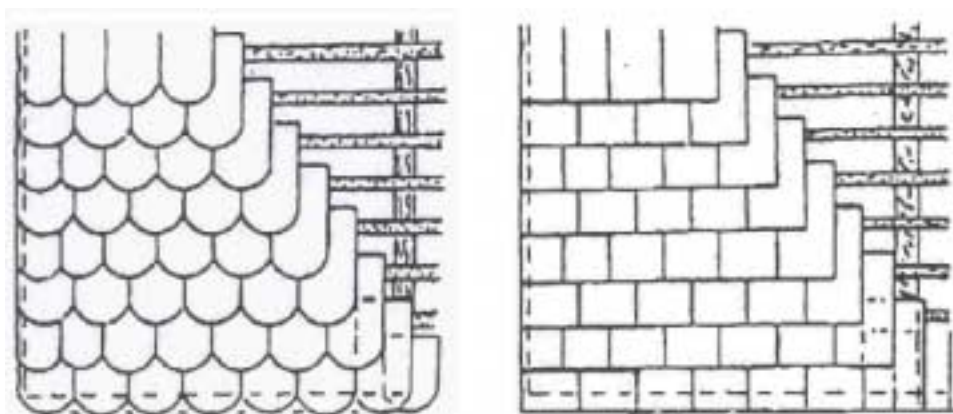


Figura 1: Telhado escamado ou telhado tipo ardósia

4.9. Telha cumeeira

Vide cumeeira.

4.10. Telha de ventilação

Telha que dispõe de abertura especialmente projetada, permitindo a ventilação do ático mas impedindo a infiltração de água.

4.11. Telha térmica

Telha tipo sanduíche, constituída por duas capas metálicas e um miolo em material isolante térmico.

4.12. Água

Cada um dos planos inclinados que constituem um telhado. Também designada por pano ou vertente.

4.13. Água-furtada

Aresta inclinada delimitada pelo encontro entre duas águas que formam um ângulo reentrante, isto é, a água-furtada é um captador de águas. Também designada por rincão.

4.14. Água-mestra

Água principal (maior área), geralmente trapezoidal, num telhado de três ou quatro águas.

4.15. Alçapão

Abertura guarnecida por tampa ou porta, introduzida em forro, laje de forro ou parede, com a finalidade de dar acesso ao ático ou ao próprio plano superior da cobertura.

4.16. Ático

Espaço compreendido entre o telhado e o forro (ou laje de forro inclinada). Também chamado espaço ático.

4.17. Beiral

Projeção da cobertura para fora do alinhamento de uma parede de fachada.

4.18. Caimento

Declividade da água, expressa em graus ou em porcentagem.

4.19. Clarabóia

Componente transparente ou translúcido instalado numa cobertura, com a finalidade de transmitir iluminação natural para o ático ou para o interior da edificação.

4.20. Cobre-muro

Componente aplicado sobre um muro ou uma platibanda, visando protegê-la contra a ação da umidade.

4.21. Contracaibro

Sarrafo pregado sobre um caibro, mantendo e fixando entre eles uma subcobertura.

4.22. Cumeeira

Aresta geralmente horizontal delimitada pelo encontro entre duas águas contíguas, localizada na parte mais alta do telhado. Peça de arremate instalada na linha de cumeeira, ou ainda sobre uma linha de espigão, também conhecida como telha cumeeira.

4.23. Cumeeira de três vias

Telha cumeeira destinada a concordar / dar acabamento no encontro de uma linha de cumeeira com as duas linhas de espigão concorrentes.

4.24. Cumeeira de quatro vias

Telha cumeeira destinada a concordar / dar acabamento no encontro de quatro linhas de espigão concorrentes (situação que as quatro águas do telhado formam uma pirâmide, sem linha de cumeeira).

4.25. Desvão

O mesmo que ático.

4.26. Domus

O mesmo que clarabóia.

4.27. Emboçamento

Assentamento com emboço de uma telha cumeeira ou qualquer outra peça complementar nas linhas de oitão e espigão.

4.28. Empena

Superfície triangular da parede de fachada que limita lateralmente uma cobertura de uma ou duas águas. Também a aresta inclinada que delimita a água numa parede de empena.

4.29. Espigão

Aresta inclinada delimitada pelo encontro entre duas águas que formam um ângulo saliente, isto é, o espigão é um divisor de águas.

4.30. Espigão inicial

Peça côncava com uma das extremidades fechadas, destinada a arrematar uma linha de espigão na posição do beiral do telhado.

4.31. Entreforro

Espaço compreendido entre o forro e uma laje ou pano de telhado que lhe é paralelo. Por extensão, o próprio forro.

4.32. Fiada

Sequência de telhas na direção da sua largura.

4.33. Forro

Elemento contínuo fixado sob a trama ou sob a estrutura principal da cobertura, horizontalmente ou acompanhando a declividade da respectiva água.

4.34. Impermeabilização

Conjunto de materiais, técnicas e processos, constituindo um sistema contínuo destinado a garantir a estanqueidade à água de uma laje de cobertura ou outra parte da construção (fundações, boxe de chuveiro etc).

4.35. Impermeabilização rígida

Sistema com pequena capacidade de deformação (alongamento $\leq 1\%$ na ruptura por tração), normalmente constituído por argamassas e destinado a impermeabilizar fundações, reservatórios enterrados e outras obras abrigadas.

4.36. Impermeabilização flexível

Sistema com grande capacidade de deformação, alongamento desde 4 ou 5% (materiais plastoméricos) até 200 ou 300% (materiais elastoméricos) na ruptura por tração, normalmente utilizado na impermeabilização de lajes submetidas a intensos gradientes térmicos (caso típico das coberturas) ou bases que possam vir a fissurar dentro dos limites estabelecidos no item 7.2 da norma Desempenho de Edifícios Habitacionais até cinco pavimentos Parte1: Requisitos Gerais.

4.37. Impermeabilização aderida ou aderente

Sistema de materiais impermeabilizantes totalmente aderido ao substrato.

4.38. Impermeabilização não aderida (também chamada independente ou flutuante)

Sistema de materiais impermeabilizantes sobrepostos à base, sem manter aderência com a mesma em nenhum ponto.

4.39. Impermeabilização semi-independente

Sistema de materiais impermeabilizantes sobrepostos à base, mantendo aderência com a mesma em algumas posições (normalmente nas bordas da cobertura e nas emendas de mantas pré-fabricadas).

4.40 Laje plana

Laje de cobertura com declividade menor ou igual a 5%.

4.41. Lanternim

Trecho de telhado sobreposto e afastado dos panos principais, normalmente na linha de cumeeira, destinado a ventilar e/ou iluminar o ambiente coberto.

4.42. Manta

Produto impermeável, pré-fabricado, obtido por calandragem, extensão ou outros processos, constituído normalmente por materiais betuminosos ou elastômeros, com ou sem a presença de telas ou véus estruturantes.

4.43. Membrana

Produto impermeável constituído normalmente por materiais betuminosos ou elastômeros, com ou sem a presença de telas ou véus estruturantes, moldado no próprio local que se deseja impermeabilizar.

4.44. Oitão

Trecho triangular da parede de fachada que produz o fechamento do ático num telhado de uma ou duas águas. Também chamado de pórtico.

4.45. Pano

O mesmo que água.

4.46. Peça de ventilação

Elemento vazado, na forma de tela ou grelha, destinado a guarnecer vãos de lanternins e espaços sob telhas onduladas ou trapezoidais, permitindo a ventilação do ático ou do ambiente coberto.

4.47. Pingadeira

Sulco ou saliência sob uma peça em balanço (peitoril, cobre-muro etc), localizado nas proximidades da sua borda externa, visando descolar a lâmina de água que flui a partir do topo da peça (evitando escorrimento da água pelo muro ou parede).

4.48. Platibanda

Muro disposto na periferia de uma cobertura, podendo ocultá-la total ou parcialmente de um observador posicionado na base da edificação.

4.49. Plenum

O mesmo que entreferro.

4.50. Ponto

Relação entre a altura e a soma das larguras (em projeção) de duas águas simétricas em relação à linha de cumeeira.

4.51. Pórtico

O mesmo que oitão.

4.52. Quebra

Inflexão presente numa água, proporcionando diferentes declividades ao longo da mesma.

4.53. Recaibro

O mesmo que contra-caibro.

4.54. Recobrimento

Espaço sobreposto ou extensão da sobreposição entre telhas contíguas.

4.55. Recobrimento direito

Sentido de colocação das telhas numa fiada, onde a telha à esquerda recobre a telha contígua à direita (a colocação inicia-se portanto do lado direito).

4.56. Recobrimento esquerdo

Sentido de colocação das telhas numa fiada, onde a telha à direita recobre a telha contígua à esquerda (a colocação inicia-se portanto do lado esquerdo).

4.57. Rincão

O mesmo que água-furtada.

4.58. Rufo

Peça de arremate nos encontros de panos com superfícies verticais, tubos emergentes etc, pré-fabricada ou moldada no local, visando garantir a estanqueidade à água da cobertura. Também a peça de arremate colocada no topo de muros para evitar a infiltração de água (situação em que é designada cobre-muro).

4.59. Selamento

Flecha / deslocamento vertical ocorrido numa viga, numa tesoura ou num pano de telhado.

4.60. Sobreposição longitudinal

Espaço sobreposto na direção do comprimento de duas telhas contíguas.

4.61. Sobreposição transversal

Espaço sobreposto na direção da largura de duas telhas contíguas.

4.62. Sótão

Espaço ático acessível e passível de utilização pelos usuários da edificação.

4.63. Subcobertura

Manta impermeável aplicada sob as telhas, com a finalidade de impedir que pequenas infiltrações de água atinjam o forro ou a laje de cobertura. Podem incorporar películas reflexivas ou isolantes, com a finalidade de melhorar o desempenho térmico da cobertura.

4.64. Tabeira

Peça de arremate que encabeça os caibros na extremidade do beiral. Também a peça de arremate na posição da empena de um telhado.

4.65. Tacaniça

Água secundária (menor área), geralmente triangular, num telhado de três ou quatro águas.

4.66. Telheiro

Telhado com uma única água.

4.67. Testeira

Tabeira que encabeça os caibros na linha do beiral.

4.68. Teto

Superfície horizontal ou inclinada que delimita internamente a parte superior de um cômodo ou de uma casa.



Figura 2: Linhas e partes integrantes dos telhados.

4.69. Vertente

O mesmo que água.

4.70. Viga-calha

Viga com formato de canal aberto, destinada à captação e condução da água de chuva para fora dos limites da edificação.

4.71. Estrutura principal

Conjunto resistente que se apoia diretamente nos pilares ou paredes da edificação. Pode ser constituída por lajes, vigas, treliças e outros elementos estruturais.

4.72. Estrutura secundária

Conjunto de peças estruturais intercaladas entre a estrutura principal e o telhado. Normalmente constituído por terças, caibros e ripas.

4.73. Caibro

Peça da estrutura secundária, disposta na direção do caimento da água, servindo normalmente de apoio às ripas.

4.74. Encaibramento

Conjunto de caibros da estrutura secundária.

4.75. Frechal

Viga colocada no topo de uma parede, com a finalidade de distribuir cargas transmitidas por tesouras, vigas ou outras peças da estrutura principal. Pode ser também a terça posicionada na extremidade inferior da água.

4.76. Galga

Espaçamento / distância entre eixos de duas ripas consecutivas da estrutura secundária.

4.77. Mão-francesa

Peça disposta de forma inclinada, com a finalidade de travar a estrutura e/ou reduzir o momento fletor numa terça.

4.78. Meia-tesoura

Treliça destinada a suportar a estrutura secundária de apenas uma água do telhado, ou a atuar como apoio intermediário de uma viga (metade de uma tesoura).

4.79. Pilarete

Pilar curto em concreto ou alvenaria, apoiado sobre laje ou parede, suportando terça ou viga da estrutura principal.

4.80. Pontalete

Pilar curto em madeira ou aço, apoiado sobre laje ou parede, suportando terça ou viga da estrutura principal.

4.81. Ripa

Peça que atua diretamente como apoio das telhas. Em madeira, normalmente apresenta a seção de 1,5x5cm.

4.82. Ripamento

Conjunto de ripas da estrutura secundária.

4.83. Ripão

Ripa de madeira com seção maior que a seção de uma ripa (normalmente 2,5x5 ou 6cm).

4.84. Trama

Conjunto integrado pelas terças, caibros e ripas.

4.85. Terça

Peça que se apoia sobre tesouras, pontaletes ou mesmo paredes, funcionando como sustentação dos caibros.

4.86. Terça de cumeeira

Terça disposta na parte mais alta do telhado, próxima à cumeeira.

4.87. Tesoura

Treliça apoiada sobre pilares ou paredes, funcionando como sustentação da trama. Suas barras recebem as designações indicadas na Figura 4.

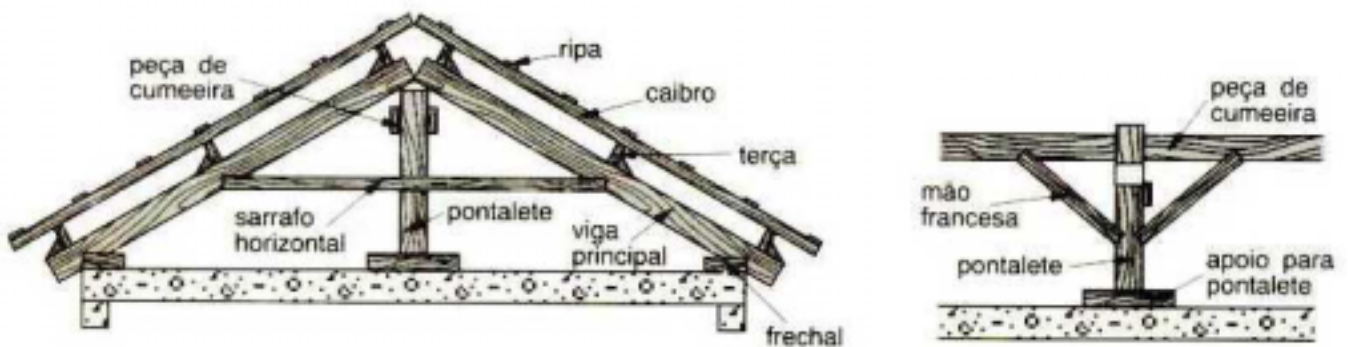


Figura 3: Peças constituintes da estrutura principal e da estrutura secundária.

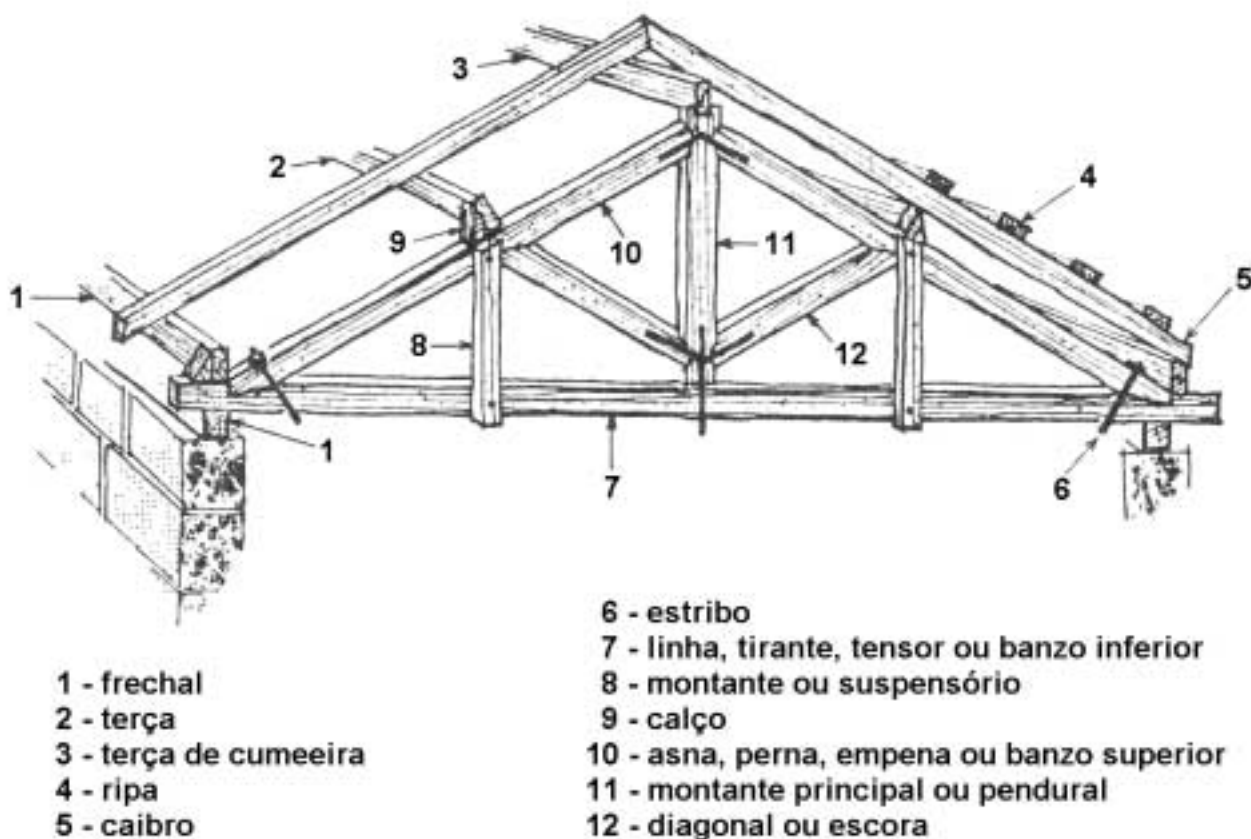


Figura 4: Peças constituintes da estrutura principal e da estrutura secundária

5 EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS

Sob as diversas ações atuantes na habitação, as coberturas devem atender as exigências aplicáveis que se encontram relacionadas no Projeto 02:136.01.001 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais, além das exigências específicas a seguir.

6 REQUISITOS, CRITÉRIOS, MÉTODOS DE AVALIAÇÃO E NÍVEIS DE DESEMPENHO

Em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e economia, são estabelecidos para os diferentes elementos e partes da construção níveis mínimos de desempenho (“Nível M”), que devem ser obrigatoriamente atendidos. Considerando as diferentes possibilidades de agregação de qualidade aos produtos, o que implica inclusive em diferentes relações custo/benefício, para desempenho excedente às necessidades mínimas são estabelecidos respectivamente os níveis “I” (intermediário) e “S” (superior). Aos agentes públicos financiadores ou promotores de habitação, e aos incorporadores em geral, caberá definir, em cada caso, o nível de desempenho pretendido; não havendo nenhuma indicação, subentende-se pactuado o nível “M” (mínimo).

A verificação do atendimento às diferentes exigências, os critérios de amostragem, a eventual realização de inspeções de campo e a preparação do documento técnico resultante da avaliação de desempenho de um componente ou sistema construtivo devem ser realizadas de acordo com as diretrizes apresentadas no item 6 do Projeto 02:136.01.001 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais”.

7 DESEMPENHO ESTRUTURAL

7.1 Requisito: Resistência e deformabilidade

Considerando-se as combinações de ações possíveis de ocorrerem durante a vida útil do edifício, os componentes estruturais da cobertura (estruturas reticuladas ou treliçadas, lajes, chapas estruturais, etc) devem apresentar um nível satisfatório de segurança contra a ruína, não apresentando avarias ou deformações excessivas que prejudiquem a funcionalidade da própria cobertura ou de elementos contíguos.

7.1.1 Critério – comportamento estático

A cobertura da habitação deve ser projetada, construída e montada de forma a atender as exigências do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura”, conforme:

- Critério 7.1.1 – estado limite último;

- Critério 7.2.1 - estados limites de utilização.

Métodos de avaliação

Aqueles correspondentes aos critérios 7.1.1 e 7.2.1 do Projeto 02:136.01.002 "Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura".

7.2 Requisito – Solicitações de montagem ou uso

Os componentes da estrutura da cobertura devem possibilitar apoio de pessoas e objetos nas fases de montagem ou manutenção.

7.2.1 Critério - Cargas concentradas em elementos estruturais

Os componentes das estruturas reticuladas ou treliçadas devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1 kN aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os seguintes limites de deslocamento:

- $d_v \leq L / 350$ (barras de treliças).
- $d_v \leq L / 300$ (vigas principais / terças)
- $d_v \leq L / 180$ (vigas secundárias / caibros).

OBSERVAÇÃO:

Este critério não se aplica a ripas.

Métodos de avaliação

As deformações sob ação de carga concentrada podem ser determinadas por meio de cálculo estrutural quando as propriedades dos materiais e componentes da cobertura forem conhecidas e dispõe-se de modelo de cálculo, ou realizando-se ensaios, na forma que se segue.

7.2.1.1.1 Cálculo estrutural

Cálculo dos deslocamentos e da resistência com base nas propriedades dos materiais e no seguinte conjunto de normas: NBR 6118, NBR 7190, NBR 8800, NBR 9062, NBR 14762.

7.2.1.1.2 Ensaios

Ensaio em campo ou em laboratório, em componente estrutural com todas as ligações, vinculações e acessórios típicos.

Nível de desempenho: M.

7.2.2 Critério – Cargas concentradas em coberturas acessíveis aos usuários

As coberturas acessíveis aos usuários devem suportar a ação simultânea de três cargas de 1KN cada uma, com pontos de aplicação constituindo um triângulo equilátero com 45cm de lado, sem que ocorram falhas ou deslocamentos superiores aos seguintes limites:

- $d_v \leq L/600$ (cobertura com revestimento rígido);
- $d_v \leq L/500$ (cobertura com revestimento flexível).

Método de avaliação

Ensaio, em laboratório ou em campo, de cargas verticais concentradas transmitidas por meio de discos de aço com diâmetro aproximado de 25,4mm (1"), cada um.

Nível de desempenho: M.

7.3 Requisito - Solicitações dinâmicas em coberturas acessíveis aos usuários

Este requisito de desempenho aplica-se somente a coberturas-terraço, acessíveis aos usuários. A resistência aos impactos de corpo mole e duro que podem ser produzidos durante a vida útil do edifício traduz-se na energia de impacto a ser aplicada em coberturas - terraço. Os impactos com maiores energias referem-se ao estado limite último, sendo os de utilização aqueles com menores energias. Correspondem a choques acidentais gerados pela própria utilização do edifício.

7.3.1 Critérios e níveis de desempenho - Impactos de corpo mole em coberturas acessíveis aos usuários

As coberturas devem ser projetadas, construídas e montadas de forma a atender as exigências do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura” – Critério 7.3.1 (tabela 6).

Método de avaliação

Aquele correspondente ao Critério 7.3.1 do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura”.

7.3.2 Critérios e níveis de desempenho - Impactos de corpo duro em coberturas acessíveis aos usuários

As coberturas devem ser projetadas, construídas e montadas de forma a atender as exigências do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura” – Critério 7.3.2 (tabela 10).

Método de avaliação

Aquele correspondente ao Critério 7.3.2 do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura”.

7.4 Requisito – Solicitações em forros

Os forros constituintes das coberturas devem possibilitar a fixação de luminárias e outras pequenas cargas de ocupação.

7.4.1 Critério - Peças fixadas em forros

Devem ser consideradas cargas aplicadas verticalmente em relação à face do forro.

Os forros devem suportar a ação da carga correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração igual a 3,0. Considerando este coeficiente, o fornecedor do forro ou a construtora deve informar no Manual de Operação, Uso e Manutenção a carga máxima passível de ser suportada pelo forro, bem como as disposições construtivas para a fixação de luminárias e outros objetos. Para a carga de serviço (1/3 da capacidade informada), não devem ocorrer falhas nem deslocamento superior a 5 mm.

Método de avaliação

Ensaio em laboratório ou em campo. O corpo-de-prova deve ser representativo do sistema, incluindo todos seus componentes típicos. Também deve ser representativo o sistema de fixação e a forma de aplicação do carregamento. A carga deve ser aplicada em patamares correspondentes a 1/6 da carga de ruptura informada, mantendo-se o carregamento, em cada patamar, durante 10 minutos. Deve ser registrada a carga de ocorrência de falhas, o tipo de falha ocorrida, a carga de ruptura ou de falência do sistema de fixação, bem como os deslocamentos verticais.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÃO:

Este critério não se aplica a peças fixadas diretamente na estrutura de sustentação do forro.

7.5 Requisito – Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados

Sob ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais (queda de ferramentas, etc), os telhados não devem sofrer avarias.

7.5.1 Critérios e níveis de desempenho - Resistência ao impacto de telhas

Sob a ação de impactos de corpo duro a telha não deve sofrer ruptura ou transpassamento para as energias especificadas na Tabela 1, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, lascamentos e outros danos que não impliquem em perda de estanqueidade do telhado.

Tabela 1 – Critérios e níveis de desempenho para resistência ao impacto de telhas

Energia de impacto de corpo duro (J)	Critério de desempenho	Nível de desempenho
1,0	Não ocorrência de ruptura ou traspassamento São admitidas falhas superficiais	M
1,5	Não ocorrência de ruptura ou traspassamento São admitidas falhas superficiais	I
2,5	Não ocorrência de ruptura ou traspassamento São admitidas falhas superficiais	S

Método de avaliação

Verificação da resistência ao impacto de corpo duro, através de ensaios a serem realizados em laboratório ou protótipo. O corpo-de-prova deve incluir todos os detalhes típicos da cobertura, como declividade e sistema de apoio das telhas. Os impactos são aplicados por meio de esfera de aço maciça (diâmetro de 25,4mm) abandonada em queda livre. As condições de ensaio relativas à massa do corpo duro (M), altura de queda (h) e energia de impacto (E) estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Massa do corpo duro, altura e energia do impacto

Impactador	M (g)	h (m)	E (J)
Corpo duro (esfera de aço maciça)	65,6	1,50	1,0
– 1 impacto na posição mais desfavorável de cada telha, tamanho da amostra = 5 telhas	65,6	2,30	1,5
	65,6	3,80	2,5

8 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

Além dos requisitos e critérios a seguir listados, devem ser atendidas todas as exigências pertinentes do Projeto 02:136.01.001 – Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais. Considerando-se que diversos componentes e instalações podem ser alojados nos entreforros e áticos, chama-se especial atenção para a necessidade de atendimento aos seguintes critérios da referida norma: 8.1.1 (proteção contra descargas atmosféricas), 8.1.2 a 8.1.6 (instalações elétricas e instalações de gás).

8.1 Requisito – Risco de inflamação generalizada

A cobertura deve dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio.

8.1.1 Critério – Propagação de chamas de materiais aparentes nos tetos

Os materiais aparentes nos tetos (telhas, subcoberturas, forros, materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico, conforme o caso), devem ter as características de propagação de chamas controladas, de acordo com o disposto nas Tabela 3.

Tabela 3 - Critério relativo à propagação superficial de chamas

Elemento construtivo	Índice máximo de propagação superficial de chamas em cozinhas, locais de uso privativo dentro das habitações (dormitórios, sala, área de serviço, banheiro, etc) e locais de uso comum das edificações (escadas, halls, etc)
Forro (superfície inferior)	25

Método de avaliação

Os materiais que resultem aparentes nos tetos devem ser ensaiados, reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, de acordo com a norma NBR 9442.

A necessidade de ensaiar subcoberturas ou materiais isolantes termo-acústicos não aparentes depende de análise a respeito da possibilidade dos mesmos contribuírem com desenvolvimento de calor no estágio inicial do incêndio. Esta necessidade será evidenciada durante os primeiros 10 minutos do ensaio de resistência ao fogo do elemento construtivo, caso a temperatura do forno de ensaio se eleve em razão do calor desenvolvido pelos materiais em questão.

Nível de Desempenho: M.

8.2 Requisito – Propagação de incêndio para outras unidades habitacionais

As coberturas de edifícios devem ser projetadas e construídas de forma a resistirem as ações de focos de incêndio, dificultando ainda a propagação do incêndio para outras unidades habitacionais.

8.2.1 Critério - Resistência ao fogo da estrutura

A resistência ao fogo dos elementos que constituem a estrutura principal da cobertura (lajes, treliças, vigas etc) deve ser igual ou maior que 1/2 hora, ou seja, não deve ocorrer perda de estabilidade ou ruína do conjunto estrutural dentro desse período. Não há exigência para isolamento térmico ou estanqueidade à fumaça / gases aquecidos.

Método de avaliação

A resistência ao fogo dos elementos construtivos deve ser comprovada em ensaios realizados conforme a norma NBR 5628. A comprovação do atendimento ao critério também poderá ser feita através de avaliação técnica baseada em resultados de ensaios anteriormente realizados ou em métodos analíticos.

Nível de desempenho: M

8.2.2 Critério – Propagação de incêndio através de áticos

Nas edificações geminadas com coberturas integradas por áticos, a parede de geminação deve prolongar-se até a face inferior do telhado (sem a presença de frestas), apresentando resistência ao fogo maior ou igual que 1/2 hora.

Método de avaliação:

Conforme item 8.2.1.1 anterior.

Nível de desempenho: M.

8.2.3 Critério - Propagação de chamas de materiais aparentes na face externa da cobertura

O índice máximo de propagação superficial de chamas de telhas, mantas, membranas, materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico que resultem aparentes nas faces externas da cobertura deve ser igual a 25.

Método de avaliação

Os materiais que resultem aparentes na face superior da cobertura devem ser ensaiados reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, de acordo com a norma brasileira NBR 9442.

A necessidade de ensaiar subcoberturas ou materiais isolantes termo-acústicos não aparentes depende de análise a respeito da possibilidade dos mesmos contribuírem com desenvolvimento de calor no estágio inicial do incêndio. Esta necessidade será evidenciada durante os primeiros 10 minutos do ensaio de resistência ao fogo do elemento construtivo, caso a temperatura do forno de ensaio se eleve em razão do calor desenvolvido pelos materiais em questão.

Nível de desempenho: M

8.3 Requisito – Fuga em situação de incêndio

O edifício deve dispor de meios que facilitem a fuga dos usuários em situação de incêndio.

8.3.1 Critério – Densidade ótica da fumaça

Os forros e os materiais de revestimento, acabamento e/ou de isolamento termo-acústico empregados nos tetos devem ter as características de desenvolvimento de fumaça controladas de acordo com suas respectivas localizações em relação aos elementos construtivos e aos ambientes da edificação, de acordo com o disposto na tabela 4.

Tabela 4 - Critério relativo à densidade ótica de fumaça

Elemento construtivo	Densidade ótica de fumaça máxima em cozinhas e locais de uso privativo dentro das habitações (dormitórios, sala, área de serviço, banheiro, etc) e locais de uso comum das edificações (escadas, halls, etc)
Tetos / Forros (superfície interna)	450 (somente a classificação com aplicação de chama-piloto)

Métodos de avaliação

Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico devem ser ensaiados reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, de acordo com a norma ASTM - 662 - Specific Optic Density of Smoke Generated by Solid Materials.

Os materiais incombustíveis, classificados de acordo com o método de ensaio definido na norma ISO 1182 (Fire Test - Building Materials - Non-Combustibility Test) atendem ao critério estabelecido, não necessitando serem submetidos ao ensaio de densidade ótica de fumaça.

Nível de desempenho: M.

9 SEGURANÇA NO USO E OPERAÇÃO

9.1 Requisito – Integridade da cobertura ao longo da sua vida útil

A cobertura não deve apresentar partes soltas ou destacáveis sob ação do peso próprio ou de cargas acidentais.

9.1.1 Critério – Risco de deslizamento de telhas e outros componentes

Sob ação do peso próprio, não devem ocorrer deslizamentos de telhas, vigas-calha, mantas, membranas ou de quaisquer componentes da cobertura.

Método de avaliação

Análise de projeto, cálculos estruturais, ensaios e/ou montagens experimentais.

No caso de impermeabilização com mantas ou membranas aderidas, o sistema aplicado sobre base representativa não deve apresentar escorrimento ou delaminação após exposição durante 2 horas em estufa ventilada com temperatura de 70°C (três corpos-de-prova na posição vertical, ensaio segundo as diretrizes da norma ASTM D-2939).

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

Os componentes das coberturas inclinadas (telhas, vigas-calha, mantas, rufos, peças complementares etc) devem ser convenientemente ancorados através de ganchos, pregos, parafusos, adesivos de contato e outros dispositivos que se contraponham às forças que atuam na direção do pano. No caso de telhas simplesmente apoiadas sobre a trama, estas devem apresentar encaixes apropriados, em relação à trama e entre as próprias peças, que evitem completamente os deslizamentos. Acima de determinada declividade do pano (a ser expressamente indicada pelo fornecedor da telha), as peças deverão ser obrigatoriamente ancoradas na trama (amarração com arame galvanizado ou outro dispositivo).

9.1.2 Critério - Risco de arrancamento de telhas e outros componentes pela ação do vento

Sob ação do vento, majorada em 20%, não deve ocorrer remoção de nenhum componente da cobertura.

Método de avaliação

Análise de projeto, cálculos estruturais, ensaios e/ou montagens experimentais.

No caso de telhas simplesmente apoiadas sobre a trama, o peso próprio do conjunto deve exceder em pelo menos 20% a máxima ação de sucção prevista para o local da obra, considerando-se a velocidade básica do vento, a altura da edificação, os coeficientes aerodinâmicos e a própria permeabilidade ao ar do telhado. No caso de telhados "impermeáveis" ao ar (telhas metálicas, plástico, fibrocimento etc), o conjunto telhas / sistema de fixação deve resistir à mesma ação majorada, aplicando-se o carregamento através de balão inflável de acordo com as características gerais da norma NBR 5643.

No caso de impermeabilização com mantas flutuantes, as mesmas devem suportar a ação acima especificada mediante a introdução de dispositivos de fixação ancorados na base e/ou introdução de lastro superior (camada de brita, seixo rolado etc) com peso próprio convenientemente dimensionado.

No caso de impermeabilização com mantas ou membranas aderidas, o sistema, aplicado sobre base representativa, deve apresentar resistência de aderência à tração maior ou igual a 200kPa (três corpos-de-prova com dimensões de 100x100mm, prévio condicionamento de 24 horas com temperatura de $25 \pm 3^\circ\text{C}$, ensaio segundo as diretrizes da norma NBR 13528). No caso do emprego de lastro sobre o sistema de impermeabilização, a resistência de aderência acima especificada será minorada com a pressão correspondente a 80% do peso próprio previsto para o lastro.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- A ação do vento deve ser cuidadosamente avaliada, considerando-se principalmente os efeitos locais em beirais, cumeeiras, espigões e outras regiões sujeitas à formação de vórtices, aceleração do fluxo de ar, combinação de sobrepressão e sucção (típica em beirais), etc. As fiadas de telhas presentes nos beirais devem receber algum tipo de fixação ou proteção, compreendendo amarração das telhas com arames, aplicação de forro, emboçamento das primeiras fiadas, etc. Peças tipo cumeeira, aplicadas em espigões ou linhas de cumeeira, devem ser assentadas com material que apresente conveniente resistência de aderência e adequada deformabilidade, com capacidade de absorver as movimentações térmicas do telhado (argamassas mistas com baixo consumo de cimento ou materiais equivalentes). Os efeitos do vento devem ainda ser considerados em peças complementares e acessórios presentes sobre a cobertura, como tampas de reservatórios de água, rufos, clarabóias, antenas, hastes de pára-raios ou iluminação de sinalização, etc.
- No caso de cobertura protegida por platibandas, seus efeitos (em geral benéficos) devem também ser considerados.

9.2 Requisito – Condições propícias para manutenção e operação

O sistema de cobertura deve propiciar condições seguras para sua montagem e manutenção, bem como para a operação de dispositivos instalados sobre a mesma.

9.2.1 Critério – Guarda-corpos em coberturas acessíveis aos usuários

Lajes de cobertura destinadas à utilização corrente dos usuários da habitação (“solariuns” etc), em edificações com qualquer número de pavimentos, devem ser providas de platibandas com altura mínima de 1,10m, capaz de suportar cargas horizontais ou verticais de 1kN (concentrada em qualquer ponto ao longo da extremidade superior da platibanda) e carga de 1,5kN/m (linearmente distribuída em qualquer trecho ao longo da extremidade superior da platibanda).

Método de avaliação

Análise de projeto, cálculos estruturais e/ou ensaios.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÃO

No caso de coberturas com acesso a automóveis, as platibandas devem ter capacidade de suportar, em qualquer posição, carga horizontal concentrada com intensidade de 25kN, aplicada a 50cm a partir do piso.

9.2.2 Critério – Platibandas com capacidade de sustentação de balancins

Platibandas com capacidade de sustentação de andaimes suspensos (“balancins leves”) através de ganchos, em edificações com qualquer número de pavimentos, devem suportar a atuação conjugada de dois binários atuando em seções com distanciamento de 2,00m, no topo e ao longo de qualquer trecho do muro, sendo a ação de cada binário equivalente a 1.750 N.m.

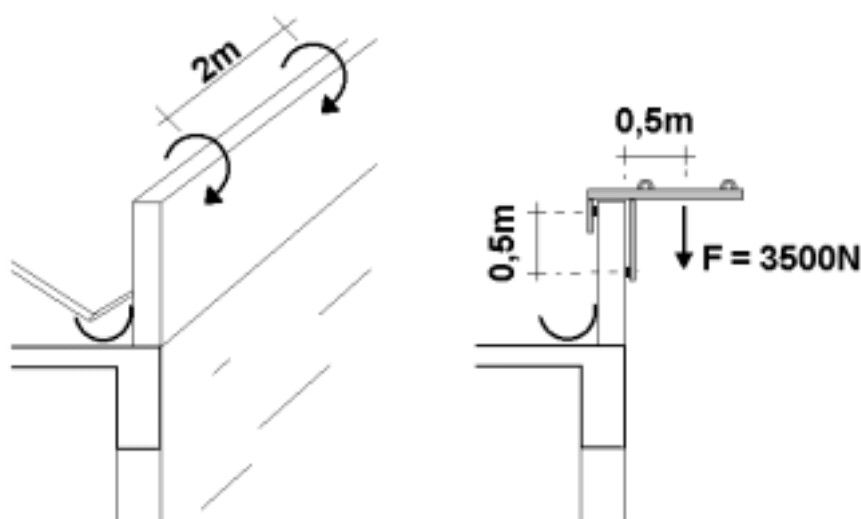


Figura 5: Binários aplicados no topo da platibanda, simulando ação de andaime suspenso

Método de avaliação

Análise de projeto, cálculos estruturais e/ou ensaios conforme disposto na Figura 5.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- No caso da existência de platibandas, o incorporador e/ou a empresa construtora devem indicar no "Manual de Operação, Uso e Manutenção" a possibilidade ou não de fixação de andaimes suspensos através de ganchos, conforme esquema da Figura 5. Em caso positivo, a capacidade de carga deve estar explicitamente registrada;
- Recomenda-se que as coberturas de edificações com três ou mais pavimentos sejam providas de dispositivos para fixação de andaimes suspensos (ganchos ancorados em lajes etc), situação na qual devem ser indicados no "Manual de Operação, Uso e Manutenção" esquema de instalação e capacidade de carga dos balancins.

9.2.3 Critério – Condições dos pisos de coberturas acessíveis aos usuários

Lajes de cobertura destinadas à utilização corrente dos usuários da habitação ("solariuns" etc), em edificações com qualquer número de pavimentos, devem atender, além dos critérios 7.3.2, 7.4.1, 7.4.2 e 8.2.1 anteriormente apresentados, a todos os critérios pertinentes do projeto de norma 02:136.01.003:2004 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 3: Piso interno.

Método de avaliação

Conforme projeto de norma 02:136.01.003:2004 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 3: Piso interno.

Níveis de desempenho: aqueles previstos no projeto de norma 02:136.01.003:2004 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 3: Piso interno.

9.2.4 Critério – Segurança no trabalho em coberturas inclinadas

Coberturas com declividade superior a 20% devem ser providas de ganchos ou outros dispositivos rigidamente ancorados na estrutura principal, de forma a possibilitar o engate de cordas, cintos de segurança e outros equipamentos de proteção individual. Cada gancho deve resistir à ação de uma força horizontal igual ou maior que 3kN, aplicada na posição mais desfavorável.

Método de avaliação

Análise de projeto, cálculos estruturais e/ou ensaios.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÃO

Ganchos, moitões e outras ancoragens podem ser escamoteáveis. Podem ser suprimidos caso o projeto preveja a realização de manutenções com auxílio de guindastes, torres e outros dispositivos.

9.2.5 Critério – Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre a cobertura

Telhados e lajes de cobertura devem propiciar o caminhamento de pessoas em operações de montagem ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2kN em qualquer posição, inclusive extremidades de beirais ou de balanços de lajes, sem apresentar ruptura, fissuras ou outras falhas.

Método de avaliação

Análise de projeto, cálculos estruturais e/ou ensaios. No caso de ensaios, a carga deve ser transmitida na posição mais desfavorável por meio de cutelo de madeira ($\gamma \geq 800\text{kg/m}^3$) com comprimento de 20cm e largura de 10cm, diretamente sobre a telha ou sobre dispositivos (tábuas, etc) especificados pelo fornecedor ou construtor. O cutelo deve ser conformado para transmitir a carga na direção vertical, intercalando-se um berço de borracha ou outro material resiliente (dureza Shore A entre 50 e 60) entre o cutelo e a telha, conforme Figura 6.

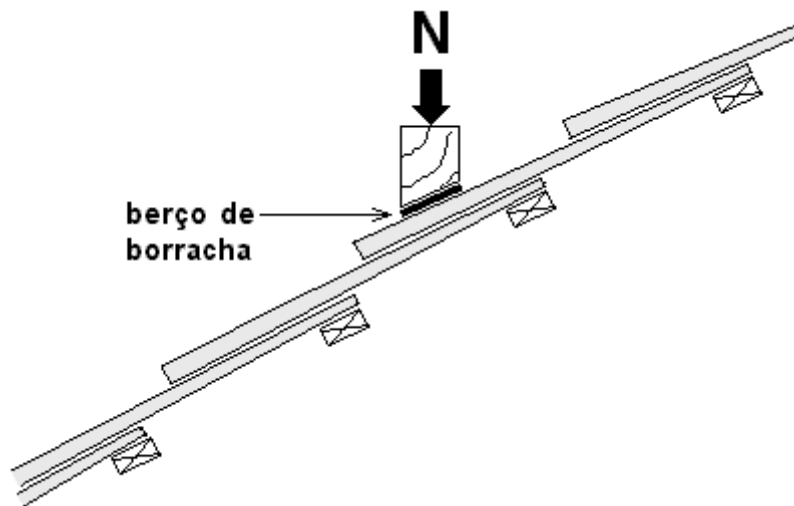


Figura 6: Carga concentrada transmitida com o auxílio de cutelo de madeira e berço de borracha

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- No caso das telhas não suportarem a carga especificada, o fornecedor das telhas deve indicar a forma segura de caminhar sobre o telhado, com a utilização de calços, tábuas e outros dispositivos necessários. Recomenda-se que tábuas dispostas paralelamente à direção da água sejam dotadas de “costelas” (sarrafos transversais), com 1 a 2cm de altura e espaçamento em torno de 30cm. Clarabóias, domus e telhas translúcidas (PRFV, PVC, etc) com resistência mecânica insuficiente para o caminhar de pessoas devem ter suas posições claramente delimitadas nos telhados; chama-se atenção que a deposição de poeira sobre essas telhas pode impedir sua identificação, criando condição insegura para futuras operações de manutenção do telhado;
- A fim de evitar escorregões, o “Manual de Operação, Uso e Manutenção” ou documento equivalente deve advertir enfaticamente que pessoas não devem ter acesso à cobertura logo após a incidência de chuvas; para telhas esmaltadas, telhas metálicas muito lisas etc, o produtor deve indicar a forma das pessoas deslocarem-se sobre os telhados (tábuas, uso de calçados com solado de borracha etc).

9.2.6 Critério – Aterramento de coberturas metálicas

Coberturas constituídas por telhas metálicas devem ser aterradas, a fim de propiciar dissipação de cargas eletrostáticas eventualmente acumuladas nas telhas pelo atrito com o vento, bem como para inibir eventuais problemas de corrosão por corrente de fuga (contato acidental com componentes eletrizados).

Método de avaliação

Análise de projeto.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÃO

No caso da presença de armaduras verticais em pilares ou paredes, que se prolonguem até os elementos de fundação, estas poderão atuar como condutores, providenciando-se a conexão de armaduras com o telhado (por exemplo, uma conexão a cada 50m²); o contato deve ser convenientemente isolado, para que não haja prejuízo à durabilidade.

10 ESTANQUEIDADE

10.1 Requisito – Condições de salubridade

As coberturas devem ser estanques à água de chuva, não permitindo estagnação externa de água que propicie proliferação de insetos e microorganismos ou formação de umidade nos interiores (excetuando-se ensaio de estanqueidade especificado em 10.1.1).

10.1.1 Critério – Impermeabilidade de telhas e peças complementares

Submetidas à ação de coluna de água, as telhas constituídas por materiais porosos (concreto, argamassa, cerâmica, fibrocimento, placas de rocha etc), madeira natural ou reconstituída, materiais betuminosos reforçados (“telhas asfálticas”),

fibras naturais ou artificiais aglomeradas com resinas sintéticas, não devem apresentar escoamento ou gotejamento de água, tolerando-se na face inferior o aparecimento de manchas de umidade e/ou formação de gotas aderentes na situação do ensaio abaixo indicado.

Método de avaliação

Ensaio de impermeabilidade, submetendo-se 5 telhas à coluna de água com altura de 20mm a partir da crista ou posição mais elevada da telha, conforme Figura 7. Nas condições ambientais do laboratório ($T = 23 \pm 3^\circ\text{C}$), a coluna de água permanece atuando pelo período de 24 horas, posicionando-se sob o corpo de prova papel toalha ou qualquer outro material que detecte a presença de água. No caso de telhas de grandes dimensões, recorta-se de cada uma delas corpo-de-prova com dimensões de 30x50cm. A água deve atingir toda a face superior da peça em ensaio, exceto faixas com largura máxima de 2cm em todo perímetro do corpo-de-prova, nas quais é aplicada massa de vedação ou qualquer selante aderente e impermeável. Após o período de exposição, examina-se a face inferior dos cinco corpos-de-prova, registrando-se a presença de umidade ou gotas aderentes. Nenhum corpo-de-prova pode apresentar vazamento.

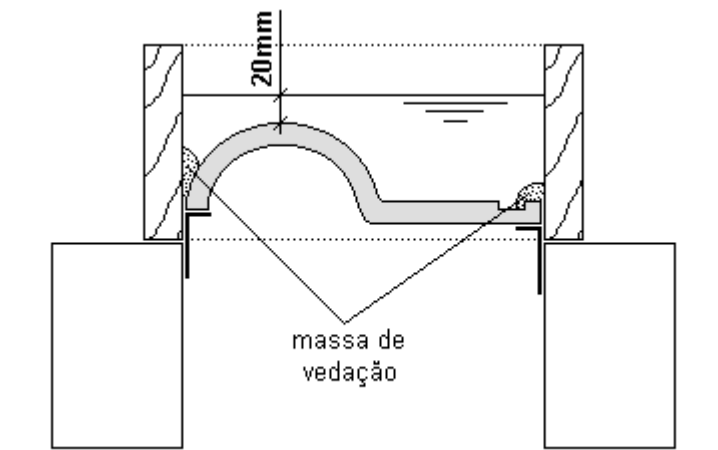


Figura 7 – Esquema de ensaio de estanqueidade à água de telhas e peças complementares.

Níveis de desempenho: conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Níveis de desempenho para estanqueidade de telhas

Condição	Nível de desempenho
- Sem gotejamento de água - Com manchas de umidade e gotas aderentes na superfície inferior da telha	M
- Sem gotejamento de água - Com manchas de umidade, sem gotas aderentes na superfície inferior da telha	I
- Sem gotejamento de água - Sem manchas de umidade ou gotas aderentes na superfície inferior da telha	S

OBSERVAÇÕES

- Para telhas constituídas por plástico, aço, alumínio, vidro ou qualquer outro material comprovadamente impermeável, não há necessidade da realização do ensaio de impermeabilidade;
- No caso de dúvida sobre a qualidade de peças complementares, realiza-se o ensaio de impermeabilidade de acordo com as mesmas diretrizes anteriores;
- Telhas asfálticas escamadas devem ainda atender exigências das normas ASTM D 225 e ASTM D 3462, para as quais devem ser empregados acessórios de fixação que atendam prescrições da norma ASTM F 1667.

10.1.2 Critério – Estanqueidade da região central dos panos dos telhados

Durante a vida útil projetada para o telhado, considerando-se as condições de exposição indicadas na Tabela 6 e Figura 8, os panos do telhado da edificação não devem permitir a penetração de água que redunde em escoamento ou gotejamento, tolerando-se o aparecimento de manchas de umidade ou gotas aderentes na superfície inferior das telhas.

Tabela 6 - Condições de ensaio de estanqueidade de telhados

Região do Brasil (Figura 8)	Condições de ensaio	
	Pressão estática (Pa)	Vazão de água
I	10	4 L / m ² / min
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

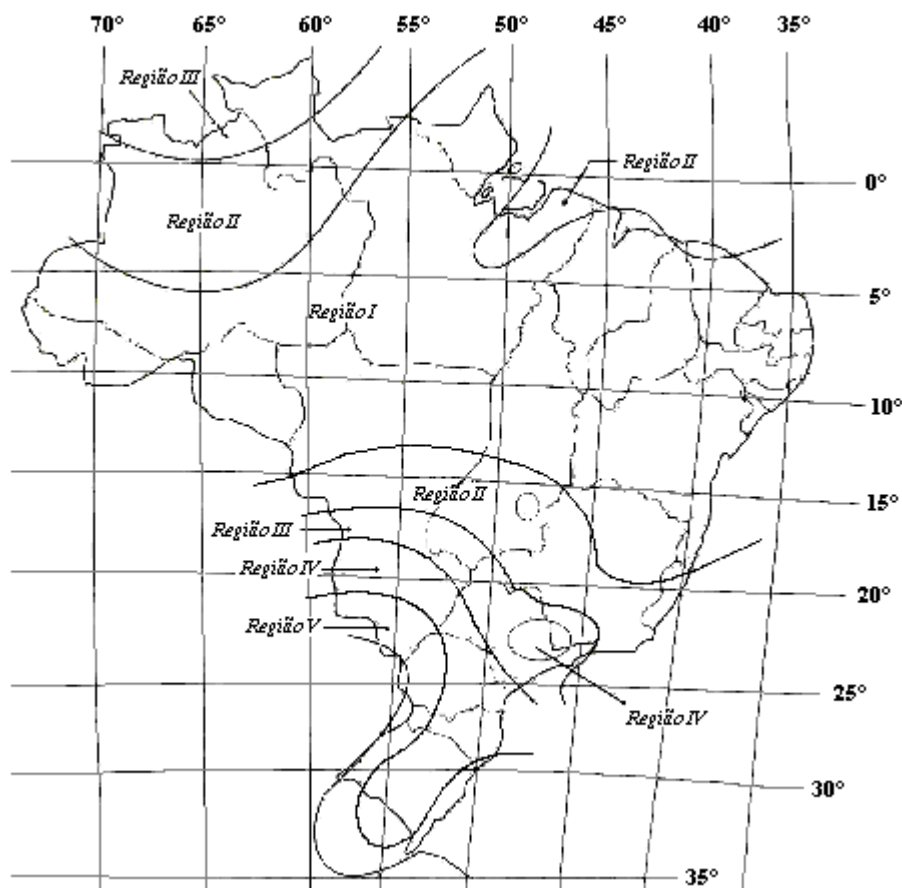


Figura 8 - Condições de exposição de acordo com regiões do Brasil (NBR 6123)

Método de avaliação

Ensaio da estanqueidade à água de telhados de acordo com o método apresentado no Anexo A, com base nas condições de ensaio descritas na Tabela 6.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- O critério acima enfoca a estanqueidade das regiões centrais dos panos, regida sobretudo pelas propriedades físicas do material constituinte das telhas (porosidade, absorção de água, permeabilidade), pelas sobreposições / sistema de fixação ou acoplamento das telhas, pela regularidade dimensional das peças e pela declividade / extensão dos panos (além é claro dos índices pluviométricos, direção e intensidade do vento na região da obra);
- Para que não ocorra infiltração de água pelas juntas, é essencial a regularidade geométrica das peças, para qualquer tipo de telha; assim sendo, devem ser respeitadas as tolerâncias dimensionais e os desvios de forma previstos nas normas específicas, estabelecendo-se como valores de referência:
 - variações máximas no comprimento e na largura da telha: $\pm 5\%$, não superando 10mm;
 - variações máximas nas dimensões de encaixes: $\pm 2\text{mm}$;

- variação máxima na espessura: $\pm 10\%$, não superando 2mm;
 - máximo desvio de esquadro ou em relação a qualquer ângulo nominal da telha: $\pm 0,2^\circ$;
 - retitude dos lados: afastamento máximo de $L/300$ em relação à reta ($L =$ extensão do lado);
 - irregularidades abruptas (reentrâncias, dentes ou ressaltos localizados em superfícies lisas): irregularidade máxima de 1mm nas regiões de sobreposição;
 - empeno: flecha máxima de $L/200$ em relação ao plano ($L =$ extensão do lado na direção considerada), não superando 5mm;
 - torção: afastamento máximo de qualquer vértice em relação ao plano = $L/200$ (sendo L a extensão do menor lado concorrente no vértice em consideração), não superando 5mm;
- Ainda para que não resulte prejuízo à estanqueidade / encaixes das telhas e das peças complementares, a trama da cobertura deve apresentar adequada regularidade geométrica, estabelecendo-se como valores de referência os seguintes desvios:
 - variações máximas no comprimento e na largura dos panos: $\pm L/300$ (sendo L a extensão do lado considerado), não superando 50mm;
 - variação máxima na projeção de beirais: -20mm, +50mm;
 - variação máxima em relação à declividade nominal do pano: $\pm 0,6\%$;
 - máximo desvio de esquadro ou em relação a qualquer ângulo nominal do pano: $\pm 0,1^\circ$;
 - retitude dos lados do pano (incluindo tabeiras): afastamento máximo de $L/300$ em relação à reta ($L =$ extensão do lado), não superando 20mm;
 - empeno: flecha máxima de $L/300$ em relação ao plano ($L =$ extensão do lado na direção considerada), não superando 20mm;
 - variação máxima no distanciamento especificado para tesouras, pontaletes, vigas e terças: ± 30 mm;
 - variação máxima no distanciamento especificado para caibros: ± 10 mm;
 - variação máxima no distanciamento especificado para ripas (galga): ± 5 mm;
 - variação máxima no recobrimento longitudinal ou transversal das telhas: ± 5 mm;
 - alinhamento das fiadas: afastamento máximo de $L/300$ em relação à reta ($L =$ extensão da fiada), não superando 20mm;
 - variação máxima na bitola especificada para vigas, caibros e ripas de madeira: ± 5 mm (exceto espessura de ripas, onde a tolerância é de ± 1 mm);
 - variação máxima na bitola especificada para perfis ou chapas metálicas: ± 3 mm (exceto espessura, com tolerância de $\pm 0,5$ mm);
 - variação máxima na seção especificada para peças de concreto pré-moldadas ou moldadas no local: ± 5 mm;
 - O produtor da telha deve especificar as sobreposições das peças (longitudinal e transversal), o comprimento máximo e a declividade mínima dos panos para que não ocorra infiltração ou gotejamento de água; para garantir a estanqueidade pode ainda especificar o emprego de massas e cordões de vedação, ou mesmo o emprego de subcoberturas (que neste caso deve atender aos Critérios 10.1.7 e 14.2.13);
 - Para impedir o escorregamento natural de telhas ao longo da vida útil do telhado, o produtor deve ainda especificar a declividade máxima dos panos e/ou os detalhes construtivos complementares (emboçamento, amarração etc) que devem ser adotados a partir de determinada declividade;
 - Considerando a direção do vento predominante na região da obra, o projeto da cobertura deve especificar o sentido preferencial do recobrimento longitudinal das telhas e das peças complementares (sobreposição direita ou sobreposição esquerda);
 - As movimentações térmicas e higroscópicas das telhas, particularmente daquelas com grandes dimensões, não devem provocar destacamentos, empenamentos, danos a peças complementares e/ou acessórios de fixação etc; assim sendo, o produtor deve limitar o comprimento das peças (telhas metálicas, de fibrocimento etc), além de prever detalhes que impeçam a introdução de tensões importantes nos materiais (por exemplo, recobrimentos deslizantes, furos oblongos, furos com diâmetro maior que o diâmetro do parafuso correspondente etc).

10.1.3 Critério – Estanqueidade dos telhados nos encontros entre panos e nos arremates

O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas. O fabricante da telha deve dispor ao mercado peças complementares compatíveis com o desenho da telha (capas, cumeeiras, cumeeiras de três ou quatro vias, espigão inicial, peças terminais e outras). O projeto do telhado deve especificar todos os materiais e detalhes construtivos dos arremates acima indicados, bem como de cobre-muros (proteção de platibandas), rufos (encontro com paredes, platibandas, chaminés, tubos de ventilação, clarabóias), capas (encontros com tabeiras) e outros elementos.

Método de avaliação

Análise do projeto e das especificações técnicas.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- O projeto deve especificar a forma de fixação, os materiais de assentamento e/ou rejuntamento de todas as peças complementares, o recobrimento mínimo entre peças complementares, o recobrimento mínimo entre essas peças e as telhas (recomendando-se recobrimento $\geq 5\text{cm}$), a forma de fixação e de emenda de rufos e cobre-muros etc; no caso de telhas esmaltadas e/ou constituídas por material com absorção de água menor que 3%, os emboçamentos devem ser realizados com material especialmente formulado, especificado pelo projetista do telhado e/ou fornecedor das telhas;
- Relativamente ao encontro com chaminés, tubos de ventilação, clarabóias e outros, recomenda-se que os rufos reduntem em recobrimentos mínimos de 10cm, empregando-se materiais de rejuntamento com capacidade de absorver, sem fissuras ou destacamentos, as movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais em contato; pairando dúvidas sobre a efetividade desses encontros, a estanqueidade do telhado deve ser testada de acordo com o método apresentado no Anexo A, incorporando-se no corpo-de-prova clarabóias, tubos de ventilação e outros elementos pertinentes;
- Nos rincões / águas furtadas, as calhas de captação devem ser projetadas em função da precipitação característica, da área de contribuição das águas, da declividade e do coeficiente de rugosidade do material constituinte das calhas; estas devem apresentar larguras proporcionais à declividade dos panos concorrentes e à própria extensão do rincão, podendo-se aplicar na determinação da largura da peça de captação a seguinte fórmula empírica:

$$D = 28 + \frac{7,23 \cdot d^2 \cdot L^2}{10^8} \quad (\text{eq.10})$$

D = desenvolvimento da água-furtada (cm)

d = declividade dos panos concorrentes (%)

L = extensão da água-furtada (cm)

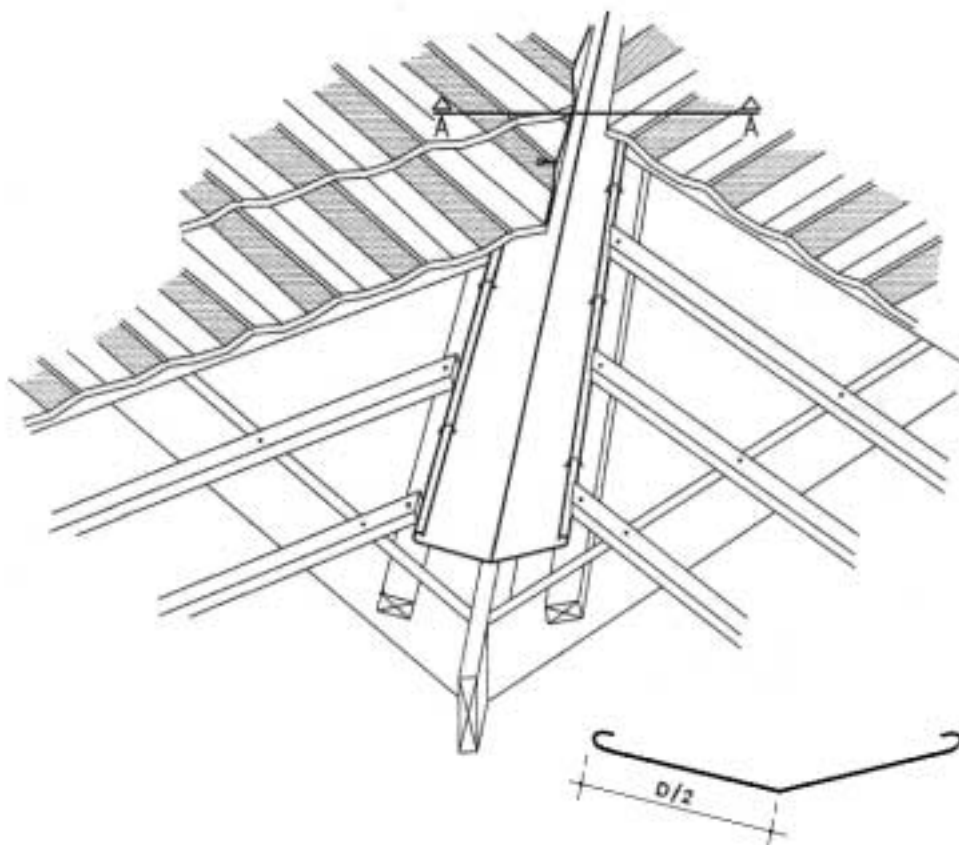


Figura 9 – Desenvolvimento de água-furtada

- O projeto deve especificar a forma de execução das linhas divisoras ou captadoras de água, indicando sobreposição nominal entre as peças complementares, distanciamento livre entre as telhas nas linhas de cumeeira, nos espigões e nas águas-furtadas, forma de recorte das telhas nas águas-furtadas (emprego de tesouras de corte, discos diamantados) etc. Nas linhas de cumeeira e de espigões recomenda-se a menor distância possível, não superando 5cm; nas linhas de águas-furtadas, o distanciamento nominal entre as telhas recortadas deve ser igual ou maior que 10cm;
- Para que seja assegurada a estanqueidade do telhado, cortes e encaixes devem apresentar conveniente regularidade geométrica, estabelecendo-se como valores de referência os seguintes limites para os desvios:

- variação máxima na distância especificada entre telhas (largura / faixa livre dos recortes nos espigões e águas-furtadas, faixa livre das fiadas de telhas simétricas às linhas de cumeeira): $\pm 20\text{mm}$;
 - alinhamento das cumeeiras, espigões, capas e outras peças de arremate: afastamento máximo de $L/300$ em relação à reta ($L =$ extensão da linha), não superando 20mm ;
 - retitude dos cortes em espigões, águas-furtadas e oitões: afastamento máximo de $L/300$ em relação à reta ($L =$ extensão da linha), não superando 20mm ;
 - variações abruptas / dentes nos cortes em espigões, águas-furtadas e oitões: máximo de 10mm ;
 - variação máxima no recobrimento longitudinal ou transversal especificado para as peças complementares: $\pm 10\text{mm}$;
- O projeto deve especificar os materiais, o formato e as condições de fixação de águas-furtadas, rufos, cobremuros e outros elementos do gênero; para peças muito longas em plástico ou metal, a fim de prevenir avarias decorrentes de movimentações térmicas, recomenda-se que as peças sejam subdivididas em trechos com extensão máxima de 3 metros, introduzindo-se selante elastomérico na região de sobreposição e promovendo-se as uniões através de rebites ou parafusos com porcas (furo normal na peça superior, eventual furo oblongo na peça inferior);
 - Para a transposição do telhado por tubos de ventilação, é desejável que o produtor disponha ao mercado telhas moldadas com furos / colarinhos, evitando o recorte de telhas em região particularmente propícia a infiltrações; para o acoplamento dos segmentos de tubos no nível do ático, pequenas diferenças no alinhamento podem ser absorvidas com engate flexível, conforme Figura 10.

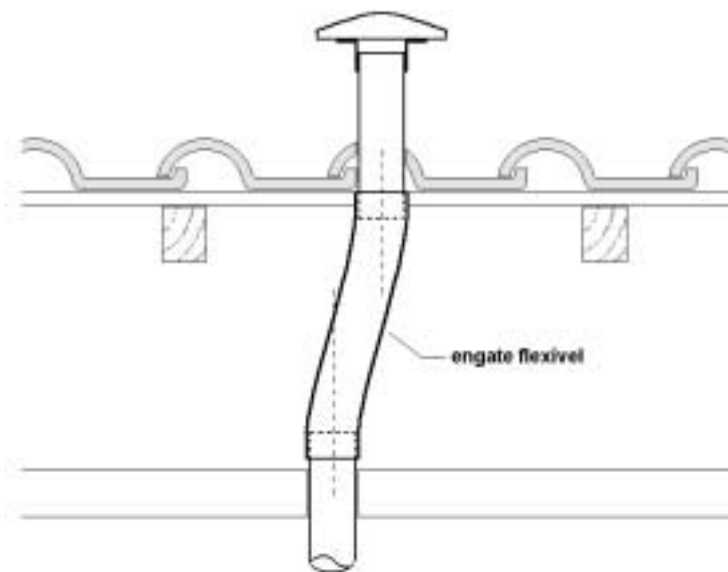


Figura 10 – Telha especial para a transposição do telhado por tubos de ventilação

10.1.4 Critério – Vedação ao redor de acessórios de fixação

O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões com a presença de acessórios de fixação, tais como parafusos ou ganchos. O fabricante da telha deve dispor ao mercado conjuntos de vedação apropriados (arruelas, vedações em borracha ou neoprene, massas de vedação e outros acessórios). O projeto do telhado deve especificar todos os materiais e detalhes construtivos para a fixação das telhas e das peças complementares, incluindo os cuidados necessários para que não ocorra ruptura ou fissuração de telhas ou peças nas operações de fixação e ao longo da vida útil do telhado.

Método de avaliação

Análise do projeto e das especificações técnicas.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- O projeto deve especificar a forma de fixação, as ferramentas a serem utilizadas e o máximo torque a ser administrado no aperto de porcas ou parafusos; para evitar a ocorrência de fissuras ou mesmo a deformação do perfil da telha em função de aperto excessivo ou de utilização de parafusos auto-brocantes, recomenda-se a introdução de calço (temporário ou definitivo) entre a telha e a respectiva peça de apoio;
- O projeto deve especificar que telhas ou peças acidentalmente fissuradas por aperto excessivo devem ser substituídas, já que a relaxação do torque inicial não impedirá que a fissura induzida venha a se manifestar posteriormente com as movimentações térmicas do telhado.

10.1.5 Critério – Estanqueidade de aberturas de ventilação

O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões com a presença de aberturas de ventilação, constituídas por entradas de ar nas linhas de beiral, aberturas guarnecidas por elementos vazados / cobogós em platibandas, clarabóias, cumeeiras elevadas, lanternins ou telhas de ventilação. Aberturas de ventilação não devem permitir o acesso de animais para o interior do ático ou da habitação.

Método de avaliação

Análise do projeto e das especificações técnicas, eventual ensaio de estanqueidade à água conforme item 10.1.2.1 / Anexo A.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- Considerando a direção e intensidade do vento no local da obra, o projetista deve assegurar que chuvas de vento não facultem a infiltração de água para o interior da cobertura, exceto quando existir laje de cobertura e instalação de águas pluviais atendendo aos critérios 10.1.10 e 10.1.14;
- O projeto de telhas de ventilação deve considerar, em função das ações previstas, a declividade da tomada de ar e a declividade do pano, dimensionando-se a projeção de uma sobre a outra de forma a não ocorrer infiltração de água; além disso, deve-se conformar uma pingadeira na extremidade da tomada de ar, a fim de não ocorrer retrocesso da água por absorção ou capilaridade;
- As aberturas de ventilação devem ser guarnecidas com telas ou outros elementos, a fim de impedir o acesso de animais (insetos, pássaros, pombos, morcegos etc).

10.1.6 Critério – Estanqueidade nos encontros com tubos e construções emergentes

O telhado não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões com a presença de chaminés, tubos de ventilação e outros elementos emergentes.

Método de avaliação

Análise do projeto.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- Nos encontros com tubos de ventilação de esgoto, chaminés e outros elementos emergentes devem ser empregados rufos (chapas galvanizadas, mantas estruturadas flexíveis etc), promovendo-se os rejuntamentos necessários com selantes flexíveis;
- A extremidade superior de suportes de antenas e outros dispositivos deve sempre ser selada; para tubos de ventilação, para garantir-se ao mesmo tempo a ventilação e a estanqueidade, devem ser empregados chapéus, Tês ou dispositivos semelhantes.

10.1.7 Critério – Estanqueidade e comportamento físico de subcoberturas

Subcoberturas aplicadas sob telhados não devem permitir infiltrações de água ou gotejamentos, apresentando as seguintes propriedades físicas e mecânicas:

- estanqueidade: não permitir vazamento sob ação de coluna de água com 50mm de altura;
- resistência ao rasgamento $\geq 15\text{kN}$, solitação por meio de pino com 2mm de diâmetro;
- flexibilidade à baixa temperatura: sem a manifestação de fissuras ou delaminações, quando submetida a temperaturas entre 0 e 5°C;
- resistência a temperaturas elevadas: sem a manifestação de descolamentos, delaminações ou fusão / escorrimientos, quando submetida a temperaturas entre 80 e 85°C;
- ação da umidade: não favorecer a proliferação de fungos;
- quando aparentes nos tetos, devem ser atendidos os critérios 8.1.1 (propagação superficial de chamas) e 8.3.1 (densidade ótica de fumaça);

- quando comercializada como barreira anti-radiante, integrada por fina lâmina de alumínio ou outro metal, o material, aplicado em uma ou nas duas faces da subcobertura, deve apresentar emissividade $\leq 0,2$;
- quando comercializada como barreira isolante térmica, a resistência térmica real não deve ser inferior a 90% da resistência térmica informada pelo produtor;
- quando comercializada como barreira antivapor, deve apresentar permeabilidade ao vapor $\leq 11,4 \times 10^{-8} \text{ g / Pa} \cdot \text{s} \cdot \text{m}^2$ (≤ 2 Perm em unidades inglesas).

Métodos de avaliação

- estanqueidade: a face em contato com a coluna de água será aquela que resultará imediatamente abaixo das telhas; recortar trecho circular da subcobertura ($\phi \cong 100\text{mm}$), introduzindo no seu centro, manualmente e numa única operação, prego 14x18 com cabeça ($\phi = 2 \pm 0,2\text{mm}$), novo, sem nenhum tipo de ranhuras ou saliências; prender o corpo-de-prova com cinta elástica na base de um tubo de vidro com diâmetro interno de 32mm, conforme Figura 11, introduzindo sobre ele coluna de água com 50mm; manter o conjunto alçado durante o período de 24 horas em local protegido e observar se não houve vazamento (posicionando papel toalha ou papel de tornassol sob a amostra); o ensaio é executado com cinco corpos-de-prova, aceitando-se vazamento em apenas um deles; o prego deve ser introduzido manualmente, estando a manta apoiada sobre placa de poliestireno expandido;
- resistência ao rasgamento: recortar do trecho central de cada rolo dois trechos de subcobertura com dimensões de 30x50cm, lado de 50cm paralelo respectivamente à direção do comprimento e à direção da largura do rolo; fixar as extremidades com 30cm em sarrafo de madeira com seção de 6x6cm, utilizando em cada uma delas dois pregos 14x18 com cabeça ($\phi 2\text{mm} \pm 0,2\text{mm}$); para cada prego, guardar sempre distância de 3cm em relação às bordas do corpo-de-prova e folga com 1 a 2mm em relação à sua face; recortar tábua com espessura de 2,5cm, largura de 18cm e comprimento que redunde em massa de $1000\text{g} \pm 50\text{g}$, apoiando-a sobre o corpo-de-prova conforme Figura 11; complementar o carregamento gradativamente, com cinco contrapesos de 1000g, até que se atinja $5000\text{g} \pm 50\text{g}$, observando intervalo de 5 minutos entre cada incremento de carga e posicionando os contrapesos sempre próximos ao centro do corpo-de-prova; manter o carregamento total (6kg) por 24 horas e registrar se houve rasgamento em algum dos patamares de carregamento ou após o período de 24 horas; utilizar 5 corpos-de-prova para cada direção, aceitando-se pequenos rasgamentos em torno dos pregos, sendo que apenas um deles pode apresentar rasgamento que leve à desestabilização do conjunto / queda dos contrapesos;

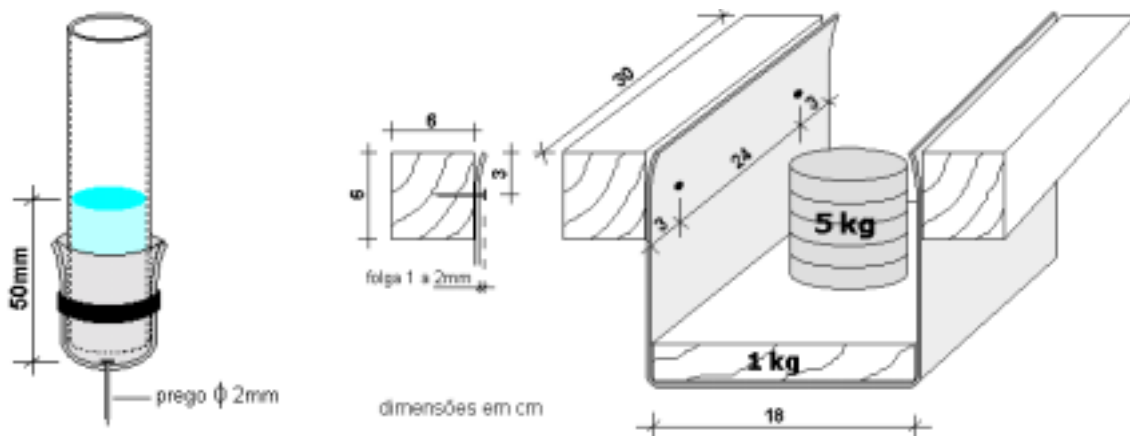


Figura 11: Esquema dos ensaios de estanqueidade e resistência ao rasgamento de subcobertura.

- flexibilidade à baixa temperatura: recortar dois trechos de subcobertura com dimensões de 10x20cm, lado de 20cm paralelo respectivamente à direção do comprimento e à direção da largura do rolo; condicionar os corpos-de-prova em refrigerador com temperatura de 0 a 5°C durante 24 horas; imediatamente após a retirada de cada corpo-de-prova do refrigerador, com o auxílio de um pino metálico com diâmetro de $5\text{mm} \pm 1\text{mm}$ e com a pressão necessária dos dedos, efetuar o dobramento a 180° da subcobertura (lado com 20cm de comprimento) em torno do pino; sob observação com lente de aumento (ampliação de 5 vezes) não devem ocorrer fissuras, delaminações ou outros danos em nenhum dos 3 corpos-de-prova a serem testados em cada direção; no caso de subcoberturas com lâminas de alumínio apenas em uma das faces, utilizar corpos-de-prova gêmeos, tracionando ora a face aluminizada ora a face oposta;
- resistência a temperaturas elevadas: recortar da subcobertura três corpos-de-prova com dimensões de 10x10cm; mantê-los suspensos (fio de arame com 2mm de diâmetro aplicado num dos eixos, a 3cm da borda) no interior de estufa ventilada com temperatura de $80^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ durante 5 horas; sob observação com lente de aumento (ampliação de 5 vezes) não devem ocorrer escorrimientos, descolamentos, delaminações e outros danos em nenhum corpo-de-prova, desconsiderando-se falhas que eventualmente apareçam a 5mm de cada borda;
- ação da umidade: ensaios de acordo com a norma ASTM C 1338 – seção 7.2;
- propagação superficial de chamas: conforme indicado no item 8.1.1.1 anterior;
- densidade óptica de fumaça: conforme indicado no item 8.3.1.1 anterior;
- emissividade: ensaios de acordo com a norma ASTM C 1371;

- permeabilidade ao vapor: ensaios de acordo com a norma ASTM E 96 – Desiccant Method;
- resistência térmica: Projeto 02:135.07-004:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- O projeto deve especificar a forma de aplicação e fixação da subcobertura, a necessidade ou não do emprego de contra-caibros, os acessórios necessários, os cuidados indispensáveis para que as faces aluminizadas não sejam feridas na aplicação etc; nas emendas das mantas deve-se adotar sobreposição mínima de 5cm, podendo-se utilizar ou não fita auto-aderente nas emendas; considerando o sentido do caimento do telhado, a manta superior deve sempre recobrir a manta inferior, havendo ou não fita adesiva na ligação; quando aplicada imediatamente sob as ripas, a subcobertura não deve resultar muito esticada, formando pequenos canais que conduzirão sob as ripas a água eventualmente infiltrada pelo telhado; no final de cada canal a água deve verter para uma calha ou para o exterior da edificação, jamais se acumulando sobre forros, paredes e outros elementos; nas terminações em oitões, recomenda-se o emprego de tabeira dupla, servindo a mais interna para fixação da subcobertura;
- Quando constituídas por lâmina de alumínio (numa ou nas duas faces), considerando-se que o mesmo é bom condutor de eletricidade, cuidados especiais devem ser observados para que não ocorram contatos elétricos com a subcobertura (condutores embutidos em eletrodutos, motores isolados e outras providências); quando nas proximidades de fontes de calor (chaminés, instalações de água quente etc), deve-se empregar material isolante térmico ou manter distância apropriada da fonte de calor (mínimo de 10cm);
- Quando constituídas por lâmina de alumínio em apenas uma das faces, esta deve estar preferencialmente voltada para baixo; para exercer efetivamente função de barreira anti-radiante, a face aluminizada deve guardar distância mínima de 3cm em relação a forros ou outros anteparos; a função de barreira anti-radiante será praticamente eliminada no caso de aplicar-se qualquer pintura sobre o filme de alumínio;
- Quando empregadas com a função de melhorar o desempenho térmico da cobertura deve-se levar em conta que a introdução da subcobertura, se de um lado pode diminuir sensivelmente a transmissão de calor radiante, normalmente resulta em acentuada queda da permeabilidade ao ar / ventilação do telhado.

10.1.8 Critério – Exigências gerais para lajes de cobertura e vigas-calha

As lajes de cobertura e as vigas-calha devem ser estanques, não permitindo formação de umidade nos tetos nem infiltrações que comprometam a vida útil projetada para a cobertura.

Método de avaliação

Análise de projeto / verificação das exigências aplicáveis dos critérios 10.1.9 a 10.1.13 seguintes.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- Lajes de cobertura e vigas-calha devem apresentar declividade $\geq 2\%$ no sentido do escoamento da água de chuva; sempre que necessário, camadas de regularização e/ou contraflechas devem ser administradas ao componente estrutural, a fim de evitar qualquer empoçamento de água (decorrente por exemplo de flechas desenvolvidas com a deformação lenta do concreto etc);
- Camadas de regularização, ou a própria base desempenada, devem apresentar superfícies suficientemente planas e lisas, tolerando-se as seguintes irregularidades:
 - variação máxima em relação à declividade nominal do pano: -0, + 0,5%;
 - variação máxima na espessura prevista para camada de regularização: $\pm 5\text{mm}$;
 - variação máxima em relação a cotas, extensão de dentes para encaixe da impermeabilização e outros detalhes: $\pm 5\text{mm}$;
 - variação máxima em relação ao raio de arredondamento de cantos: $\pm 10\text{mm}$;
 - irregularidades graduais: afastamento máximo de 3mm em relação a uma régua com 2m de comprimento;
 - irregularidades abruptas: afastamento máximo de 1mm em relação a uma régua de 20cm de comprimento;
 - protuberâncias contundentes de qualquer dimensão: não permitidas.
- Sistemas de captação e condução das águas pluviais devem integrar-se perfeitamente à cobertura, não se admitindo qualquer infiltração de água nas interfaces com canaletas, grelhas, ralos, tubos de queda etc.

10.1.9 Critério – Estanqueidade de lajes de cobertura e vigas-calha sem sistema sobreposto de impermeabilização

Coberturas constituídas por materiais pétreos diretamente expostos às intempéries (concretos aditivados com elastômeros, tratados por processo de cristalização etc, sem sistema sobreposto de impermeabilização) devem ser estanques, não permitindo formação de umidade nos tetos nem infiltrações que comprometam a vida útil projetada para a cobertura.

Método de avaliação

Submetendo-se o material à pressão de 0,7MPa, nas condições da norma NBR 10787, a mancha de umidade não pode aprofundar-se por mais de 20mm a partir da face do corpo-de-prova em contato com a água sob pressão; havendo armaduras negativas sem proteção anticorrosiva especial (galvanização etc), a mancha de umidade deve ficar afastada no mínimo 10mm a partir da geratriz superior da barra com menor cobrimento de concreto; o projeto e a execução devem garantir a reprodutibilidade das propriedades do material ensaiado (compacidade, permeabilidade etc), a inexistência de risco de fissuração da laje e a ausência de frestas (encontros com ralos, tubos de ventilação etc).

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- No caso de concretos diretamente expostos às intempéries, e que atendam ao limite de permeabilidade indicado em 10.1.9.1, a ocorrência de fissuras deve ser prevenida pela adequada composição do concreto, por processos de protensão total de lajes ou vigas-calha, subdivisão dos panos de laje mediante a introdução de juntas convenientemente tratadas etc; o sistema de laje ou de vigas-calha deve ainda atender ao Critério 10.1.8;
- Lajes produzidas com concretos comuns, lajes mistas e lajes de qualquer forma sujeitas à fissuração, salvo medidas especiais com eficácia demonstrada através de cálculos ou ensaios, devem ser impermeabilizadas com sistemas flexíveis; para fins desta Norma, argamassas aditivadas com hidrofugantes, cimentos poliméricos e outros materiais semelhantes, mesmo que reforçados com telas ou véus, são considerados sistemas rígidos.

10.1.10 Critério – Estanqueidade e comportamento físico de mantas e membranas que contam com normas prescritivas específicas

Coberturas protegidas por sistemas de impermeabilização normalizados pela ABNT / INMETRO devem ser estanques, não permitindo formação de umidade nos tetos nem infiltrações que comprometam a vida útil projetada para a cobertura.

Método de avaliação

Análise do projeto e do memorial de execução, considerando as disposições das normas NBR 9575 e NBR 9574. Análise da especificação técnica dos materiais, que devem atender todas as normas aplicáveis (NBR 8521, NBR 9227, NBR9228, NBR 9229, NBR 9685, NBR 9686, NBR 9687, NBR 9690, NBR 9910, NBR 9952, NBR 11797, NBR 13121, NBR 13321, NBR 13724); relativamente a véus e telas de poliéster, devem ser atendidas as disposições das normas ASTM D 5665 e ASTM D 5726.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- As impermeabilizações aplicadas sobre lajes, salvo no caso de deságüe direto a partir de beirais, devem sempre constituir bacias, ou seja, a periferia da laje deve apresentar mureta, platibanda ou outro elemento vertical, realizando-se a dobra da impermeabilização nesse elemento; no caso de projeção direta da água através do beiral, este deve ser obrigatoriamente dotado de pingadeira, adotando-se os detalhes necessários para a adequada fixação da manta ou da membrana;
- O projeto deve especificar todos os materiais necessários, a forma de execução e todos os detalhes relativos aos encontros com ralos, tubos emergentes, platibandas, vigas invertidas, reservatórios de água e outras construções sobre a cobertura, tubulações horizontais, hastes de pára-raios e iluminação de emergência, antenas, máquinas de ar-condicionado etc; deve ainda incluir, quando for o caso, especificações relativas a juntas de movimentação ou juntas construtivas ("juntas frias"), tratamento de fissuras, camadas de regularização, amortecimento, separação, proteção mecânica, isolamento térmica e outras;
- Em coberturas com declividade superior a 5%, o sistema de impermeabilização deve ser aderente ou contar com sistema de suportes e fixadores que impeçam o deslizamento de mantas flutuantes, garantindo ao mesmo tempo a estanqueidade à água do conjunto; não existindo suportes ou fixadores, a resistência de aderência, determinada de acordo com 9.1.2.1, deve ser tanto maior quanto mais inclinada for a cobertura, devendo atender à seguinte condição:

$$R_{aderência} \geq 200 + 6(d - 5) \quad (eq.11)$$

$R_{\text{aderência}}$ = resistência de aderência à tração (kPa)

d = declividade da cobertura (%)

- Coberturas com declividade superior a 15% não devem ser compostas por camadas comuns de regularização ou proteção mecânica (normalmente argamassa), em função do risco de escorregamento; no caso da utilização dessas camadas, cuidados especiais devem ser providenciados, assegurando-se que a resistência de aderência entre a camada de regularização e a base, bem como entre a camada de proteção e a manta ou membrana, atenda ao disposto na equação 11; no caso do emprego de camadas de isolamento térmica, aplica-se a mesma exigência;
- Na existência de isolamento térmica, os materiais empregados devem atender as respectivas normas brasileiras (NBR 7213, NBR 9230, NBR 9688, NBR 9909, NBR 10404, NBR 10412, NBR 11358, NBR 11360, NBR 11361, NBR 11362, NBR 11364, NBR 11626, NBR 11722, NBR 11752, NBR 13047); no caso de camada de argila expandida ou outro material granular sobreposto à impermeabilização, para que não ocorra assoreamento ao redor de ralos hemisféricos recomenda-se a eliminação dos finos por meio de prévia lavagem / peneiramento do material em peneira N° 8 (abertura da malha = 2,75mm) ou utilização de dispositivos que impeçam o assoreamento;
- A impermeabilização deve ainda atender aos Critérios 9.1.1, 9.1.2 e 10.1.8 anteriores. No caso de dúvida sobre a permeabilidade da manta ou da membrana, ou sobre a eficácia dos sistemas de emendas ou ligações com tubos emergentes, ralos e outros, devem ser realizados ensaios de acordo com o Critério 10.1.11 e/ou com o Critério 10.1.12 a seguir.

10.1.11 Critério – Impermeabilidade de mantas e membranas que não contam com normas prescritivas específicas

Mantas pré-fabricadas e membranas moldadas no local, sem normas prescritivas específicas, devem suportar a ação de uma coluna de água com 30cm de altura, sem a ocorrência de qualquer percolação ou vazamento de água.

Método de avaliação

Ensaio de estanqueidade em corpo-de-prova com dimensões de 50x50cm, incorporando todos os detalhes do sistema (telas ou véus de reforço etc), aplicado sobre chapa em aço inoxidável com espessura de 5mm e área de 50x50cm. A chapa de aço deve receber nove perfurações com 3,2mm de diâmetro na sua região central, não apresentando quaisquer rebarbas resultantes do corte ou perfuração. Após sete dias de cura do sistema ($T = 23 \pm 2^\circ\text{C}$; $UR = 55 \pm 5\%$), aplica-se sobre a região central da manta ou da membrana coluna de água com 30cm de altura, valendo-se de recipiente com dimensões internas de 30x30cm. Entre a base do recipiente e a impermeabilização utiliza-se massa de vedação, conforme Figura 12, promovendo-se a fixação do recipiente por meio de garras. Os furos introduzidos na chapa de aço devem guardar distância de 10cm entre eixos, e distância de 5cm em relação às paredes do recipiente, cujo sistema de fixação não deve introduzir ferimentos na impermeabilização. Após 21 dias de atuação da coluna de água, repondo-se a cada três dias as quantidades de água evaporadas, não deve ocorrer qualquer sinal de percolação ou vazamento.

Nível de desempenho: M.

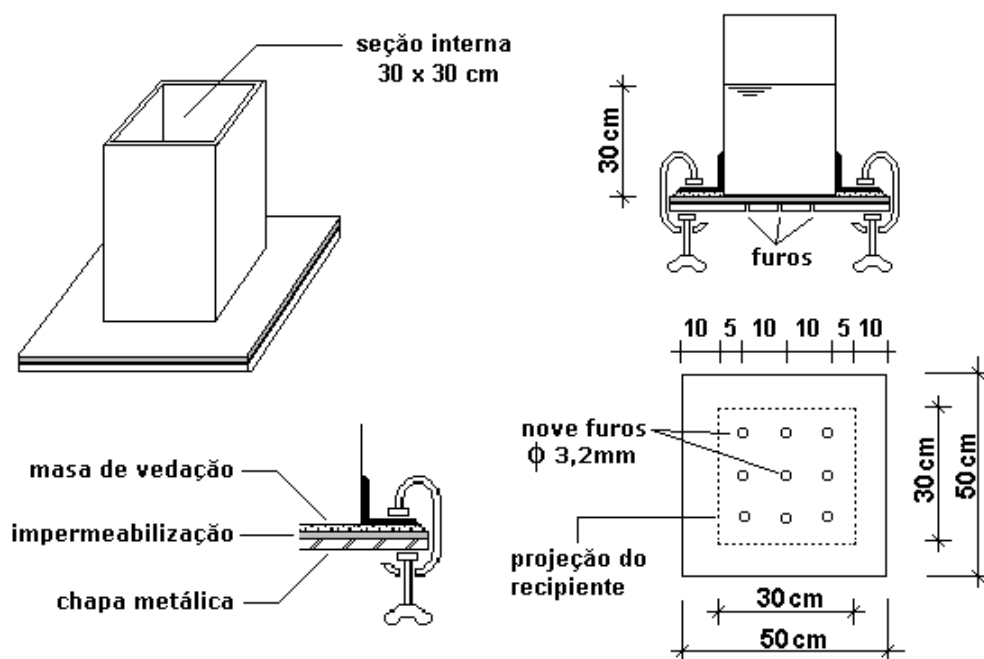


Figura 12: Esquema de ensaios de estanqueidade à água de mantas ou membranas.

OBSERVAÇÕES

- Devem ser registrados todos os materiais e procedimentos de execução do corpo-de-prova representativo da impermeabilização, determinando-se sua espessura de acordo com a norma NBR 9952;
- Mantas ou membranas constituintes do sistema devem ainda atender ao critério 10.1.12.

10.1.12 Critério – Aplicação de mantas e membranas que não contam com normas prescritivas específicas

Emendas e ligações de mantas pré-fabricadas ou membranas moldadas no local que não contam com normas prescritivas específicas, devem suportar a ação de uma coluna de água com 5cm de altura, sem a ocorrência de qualquer percolação ou vazamento de água.

Método de avaliação

Deve-se realizar ensaio em corpo-de-prova plano que incorpore todos os detalhes do sistema (juntas entre peças de estruturas pré-moldadas, emendas de mantas, dobras, encontros com ralos ou tubos emergentes etc), mantendo-se sobre a impermeabilização uma lâmina de água com 50mm de altura durante 7 dias. Após este período, não deve ocorrer vazamento ou manchas de umidade na face inferior da laje. Esta deverá ser construída em local abrigado, com dimensões de 3x3m em planta, espessura padronizada de 70mm \pm 3mm, sendo constituída por armaduras positivas em malha quadrada (ϕ 6mm, espaçamento 10cm, cobertura 20mm) e concreto com porosidade volumétrica em torno de 30% (constituído por brita 0 e areia fina, com relação água-cimento \cong 1). A impermeabilização deve ser aplicada no mínimo 40 dias após a moldagem da laje; devem ser registrados todos os materiais e procedimentos de execução da impermeabilização, determinando-se sua espessura de acordo com a norma NBR 9952.

Nível de desempenho: M.

10.1.13 Critério e níveis de desempenho – Propriedades físicas de mantas e membranas que não contam com normas prescritivas específicas

Sistemas de impermeabilização que não contam com normas prescritivas específicas devem apresentar as características e os níveis de desempenho indicados na Tabela 7.

Tabela 7 – Exigências/níveis de desempenho para mantas e membranas poliméricas (material novo)

Sistema	Característica requerida	Nível de desempenho		
		M	I	S
Mantas pré-fabricadas	Absorção máxima após imersão em água por 72 horas (%)	2,0	1,0	0,5
	Tensão mínima de tração para alongamento de 100% (MPa)	2	2	2
	Tensão mínima de ruptura à tração (MPa)	6	8	11
	Alongamento mínimo na ruptura por tração (%)	200	250	300
	Carga mínima de ruptura à tração (N/5cm)	300	400	500
	Carga mínima de ruptura à tração nas emendas (N/5cm)	50	60	70
	Resistência ao puncionamento estático – pistão ϕ 11mm /24h (N)	70	150	250
	Resistência ao impacto – pistão ϕ 11mm, 2h com T = 0 a 5°C (J)	2,4	4,8	7,2
	Estabilidade – máxima deformação residual após 72h a 80°C (%)	1,0	1,0	1,0
Dobramento a 180° (mandril ϕ 25mm, após 4h com T = 0 a 5°C)	sem fissuras ou outras avarias			
Membranas moldadas no local	Absorção máxima após imersão em água por 72 horas (%)	6,0	4,0	2,0
	Carga mínima de ruptura à tração (N/5cm)	200	300	400
	Alongamento mínimo na ruptura por tração (%)	20	25	30
	Resistência ao puncionamento estático – pistão ϕ 11mm /24h (N)	50	80	120
	Resistência ao impacto – pistão ϕ 11mm, 2h com T = 0 a 5°C (J)	2,4	2,4	4,8
	Estabilidade – máxima deformação residual após 72h a 80°C (%)	1,0	1,0	1,0

	Estabilidade – sem escorrimentos/bolhas nas temperaturas (°C)	90	100	110
	Dobramento a 180° (mandril ϕ 25mm, após 4h com T = 0 a 5°C)	sem fissuras ou outras avarias		

Métodos de avaliação

Ensaio de acordo com os métodos apresentados na norma NBR 9952, utilizando-se sempre cinco corpos-de-prova. As verificações de carga e tensão de ruptura à tração, alongamento e dobramento devem ser realizadas tanto na direção longitudinal como na direção transversal do rolo. Para os ensaios de impacto, o corpo com massa de 1kg é abandonado em queda livre a partir das respectivas alturas de 24, 48 e 72cm, considerando-se que não atendem ao critério estabelecido apenas os corpos-de-prova onde a perfuração pode ser visível a olho nu.

Com exceção dos ensaios de estabilidade dimensional (condicionamento na temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$), resistência ao impacto e capacidade de dobramento / flexibilidade (condicionamento na temperatura entre 0 e 5°C), todos os demais ensaios devem ser realizados com a temperatura do material em equilíbrio com o ambiente, ou seja $T = (23 \pm 2)^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $(50 \pm 5)\%$. Para enquadramento nos níveis de desempenho indicados na Tabela 7, considerando qualquer uma das características listadas, pelo menos 4 corpos-de-prova devem atender à respectiva exigência.

Para membranas moldadas no local, as verificações de carga de ruptura à tração e alongamento devem ser realizadas de acordo com a norma NBR 7462. Sobre superfície plana e antiaderente (placa de teflon, cartão siliconado etc) executa-se um trecho de impermeabilização com aproximadamente 1m^2 , obedecendo-se todas as especificações do produtor relativas aos materiais, espessura das camadas, seqüência e cuidados de aplicação, tempo e processo de cura etc. Após a cura, os corpos-de-prova necessários são recortados com estilete.

Devem ser registrados todos os materiais e procedimentos de execução da impermeabilização, determinando-se sua espessura de acordo com a norma NBR 9952.

OBSERVAÇÕES

- O sistema de impermeabilização deve ainda atender aos Critérios 9.1.1, 9.1.2, 10.1.8 e 10.1.10;
- O produtor deve especificar todos os materiais, acessórios, ferramentas, equipamentos, processos e controles envolvidos na execução do sistema de impermeabilização, bem como eventuais condições especiais (transporte e armazenagem dos materiais, preparação da base, dispositivos de segurança no trabalho etc). Propriedades tóxicas ou inflamáveis dos materiais devem ser expressamente indicadas, obedecendo-se os limites de normas técnicas similares e da legislação em vigor.

10.1.14 Critério – Captação e escoamento de águas pluviais

O sistema de captação e escoamento das águas de chuva deve ter capacidade suficiente para drenar a máxima precipitação passível de ocorrer na região da obra, não permitindo empoçamentos ou extravasões para o interior da edificação, para áticos ou quaisquer outros locais não previstos no projeto da cobertura.

Método de avaliação

Análise de projeto, considerando as disposições da norma NBR 10844 (Instalações prediais de águas pluviais) para a avaliação da capacidade do sistema de captação e drenagem pluvial da cobertura. Verificação da compatibilização desse projeto com o projeto de arquitetura do telhado, com o projeto de impermeabilização (de acordo com a NBR 9575) e com outros projetos específicos.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- Na determinação das áreas de contribuição, especial atenção deve ser dada às superfícies verticais que recebem a incidência de água que escorrerá até a cobertura; no caso de lajes, respeitando-se a declividade mínima especificada em 10.1.8 e a capacidade de vazão de canais e tubos condutores, deve-se delimitar a configuração dos panos, a posição e o número suficiente de ralos;
- A seção de condutores, canais e tomadas d'água não devem resultar com área inferior àquela prevista no projeto, em função de dobra da impermeabilização, emprego de ralos hemisféricos, telas de proteção e outros; os coeficientes de rugosidade de condutos abertos ou fechados também não devem ser majorados em relação aos parâmetros admitidos no projeto, pela introdução de pinturas ou revestimentos com maior rugosidade; no caso do emprego de telas de proteção, ralos hemisféricos e outros, as perdas de carga adicionais devem ser convenientemente consideradas no projeto;

- Calhas e canais moldados no local devem apresentar declividade mínima de 1%. Para as calhas pré-fabricadas (em chapa galvanizada, alumínio, cobre, plásticos ou outros materiais) deve ser observada a declividade mínima de 0,5% em direção ao ponto de escoamento; o número e posição dos suportes deve garantir a perfeita retitude da base da calha, recomendando-se espaçamento máximo de 70cm para calhas plásticas e 90cm para calhas metálicas; os suportes devem ser dimensionados para suportarem o peso próprio e o peso da água preenchendo toda a calha, com um coeficiente de majoração de 1,5; condutores aparentes no pavimento térreo devem apresentar conveniente resistência a impactos e outras solicitações mecânicas;
- Em função das movimentações térmicas, nos encontros com platibandas recomenda-se que as calhas sejam fixadas em apenas uma das abas laterais, podendo a outra aba movimentar-se livremente no sentido transversal (sob um rufo, por exemplo); para peças muito longas, recomenda-se que as peças sejam subdivididas em trechos com extensão máxima de 3 metros, introduzindo-se selante elastomérico na região de sobreposição e promovendo-se as uniões através de rebites ou parafusos com porcas (furo normal na peça superior, eventual furo oblongo na peça inferior);
- Como recurso de arquitetura, as calhas podem ser aplicadas em nível nos beirais (com fundo falso), desde que tenham internamente fundo efetivo que assegure a seção e a declividade previstas no projeto; o desempenho hidráulico de condutores verticais pode ser melhorado com a introdução de respiros que equilibrem a pressão atmosférica, podendo a função ser desempenhada por pequenas descontinuidades na junção de segmentos do tubo coletor; coletores de emergência poderão ser utilizados com cota da tomada d'água um pouco acima do fundo da calha, conforme Figura 13;
- Na execução da obra deve-se garantir a manutenção das seções originais previstas no projeto de águas pluviais, protegendo-se tomadas d'água, canais, calhas e condutores contra deposição de resíduos; particular atenção deve ser dada a processos que geram transporte de sólidos em suspensão, como corte de concreto com serras tipo copo, hidrojateamento de revestimentos tipo "massa lavada", limpeza geral da obra, etc.

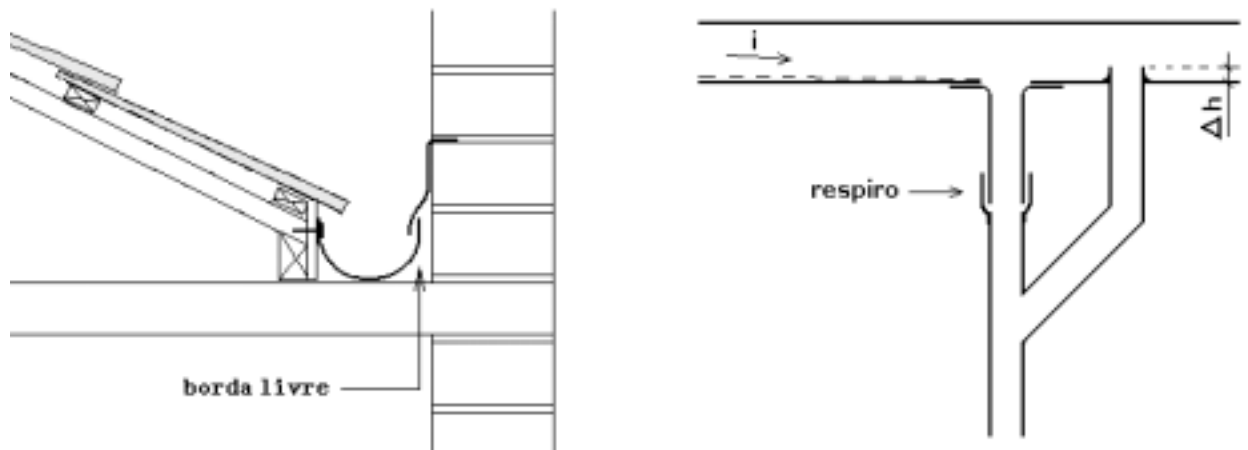


Figura 13: Calha fixada apenas numa das bordas, calha com fundo interno inclinado, respiro e coletor auxiliar

11 DESEMPENHO TÉRMICO

A edificação habitacional deve reunir características que atendam as exigências de conforto térmico dos usuários, considerando-se a região de implantação da obra e as respectivas características bioclimáticas definidas no projeto de norma 02:135.07-003:1998 – “Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social”.

O projeto de norma 02:136.01.001 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais estabelece três procedimentos alternativos para avaliação da adequação de habitações a estas oito diferentes Zonas Bioclimáticas:

Procedimento 1 – Simplificado: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para coberturas (conforme itens a seguir) e fachadas (conforme documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Fachadas e Paredes internas);

Procedimento 2 – Simulação: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos no documento “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais”, por meio da simulação computacional do desempenho térmico do edifício;

Procedimento 3 – Medição: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos no documento “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais”, por meio da realização de medições em edificações ou protótipos em escala real.

Esta norma apresenta portanto os critérios de desempenho térmico de coberturas com base no Procedimento 1 – Simplificado. Estes critérios referem-se às propriedades térmicas – transmitância térmica e absorvância dos materiais empregados nas coberturas.

Para os efeitos desta seção aplicam-se as definições, símbolos e unidades dos projetos de norma 02:135.07-001, 02:135.07-002, 02:135.07-004 e 02:135.07-005.

11.1 Requisito - Isolação térmica da cobertura

As propriedades térmicas – transmitância térmica e absorvância à radiação solar – das coberturas da habitação devem apresentar valores adequados que proporcionem um desempenho térmico apropriado para cada zona bioclimática.

11.1.1 Critério e níveis de desempenho - Transmitância térmica

Os valores máximos admissíveis para a Transmitância Térmica (U) das coberturas, considerando fluxo térmico descendente, e os respectivos níveis de desempenho encontram-se apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica.

Transmitância Térmica ⁽¹⁾ (U, em W/(m ² .K))		Nível de desempenho
Zonas 1 a 7	Zona 8 ⁽²⁾	
U ≤ 2,30	U ≤ 2,30 FV	M
U ≤ 1,50	U ≤ 1,50 FV	I
U ≤ 1,00	U ≤ 1,00 FV	S

⁽¹⁾ Valores de transmitância Térmica (U) considerando-se a resistência superficial interna com valor de 0,17 m².K/W e a resistência superficial externa com valor de 0,04 m².K/W.

⁽²⁾ Na Zona Bioclimática 8 também serão aceitas coberturas com telhas cerâmicas em estado natural (não pintadas e não esmaltadas), mesmo que a cobertura não tenha forro.

FV = Fator de ventilação do ático, conforme item 11.1.1.1.2 a seguir

OBSERVAÇÃO

Em todas as zonas bioclimáticas, com exceção da zona 7, recomenda-se que elementos com capacidade térmica maior ou igual a 150 kJ/(m².K) não sejam empregados sem isolamento térmico ou sombreamento.

Métodos de avaliação

11.1.1.1.1 Transmitância térmica

Determinação por meio de cálculo conforme procedimentos apresentados no projeto de norma 02:135.07-002:1998.

11.1.1.1.2 Fator FV, aplicável para áticos ventilados

São considerados ventilados os áticos cujas aberturas ocupem, no mínimo, toda a extensão de dois beirais opostos, e desde que a altura destas aberturas (h, em cm) seja igual ou superior a 6 cm, conforme Figura 14.

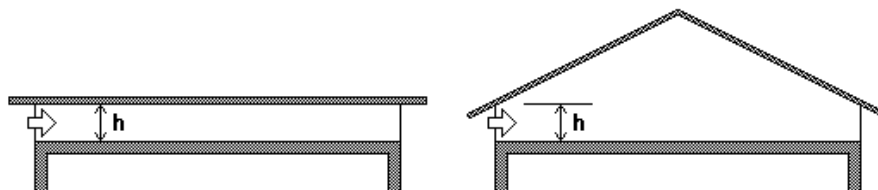


Figura 14 – Abertura (h) em beirais para ventilação do ático

O fator FV é calculado em função da altura da abertura (h, em cm):

$$FV = 1,17 - 1,07 \cdot h^{-1,04}$$

OBSERVAÇÃO

Para coberturas sem forro ou com áticos não ventilados: FV = 1

11.1.2 Critério e níveis de desempenho – Absortância térmica

O valor máximo admissível de absorvância à radiação solar das superfícies externas da cobertura quando novas e o nível de desempenho correspondente encontram-se apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Critério e nível de desempenho de coberturas quanto à absorvância das superfícies externas

Absorvância (α , adimensional) Zonas bioclimáticas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	Nível de desempenho
Sem exigência	M
$0,26 < \alpha \leq 0,40$	I
$\alpha \leq 0,25$	S

Método de avaliação

Medição da absorvância à radiação solar conforme procedimentos da Norma ANSI/ASHRAE 74/1988 – Method of measuring solar-optical properties of materials.

12 DESEMPENHO ACÚSTICO

12.1 Requisito - Isolação acústica da cobertura – sons aéreos

A cobertura deve apresentar adequado isolamento acústico a fim de proporcionar condições para repouso em dormitórios, para atividades intelectuais, descanso e lazer doméstico em sala de estar e de privacidade em qualquer cômodo.

Nota 1: Este requisito refere-se ao isolamento de ruído aéreo, não ao ruído de impacto de chuva. O nível de desempenho deve ser compatível com o nível de ruído de fundo do local de implantação da obra. O nível “M” de desempenho foi estabelecido considerando nível de ruído de fundo de até 75dBA. Para ruídos ambientes que excedam esse valor, de acordo com a norma NBR 10151, devem ser especificados níveis de desempenho “I” ou “S”, a fim de que sejam atendidos os níveis de conforto estabelecidos na norma NBR 10152.

Para verificação do atendimento deste requisito há necessidade de medições do isolamento acústico, que podem ser realizadas em campo ou em laboratório, podendo-se optar por um dos três métodos a seguir:

- método de precisão, realizado em laboratório, conforme a norma ISO 140-3 (vide 12.1.2);
- método de engenharia, realizado em campo, conforme a norma ISO 140-5 (vide 12.1.1);
- método simplificado, realizado em campo, conforme a norma ISO 10052 (vide 12.1.1).

A escolha do método para determinar a isolamento sonora será feita levando-se em conta as necessidades e características de cada método:

- método de laboratório: determina a isolamento sonora de componentes construtivos (parede, janela, porta, etc). O resultado é aplicável a diferentes projetos, mas, para avaliar um elemento (parede com janela, parede com porta), é necessário ensaiar cada componente e depois calcular o isolamento global do conjunto (vide 12.1.2.1);
- método de engenharia: determina em campo, de forma rigorosa, a isolamento sonora global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura, no caso de casas térreas, e somente fachada nos edifícios multipiso), caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema a ser avaliado. O resultado obtido se restringe somente a esse sistema. Dentre as medições de campo, o método de engenharia é o mais recomendável;
- método simplificado de campo: permite obter uma estimativa do isolamento sonoro global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura, no caso de casas térreas, e somente fachada nos edifícios multipiso), em situações onde não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído de fundo não permitem obter este parâmetro.

Nota 2: As normas ISO mencionadas ainda não tem versão em português. Mantendo-se os símbolos nelas consignados, adotam-se na presente norma os seguintes significados / traduções:

R Sound Reduction Index \Rightarrow Índice de Redução Sonora;

R_w Weighted Sound Reduction Index \Rightarrow Índice de Redução Sonora Ponderado;

D_{nT} Standardized Level Difference \Rightarrow Diferença Padronizada de Nível (a diferença é padronizada);

$D_{nT,w}$ Weighted Standardized Level Difference \Rightarrow Diferença Padronizada de Nível Ponderada (as diferenças padronizadas são ponderadas e consolidadas em uma única “diferença”).

12.1.1 Critério e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo para casas térreas - Diferença Padronizada de Nível Ponderada promovida pela vedação externa (fachada e cobertura)

A vedação externa da unidade habitacional deve apresentar *Diferença Padronizada de Nível Ponderada* ($D_{2m,nT,w}$) conforme os limites e níveis de desempenho indicados na Tabela 10.

No caso de habitação localizada junto a vias de tráfego intenso (rodoviário, ferroviário ou aéreo), deve-se utilizar os valores de *Diferença Padronizada de Nível Ponderada* da vedação externa acrescidos de 5 dB ($D_{2m,nT,w} + 5$), conforme tabela 17.

A *Diferença Padronizada de Nível Ponderada* da vedação externa ($D_{2m,nT,w}$) é o número único do isolamento de ruído aéreo em edificações, derivado dos valores em bandas de oitava ou de terço de oitava da *Diferença Padronizada de Nível* da vedação ($D_{2m,nT}$), de acordo com o procedimento especificado na Norma ISO 717-1:1996.

Tabela 10 – *Diferença Padronizada de Nível Ponderada* da vedação externa ($D_{2m,nT,w}$)

Elemento	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	$D_{2m,nT,w}+5$ [dB]	Nível de Desempenho
Vedação externa (fachada + cobertura)	30 a 34	35 a 39	M
	35 a 39	40 a 44	I
	≥ 40	≥ 45	S

Método de avaliação

Deve-se utilizar um dos seguintes métodos para a determinação dos valores da *Diferença Padronizada de Nível*, $D_{2m,nT}$:

- Método de campo descrito na Norma ISO 140-5:1998, obtendo-se valores em bandas de terço de oitava entre 100 e 3150 Hz, ou em bandas de oitava entre 125 e 2000 Hz;
- Método simplificado descrito na norma ISO 10052, obtendo-se valores em bandas de oitava entre 125 e 2000 Hz.

Nota: O método recomendado, sempre que possível, é o método da norma ISO 140-5, ou seja, medições em laboratório.

As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas.

Para a determinação do valor da *Diferença Padronizada de Nível Ponderada*, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa a partir do conjunto de valores de *Diferença Padronizada de Nível*, deve-se utilizar o procedimento especificado na Norma ISO 717-1:1996.

12.1.2 Critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de laboratório - Índice de Redução Sonora Ponderado da cobertura

A cobertura da unidade habitacional deve apresentar *Índice de Redução Sonora Ponderado* (R_w) conforme os limites e níveis de desempenho indicados na Tabela 11.

Nota: Quando a cobertura é constituída de mais do que um componente, deve ser ensaiado o sistema composto ou ensaiado cada componente e calculada a isolação resultante conforme descrito em 12.1.2.1.

Tabela 11 – *Índice de Redução Sonora Ponderado* da cobertura (R_w)

Elemento	R_w [dB]	$R_w +5$ [dB]	Nível de Desempenho
Cobertura	35 a 39	40 a 44	M
	40 a 44	45 a 49	I
	≥ 45	≥ 50	S

Método de avaliação

Deve-se utilizar a Norma ISO 140-3:1995 para a determinação dos valores do *Índice de Redução Sonora* (R) em bandas de terço de oitava entre 100 e 5000 Hz.

Para a determinação do valor do *Índice de Redução Sonora Ponderado* (R_w) a partir do conjunto de valores do *Índice de Redução Sonora* de cada faixa de freqüências, deve-se utilizar o procedimento especificado na Norma ISO 717-1:1996.

12.2 Requisito - Isolação de ruído de impacto – coberturas acessíveis de uso coletivo

As coberturas de edifícios que facultam acesso coletivo (churrasqueiras etc) devem apresentar adequado isolamento acústico frente a ruídos transmitidos por impactos.

Para verificação do atendimento deste requisito há necessidade de medições do isolamento acústico em campo, podendo-se optar por um dos dois métodos a seguir:

- método de engenharia, realizado em campo, conforme a norma ISO 140-7;
- método simplificado, realizado em campo, conforme a norma ISO/DIS 10052.

A escolha do método de obter a isolamento sonora deve ser feita levando-se em conta as necessidades e características de cada método:

- o método de engenharia, o mais recomendável, determina de forma rigorosa o isolamento de ruído de impacto global entre ambientes, no campo, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema a ser avaliado. O resultado obtido se restringe somente a esse sistema;
- o método simplificado de campo permite obter uma estimativa do isolamento de ruído de impacto em campo, em situações onde não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído de fundo não permitem obter este parâmetro.

Nota sobre nomenclatura: as normas especificadas ainda não têm versão em português. As traduções adotadas nesta norma para os termos acústicos são:

L'_{nT} Standardized Impact Sound Pressure Level \Rightarrow Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado;

$L'_{nT,w}$ Weighted Standardized Impact Sound Pressure Level \Rightarrow Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado.

12.2.1 Critério – Isolação de ruídos de impactos em coberturas acessíveis de uso coletivo

As coberturas acessíveis de uso coletivo devem apresentar *Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado* ($L'_{nT,w}$) conforme os níveis de desempenho apresentados na Tabela 12.

O *Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado* ($L'_{nT,w}$) é o número único do isolamento de ruído de impacto em edificações, derivado dos valores em bandas de oitava do *Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado* (L'_{nT}), de acordo com o procedimento especificado na Norma ISO 717 – Parte 2.

Tabela 12 – Critérios de *Nível de Pressão Sonora de Impacto Padronizado Ponderado*, $L'_{nT,w}$, para ensaios de campo

Elemento	$L'_{nT,w}$ [dB]	Nível de Desempenho
Cobertura acessível, de uso coletivo	56 a 65	M
	46 a 55	I
	≤ 45	S

13 FUNCIONALIDADE E ACESSIBILIDADE

13.1 Requisito – Lançamento de água através de beirais ou buzinotes

A entrada e saída de pessoas da edificação, em dias de chuva, não deve ser prejudicada pelo lançamento de grandes fluxos de água a partir da cobertura.

13.1.1 Critério – Lançamento e destinação das águas pluviais

A cobertura deve ser dotada de sistema de captação e condução das águas pluviais para local distante da edificação, particularmente da região das suas entradas principal e secundária. Na inexistência de calhas, para edifícios com três ou mais pavimentos, a região da entrada do edifício deve ser protegida com laje ou telhado constituído por material não inflamável, estendendo-se pelo menos 0,5m em cada lateral da porta, e pelo menos 1m a partir da cortina de água que verte do beiral, tendo a cobertura ou marquise pé direito igual ou maior que o pé direito do pavimento térreo. Na área de influência de janelas e portas é vedado o lançamento da água de chuva a partir de buzinotes, extremidades de calhas ou outros elementos da cobertura.

Método de avaliação

Análise dos projeto.

Nível de desempenho: M.

13.2 Requisito – Equipamentos e dispositivos presentes na cobertura

A cobertura deve possibilitar a instalação de dispositivos e equipamentos necessários à operação da edificação.

13.2.1 Critério - Instalação e operação de dispositivos na cobertura

No projeto da cobertura devem ser previstos todos os materiais e detalhes construtivos necessários para a fixação / acoplamento de antenas de rádio e televisão, hastes / suportes de cabos de pára-raios, hastes de iluminação de sinalização, bases de apoio para reservatórios de água, calhas e condutores, tubos de ventilação de esgoto, dispositivos de acesso e segurança etc, de forma a não prejudicar a estanqueidade à água da cobertura.

Método de avaliação

Análise dos projetos de arquitetura (de acordo com a norma NBR 13532), impermeabilização (NBR 9575), pára-raios (NBR 5419), águas pluviais (NBR 10844) e outros, visando ajuizar-se a adequação de cada projeto específico e a compatibilização entre eles.

Nível de desempenho: M.

13.2.2 Critério – Instalação de reservatórios de água em áticos

Nos áticos onde forem instalados reservatórios de água, a declividade dos panos deve permitir que a instalação do reservatório interno repercuta no atendimento às pressões mínimas dos aparelhos, especificadas na norma NBR 5626.

Método de avaliação

Análise de projeto.

Nível de desempenho: M.

13.2.3 Critério – Possibilidade de ampliação das coberturas

Nas construções evolutivas (embriões etc), o projeto da cobertura deve indicar todos os materiais e detalhes construtivos necessários à ampliação do telhado ou da laje, de forma a não prejudicar a estanqueidade à água da cobertura ampliada.

Método de avaliação

Análise de projeto.

Nível de desempenho: M.

13.3 Requisito – Condições propícias para manutenção da cobertura

As coberturas devem possibilitar o acesso seguro de pessoas para realização de manutenções.

13.3.1 Critério – Acessibilidade e segurança nas manutenções

As coberturas devem ser providas de acessos, escadas, corrimãos, guarda-corpos e outros recursos que possibilitem o acesso seguro de pessoas para realização de serviços de manutenção.

Método de avaliação

Análise de projeto.

Nível de desempenho: M.

OBSERVAÇÕES

- Áticos que abriguem equipamentos passíveis de operação ou manutenção (aquecedores de passagem, registros, válvulas etc) devem apresentar, no local do equipamento, pé direito igual ou maior que 1m;
- A disposição de paredes, reservatórios de água e outros elementos, em lajes de cobertura ou áticos, não deve impedir o acesso a qualquer parte da cobertura ou a qualquer equipamento que necessite manutenção;
- Beirais de edificações térreas devem possibilitar o apoio de escadas de encosto. Escadas tipo marinheiro devem obrigatoriamente ser providas de guarda-corpos a partir de 2,00m de altura;

- Forros e lajes de cobertura de edificações com dois ou mais pavimentos devem ser providos de alçapão, facultando o acesso à cobertura a partir do último pavimento; o vão livre da abertura deve circunscrever circunferência com diâmetro igual ou maior que 0,6m.

14 DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE

14.1 Requisito – Vida útil dos materiais e componentes das coberturas

A cobertura, submetida a intervenções periódicas de manutenção e conservação, deve apresentar durabilidade compatível com os períodos especificados na Tabela 7 do documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais. Para tanto, devem ser atendidos os critérios de desempenho ali especificados, as diretrizes de durabilidade contidas no documento “Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social” (publicação IPT, 1998), as especificações de normas prescritivas listadas no item 3 e os seguintes critérios:

14.1.1 Critério – Proteção contra corrosão de armaduras de lajes e vigas-calha

Armaduras ativas ou passivas de lajes e vigas constituintes das coberturas, considerando as características do concreto e a agressividade do meio em que a obra for implantada, devem ser convenientemente protegidas contra a corrosão. O critério se aplica tanto para peças moldadas no local como para peças pré-moldadas, com quaisquer dimensões.

Método de avaliação

Análise de projeto, devendo-se obedecer todas as exigências da norma NBR 6118 (inclusive quanto ao risco de fissuração das peças).

Nível de desempenho: M

14.1.2 Critério – Durabilidade de mantas e membranas que contam com normas prescritivas específicas

Submetidas a ensaios acelerados de envelhecimento, mantas e membranas que contam com normas prescritivas específicas ABNT / INMETRO não devem apresentar redução superior a 20% em relação às características iniciais (material novo) de resistência à tração e alongamento. Após exposição em estufa ventilada, câmara de ozônio e/ou câmara de raios ultravioleta, mantas e membranas não devem apresentar bolhas, escorrimientos, delaminações, dilacerações e outras falhas, mantendo ainda a capacidade de serem dobradas a 180° em torno de mandril com 25mm de diâmetro (ensaios executados na temperatura ambiente).

Método de avaliação

De acordo com as normas aplicáveis: NBR 8521, NBR 9227, NBR9228, NBR 9229, NBR 9685, NBR 9686, NBR 9687, NBR 9690, NBR 9910, NBR 9952, NBR 11797, NBR 13121, NBR 13321, NBR 13724.

Nível de desempenho: M

14.1.3 Critério e níveis de desempenho – Durabilidade de mantas e membranas sem normalização prescritiva

Submetidos a ensaios acelerados de envelhecimento, sistemas de impermeabilização que não contam com normas prescritivas específicas não devem apresentar redução superior a 20% em relação às características iniciais (material novo) de resistência à tração e alongamento, após os períodos de exposição indicados na Tabela 13. Após a exposição, mantas e membranas não devem apresentar bolhas, escorrimientos, delaminações, dilacerações e outras falhas, mantendo ainda a capacidade de serem dobradas a 180° em torno de mandril com 25mm de diâmetro (ensaios executados na temperatura ambiente).

Tabela 13 – Ensaio de envelhecimento acelerado para mantas e membranas poliméricas

Sistema	Condições de exposição	Nível de desempenho		
		M	I	S
Qualquer sistema, com ou sem camada de proteção	Condicionamento ininterrupto em estufa ventilada na temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$, durante os seguintes períodos de exposição (h)	240	360	480
	Ciclos alternados de frio e calor: 22 horas de exposição à temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$ e 22 horas de exposição à temperatura entre 0 e 5°C , mantendo-se entre os sucessivos aquecimentos (estufa ventilada) e resfriamentos período de 2 horas com os corpos-de-prova na temperatura de 20 a 30°C (exposição em h)	240	360	480

Sistemas expostos à radiação solar	Condicionamento ininterrupto em câmara de condensação e radiação U.V., alternando-se 20 horas de atuação dos raios U.V. (temperatura da câmara = $80 \pm 2^\circ\text{C}$) e 4 horas de condensação de água deionizada (temperatura da câmara = $50 \pm 2^\circ\text{C}$), durante os seguintes períodos de exposição (h)	800	1500	2000
	Condicionamento ininterrupto em câmara de ozônio, concentração 100 ppcm, temperatura da câmara = $40 \pm 2^\circ\text{C}$, com alongamento correspondente a 50% do alongamento de ruptura, durante os seguintes períodos de exposição (h)	160	240	320

Métodos de avaliação

- Envelhecimento em estufa / ciclos alternados de frio e calor: de acordo com as diretrizes gerais da norma NBR 9952 ou da norma NBR 6565;
- Exposição à condensação / radiação U.V.: de acordo com a norma ASTM G154;
- Exposição em câmara de ozônio: de acordo com a norma NBR 8360;
- Ensaio de carga de ruptura à tração, alongamento e flexibilidade/dobramento: diretrizes gerais da norma NBR 9952.

Devem ser registrados todos os materiais e procedimentos de execução dos corpos-de-prova representativos da impermeabilização, determinando-se sua espessura de acordo com a norma NBR 9952.

OBSERVAÇÕES

- O produtor deve especificar todos os materiais, acessórios, ferramentas, equipamentos, processos e controles envolvidos na execução do sistema de impermeabilização, bem como eventuais condições especiais (transporte e armazenagem dos materiais, preparação da base, dispositivos de segurança no trabalho etc); propriedades tóxicas ou inflamáveis dos materiais devem ser expressamente indicadas, obedecendo-se os limites de normas técnicas similares e da legislação em vigor;
- Com vista a facilitar o controle de recebimento dos materiais, facultando a execução de ensaios mais expeditos e menos onerosos do que os ensaios de desempenho listados, o produtor do sistema deve definir / especificar todos os seus constituintes (tipo de resina, tipo de reforço etc).

14.1.4 Critério – Durabilidade de componentes em concreto, argamassa, cerâmica, fibrocimento ou rochas

Telhas e componentes constituídos por materiais pétreos devem resistir a 20 ciclos de aquecimento e resfriamento / umidificação, sem apresentarem fissuras, desagregações, escamações, descolamento da pintura ou da esmaltação, etc. Parcialmente imersos em água deionizada pelo período de uma semana, não devem ainda apresentar eflorescências significativas ou qualquer um dos defeitos acima apontados. Após a exposição aos ciclos de aquecimento e imersão, a resistência à tração na flexão das telhas não deve ser inferior a 80% da resistência do material não exposto.

Métodos de avaliação

- Ação de calor e umidade: cinco corpos-de-prova (peças inteiras ou segmentos com dimensões de 30x50cm), isentos de defeitos (observação com ampliação de 2,5 vezes), são acondicionados em estufa ventilada com temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$ pelo período de 20h; findo este prazo, as peças são totalmente imersas em água na temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ pelo período de 15 minutos; completado o período de imersão, os corpos-de-prova são encostados contra superfície vertical pelo período de 3h 45', em local coberto e ventilado. Após o escoamento da água / secagem natural das peças no ambiente do laboratório, estas são novamente conduzidas para a estufa, iniciando-se novo ciclo de 24 horas. Completados os 12 ciclos, o exame das peças deve ser feito com lupa (ampliação 2,5 vezes);
- Formação de eflorescências: cinco corpos-de-prova (peças inteiras ou segmentos com dimensões de 30x50cm), são colocados lado a lado, na posição vertical, no interior de bandeja contendo água deionizada; guardando-se pequena distância entre os corpos-de-prova, estes são imersos em até aproximadamente metade da altura, durante uma semana. Durante todo o período de imersão o nível da água deverá ser periodicamente repostado, forçando-se a movimentação do ar imediatamente acima dos corpos de prova com a utilização de ventilador. Após o período de exposição, e secagem natural dos corpos-de-prova no ambiente do laboratório pelo período de 48 horas, são feitas observações visuais; aceita-se apenas leve esbranquiçamento das superfícies dos corpos-de-prova, não se tolerando a deposição acentuada de sais e a presença de quaisquer expansões, desagregações, delaminações ou outros problemas;
- Resistência à flexão: tomam-se dez telhas inteiras (ou segmentos de 30x50cm), sendo cinco rompidas em ensaio de flexão após imersão em água na temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ pelo período de 24 horas; o ensaio é realizado com

a peça sobre dois apoios articulados e carga transversal no meio do vão, com os apoios e cutelo de transmissão de carga acompanhando perfeitamente o desenho da telha, sendo a carga transmitida de forma gradual e lenta (N/3 por minuto, sendo N a carga de ruptura). Repete-se o ensaio com os corpos-de-prova submetidos aos ciclos de aquecimento / imersão, calculando-se num e noutra caso a tensão média de ruptura.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- Após os ensaios de eflorescências e/ou ciclos de calor e umidade, pairando qualquer dúvida sobre a impermeabilidade do material, devem ser realizados ensaios de estanqueidade à água, de acordo com o Critério 10.1.1; para telhas com pequena espessura (fibrocimento etc), ou quaisquer componentes que conduzam a dúvidas sobre a deformabilidade da seção transversal, devem ser realizados ensaios de variação dimensional, conforme item 14.1.4.1;
- Relativamente à durabilidade de lajes, vigas-calha, vigas pré-moldadas e outros componentes em concreto armado ou protendido, devem ser aplicadas todas as disposições que constam na norma NBR 6118 (estado limite de formação de fissuras, frentes de carbonatação ou cloretos, cobrimentos mínimos etc).

14.1.5 Critério e níveis de desempenho – Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas

A superfície exposta de telhas, rufos, calhas e outros componentes pigmentados, coloridos na massa, pintados, esmaltados, com anodização colorida ou qualquer outro processo de tingimento devem apresentar conveniente resistência às intempéries. Independentemente do material (cerâmica, concreto, aço, alumínio, fibrocimento, plástico etc) e do tipo de tratamento, após exposição acelerada durante 1600 horas em câmara / lâmpada com arco de xenônio a alteração da cor na escala cinza deve atender aos limites indicados na Tabela 14.

Tabela 14: Estabilidade da cor para telhas e outros componentes artificialmente coloridos

Tipo de tratamento	Graus de alteração na escala cinza (NBR 8430) para os respectivos níveis de desempenho:		
	M	I	S
Pigmentação na massa, pintura, esmaltação, anodização colorida ou outro	3	3/4 ou 4	4/5 ou 5

Métodos de avaliação

- Câmara de xenônio: de acordo com a norma ASTM G 155 (ciclos de 690 minutos sob ação da lâmpada, seguindo-se 30 minutos sob ação simultânea da lâmpada e aspersão de água deionizada);
- Avaliação da alteração da cor: de acordo com a norma NBR 8430 – escala cinza.

14.1.6 Critério – Estabilidade ao calor e à umidade de subcoberturas

Submetidas a ciclos alternados de aquecimento e resfriamento / saturação com água, as subcoberturas devem permanecer estanques, não apresentando queda na resistência ao rasgamento superior a 25%.

Método de avaliação

Recortar do trecho central de cada rolo dois trechos de subcobertura com dimensões de 30x50cm, lado de 50cm paralelo respectivamente à direção do comprimento e à direção da largura do rolo; o ensaio é realizado com cinco amostras, necessitando-se portanto dez corpos-de-prova.

Acondicionar os corpos-de-prova em estufa ventilada com temperatura de $80 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 4 horas, com todas as faces expostas. Completado o período de aquecimento, submergir totalmente os corpos-de-prova em água com temperatura entre 0 e 5°C durante uma hora. Retirá-los da água e mantê-los secando por 19 horas no ambiente do laboratório (temperatura entre 20 e 30°C), com todas as faces expostas. Aplicar 12 ciclos de aquecimento / resfriamento em água. Após o último período de secagem efetuar ensaios de:

- estanqueidade à água: conforme item 10.1.7.1, sem a introdução do prego;
- rasgamento: conforme item 10.1.7.1, aplicando-se sobrecarga de $4.500 \pm 50\text{g}$ (tábua com massa de 1000g, três contrapesos de 1000g e um contrapeso de 500g).

Nível de desempenho: M

14.2 Requisito – Manutenibilidade das coberturas

A fim de que seja atendida a durabilidade projetada para a cobertura e suas partes, conforme Tabela 7 do documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais, devem ser previstas e realizadas manutenções preventivas (sistemáticas) e, sempre que necessário, manutenções com caráter corretivo. Estas últimas devem ser realizadas assim que o problema se manifestar, impedindo que pequenas falhas progridam às vezes rapidamente para extensas patologias. As manutenções devem ser realizadas em estrita obediência ao “Manual de Operação, Uso e Manutenção” fornecido pelo incorporador e/ou pela construtora.

14.2.1 Critério – Projeto visando facilitar as operações de manutenção

O projeto da cobertura deve ser desenvolvido antevendo-se as operações necessárias de manutenção para cada uma das suas partes ou componentes. Considerando as características climáticas e regionais de cada obra, os hábitos culturais e o perfil sócio-econômico dos usuários da edificação, o projeto deve levar em conta todos os aspectos relevantes, como forma de acesso à cobertura, condições de segurança, condições ergonômicas para inspeções e realização dos serviços de manutenção (particularmente no interior de áticos), interferências com componentes de outros elementos da construção (instalações elétricas, antenas etc), disponibilidade no mercado e facilidade de substituição de peças, custos envolvidos nas manutenções e outros.

Método de avaliação

Análise de projeto, considerando-se as diretrizes gerais das normas NBR 5674 e NBR 14037.

Nível de desempenho: M

14.2.2 Critério – Manual de operação, uso e manutenção das coberturas

O fabricante do produto, o construtor e o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar todas as condições de uso, operação e manutenção das coberturas, ou seja:

- características gerais de funcionamento de componentes, aparelhos ou equipamentos constituintes da cobertura, ou que com esta interfiram ou guardem direta relação;
- recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção.

Método de avaliação

Análise do “Manual de Operação, Uso e Manutenção” das edificações, considerando-se as diretrizes gerais das normas NBR 5674 e NBR 14037.

Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- A periodicidade das inspeções e manutenções deve ser estabelecida com base na vida útil de projeto dos diferentes componentes da cobertura, conforme Tabela 7 do documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais, e dos resultados / níveis de desempenho obtidos com a aplicação do presente documento;
- Dentro dos prazos de garantia, também estipulados na referida Tabela 7, recomenda-se que o construtor e/ou o incorporador realizem inspeções periódicas, visando rápida correção de defeitos ou vícios que eventualmente se manifestem logo após a entrega da obra, além de examinarem sua correta utilização e a efetiva implementação dos programas de manutenção por parte dos proprietários ou usuários da edificação;
- Relativamente à manutenção das coberturas é essencial que o manual a ser fornecido pelo construtor e/ou incorporador contemple (sempre que aplicável): reparos em fissuras ou rompimentos de camadas de proteção de impermeabilizações; reparos / complementações de material de rejunte de quadros constituintes das camadas de proteção; reparos / recomposição de pingadeiras; refixação / rejuntamento periódico de tubulações emergentes, hastes e antenas presentes sobre a cobertura; exame periódico de estaiamentos, substituição de cabos de aço, esticadores, presilhas e outros componentes das instalações (inclusive pára-raios); limpeza / estado permanente de desobstrução dos áticos; limpeza / lavagem periódica de telhados, lajes, rufos, águas-furtadas, calhas e condutores de águas pluviais; limpeza / desobstrução periódica de ralos (especialmente os hemisféricos); limpeza / despenpoeiramento periódico das faces inferiores das subcoberturas; limpeza periódica de clarabóias ou telhas transparentes (evitando inclusive que a poeira depositada oculte o perigo de se pisar diretamente sobre

esses componentes); processos especiais de limpeza para telhas e componentes de alumínio; processos de repintura de estrutura ou de telhas metálicas; repintura / reexecução periódica do rejuntamento de rufos e cobremuros; inspeção do ataque de madeiras por cupins e brocas, bem como a forma de erradicação; processo de reaplicação de tratamento preservativo das madeiras; processos de proteção / repintura de tabeiras, testeiras e outros componentes expostos de madeira; substituição de telhas quebradas (sempre que possível, a partir do ático); refixação / reassentamento de peças complementares; substituição periódica de arruelas, parafusos, gaxetas ou massas de vedação; substituição periódica de selante elastomérico constituinte de juntas de dilatação; processos de conservação de forros / revisão de acessórios de fixação de peças suspensas em forros, etc.

15 ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

Considerando-se que a avaliação técnica do impacto gerado no meio-ambiente pelas atividades da cadeia produtiva da construção ainda é objeto de muitas pesquisas, e que no atual estado da arte não é possível estabelecer critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho relacionados à adequação ambiental, recomenda-se para os empreendimentos habitacionais a consideração dos aspectos relacionados no item 18 do documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais.

//ANEXO

Anexo A (normativo)

Determinação da estanqueidade à água de coberturas - Método de ensaio

Sumário

- 1 Objetivo
- 2 Método utilizado
- 3 Corpo de prova
- 4 Aparelhagem
- 5 Procedimento
- 6 Resultados

Anexos

- A- Figura da câmara de ensaio
- B- Esquema de funcionamento da câmara
- C- Caixa alveolada para calibração da vazão de ensaio

1 Objetivo

Este Anexo especifica o método para verificação da estanqueidade à água de telhados.

O ensaio consiste em submeter um trecho representativo do telhado a uma vazão de água, sob a condição de uma diferença estática de pressão.

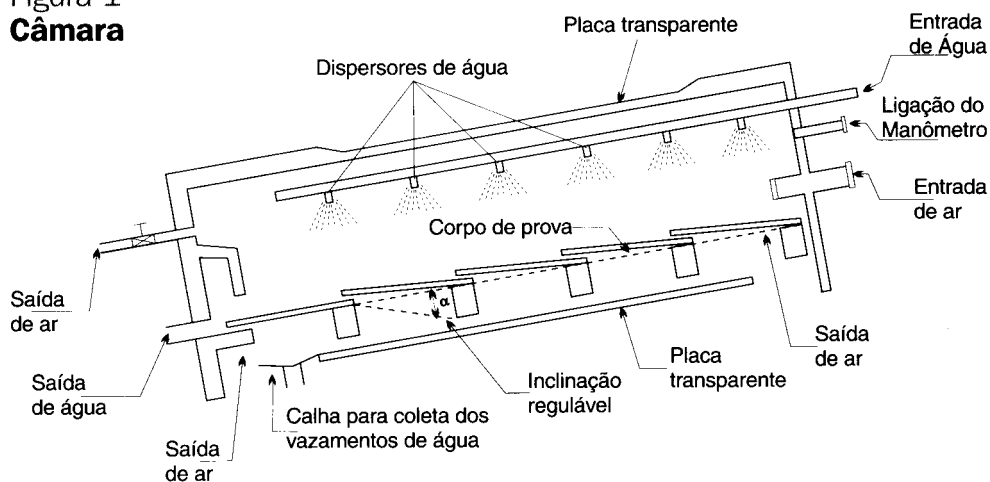
2 Corpo-de-Prova

O corpo-de-prova deve ser um trecho representativo do telhado, constituído com os mesmos materiais previstos para a obra.

3 Aparelhagem**3.1 Câmara**

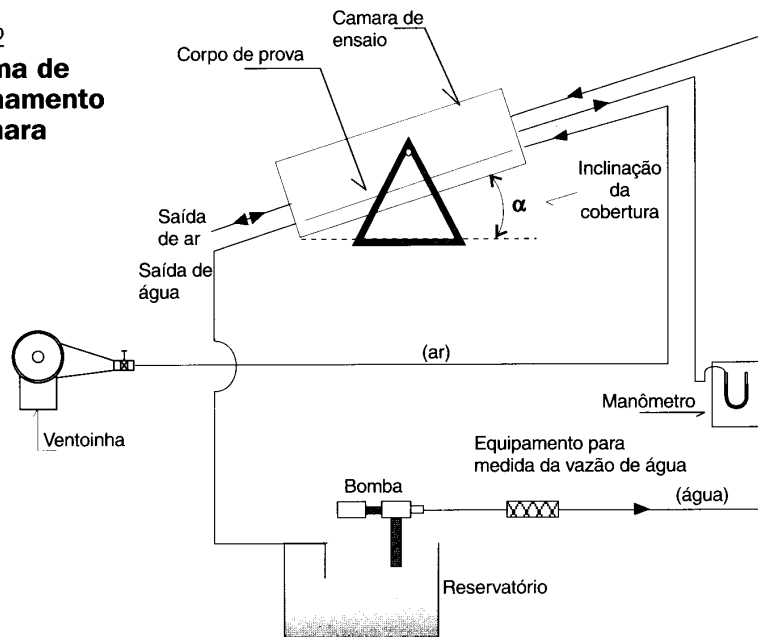
Câmara com forma prismática, com uma abertura em uma de suas faces, tendo dimensões que permitam o acoplamento do corpo-de-prova na mesma inclinação que a utilizada em obra (Figura 1). A câmara deve dispor de uma válvula de segurança que garanta a extravazão do ar quando a pressão interna atingir valores acima dos compatíveis com sua estabilidade estrutural.

Figura 1
Câmara

**3.2 Sistema de pressurização**

Sistema de pressurização que garanta a transmissão de carga de forma estática e a estabilização de carga aplicada em níveis pré-determinados. A alimentação da câmara deve ser feita de modo a evitar a incidência direta do fluxo de ar sobre o corpo-de-prova (Figura 2).

Figura 2
Esquema de funcionamento da câmara



3.3 Manômetro

Manômetro com resolução de 10Pa, para leitura de pressão na câmara

3.4 Sistema de aspersão de água

Sistema de aspersão de água composto por bicos aspersores que permitam a projeção de água de maneira uniforme sobre toda a face superior do corpo-de-prova, na vazão de 4 litros por minuto por metro quadrado do corpo-de-prova, garantindo que todas as partes do mesmo sejam igualmente aspergidas.

3.5 Equipamento para medição de vazão

Equipamento para medição de vazão de água aspergida, constituído por um caixa com seção de 61cm x 61cm e profundidade superior a 30cm, quadrialveolada. Para medição da vazão, esta caixa é colocada na abertura da câmara com sua boca voltada para os aspersores e posicionamento no mesmo plano onde será montado o corpo-de-prova; por meio de tubulações, a água aspergida sobre cada um dos alvéolos é conduzida para recipientes, podendo-se medir os volumes a partir dos quais serão calculadas as vazões por unidade de área de cada um dos alvéolos.

Na rede de alimentação do sistema de asperção pode ser colocado um hidrômetro com o intuito de facilitar a regulação da vazão desejada.

4 Procedimento

4.1 Ajustar o sistema de asperção de água da câmara utilizando-se a caixa quadrialveolada, para a vazão de 4 litros por minuto por metro quadrado. O sistema de asperção deve estar regulado de forma tal que o valor médio das vazões incidentes sobre os quatro alvéolos seja igual à vazão especificada para o ensaio, admitindo-se para valores individuais dessas vazões uma variação de 20% em torno da média. Esta verificação deve cobrir toda a área da abertura da câmara, onde será montado o corpo-de-prova.

4.2 O procedimento acima descrito deve ocorrer de forma interativa até que a variação da vazão, para as diversas partes do vão, não seja superior a 20% da vazão de ensaio especificada.

4.3 Montar o corpo-de-prova na câmara com sua face superior voltada para o interior da mesma e selar convenientemente as juntas presentes entre o corpo-de-prova e a abertura da câmara. A câmara deve ser regulada de forma que o corpo-de-prova tenha a mesma inclinação da cobertura quando da utilização em obra.

4.4 Após a instalação do corpo-de-prova e a calibração da vazão de água, aspergir a cobertura durante 30 minutos.

4.5 Aplicar na câmara, escalonadamente, as pressões de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 Pa; manter cada uma dessas pressões por um período de 5 minutos, registrando a eventual existência de vazamentos, escorrimientos ou manchas de umidade nas faces das telhas opostas à aspersão de água. Caso haja pressão especificada de interesse, o ensaio pode seguir a seqüência anteriormente definida até que tal pressão seja atingida.

4.6 Caso não seja possível aplicar as pressões de ensaio devido ao excessivo vazamento de ar pelo corpo de prova, algumas juntas entre as telhas devem ser seladas com massa de vedação ou outro material adequado, até o limite de 50% das juntas existentes. Nessas condições, caso não se consiga atingir a pressão máxima estabelecida, aplicar a pressão segundo incrementos mencionados no item 4.5, registrado a pressão máxima que se conseguir administrar no corpo de prova.

5 Resultados

Devem ser apresentados:

- 5.1 Descrição pormenorizada dos corpos-de-prova, incluindo dimensões, materiais constituintes e inclinação do trecho de telhado;
- 5.2 Desenhos dos corpos-de-prova ensaiados, com todos os detalhes necessários ao entendimento do mesmo;
- 5.3 Registro, para cada uma das pressões aplicadas, dos eventuais vazamentos, escorrimentos ou manchas de umidade verificados na face inferior da cobertura, bem como os locais onde ocorreram;
- 5.4 Outras informações julgadas pertinentes.