

ABNT NBR 15575-5_2013

Edificações habitacionais — Desempenho
Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas

Prefácio

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

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras das Diretivas ABNT, Parte 2.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) chama atenção para a possibilidade de que alguns dos elementos deste documento podem ser objeto de direito de patente. A ABNT não deve ser considerada responsável pela identificação de quaisquer direitos de patentes.

Os sistemas elétricos das edificações habitacionais fazem parte de um conjunto mais amplo de Normas com base na ABNT NBR 5410 e, portanto, os requisitos de desempenho para esses sistemas não estão estabelecidos nesta Norma.

A ABNT NBR 15575-5 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Construção Civil (ABNT/CB-02), pela Comissão de Estudo de Desempenho de Edifícios Habitacionais (CE-02.136.01). O Projeto circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 10, de 28.09.2007 a 27.11.2007, com o número de Projeto 02.136.01-001-5.

A ABNT NBR 15575, sob o título geral “Edificações habitacionais — Desempenho”, tem previsão de conter as seguintes partes:

Parte 1: Requisitos gerais;

Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;

Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;

Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas;

Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;

Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

Esta versão da ABNT NBR 15575-5:2013 cancela e substitui as versões anteriores da ABNT NBR 15575-5.

Introdução

A abordagem desta Norma explora conceitos que muitas vezes não são considerados em Normas prescritivas específicas como, por exemplo, a durabilidade dos sistemas, a manutenibilidade da edificação, o conforto tátil e antropodinâmico dos usuários.

A inter-relação entre Normas de desempenho e Normas prescritivas deve possibilitar o atendimento às exigências do usuário, com soluções tecnicamente adequadas e economicamente viáveis.

Todas as disposições contidas nesta Norma, aplicáveis a edificações habitacionais e a sistemas projetados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção que atendam às instruções específicas do respectivo manual de operação, uso e manutenção.

Requisitos e critérios particularmente aplicáveis a determinado sistema são tratados separadamente em cada Parte desta Norma.

Objetivamente, esta Norma visa alavancar tecnicamente a qualidade requerida e a oferta de moradias, ao estabelecer regras para avaliação do desempenho de imóveis habitacionais, auxiliando nas análises que definem o financiamento de imóveis e possibilitando adequações nos procedimentos de execução, uso e manutenção dos imóveis.

Esta Parte da ABNT NBR 15575 se refere às exigências dos usuários e aos requisitos referentes aos sistemas de coberturas (**SC**).

Os sistemas de coberturas (**SC**) exercem funções importantes nas edificações habitacionais, 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.

Os sistemas de coberturas (**SC**) impedem a infiltração de umidade oriunda das intempéries para os ambientes habitáveis e previnem 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 esses motivos, os (**SC**) devem ser planejados e executados de forma a proteger os demais sistemas.

Sendo o (**SC**) a parte da edificação habitacional mais exposto à radiação direta do sol, ele 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.

Os (**SC**), ao integrarem-se perfeitamente ao corpo das edificações habitacionais, interagem com os sistemas de instalações hidrossanitárias, sistemas de proteção de descargas atmosféricas, sistemas de isolamento térmica e outros, necessariamente previstos em projeto.

As ações atuantes, particularmente vento, intensidade de chuvas e insolação, são as que exercem a maior influência e são determinantes nos projetos de (**SC**).

Os aspectos relacionados à segurança de pessoas, devido aos serviços de execução ou manutenção dos (**SC**) serem exercidos em locais acima do solo e de acesso cuidadoso, constituem considerações adicionais previsíveis nos projetos.

As disposições contidas nesta parte da ABNT NBR 15575 são aplicáveis às edificações habitacionais, referindo-se aos sistemas de coberturas.

Requisitos aplicáveis somente para edificações de até cinco pavimentos serão especificados em suas respectivas seções.

Requisitos e critérios particularmente aplicáveis a determinado sistema são tratados separadamente em cada Parte desta Norma.

1 Escopo

1.1 Esta Parte da ABNT NBR 15575 estabelece os requisitos e critérios de desempenho exigidos dos sistemas de coberturas para edificações habitacionais.

NOTA: Alguns requisitos ou critérios, por questões essencialmente práticas, podem ser estendidos aos componentes dos sistemas de coberturas.

1.2 Esta Parte da ABNT NBR 15575 não se aplica a obras em andamento ou a edificações concluídas até a data da entrada em vigor desta Norma. Também não se aplica a obras de reformas nem de “retrofit” nem edificações provisórias.

1.3 Esta Parte da ABNT NBR 15575 é utilizada como um procedimento de avaliação do desempenho de sistemas construtivos.

1.4 Os requisitos estabelecidos nesta Parte da ABNT NBR15575 (Seções 4 a 17) são complementados pelos requisitos estabelecidos nas ABNT NBR 15575-1 a ABNT NBR15575-6.

1.6 Esta parte ABNT NBR 15575 estabelece critérios relativos ao desempenho térmico, acústico, lumínico e de segurança ao fogo, que devem ser atendidos individual e isoladamente pela própria natureza conflitante dos critérios de medições, por exemplo, desempenho acústico (janela fechada) versus desempenho de ventilação (janela aberta).

1.7 Requisitos aplicáveis somente para edificações de até cinco pavimentos serão especificados em suas respectivas seções.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 5410, *Instalações elétricas de baixa tensão*

ABNT NBR 5419, *Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas*

ABNT NBR 5628, *Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo*

ABNT NBR 5642, *Telha de fibrocimento – Verificação da impermeabilidade*

ABNT NBR 5643, *Telha de fibrocimento – Verificação de resistência a cargas uniformemente distribuídas*

ABNT NBR 6118, *Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*

ABNT NBR 6123, *Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento*

ABNT NBR 7190, *Projeto de estruturas de madeira – Procedimento*

ABNT NBR 7213, *Agregados leves para concreto isolante térmico*

ABNT NBR 8521, *Emulsões asfálticas com fibras de amianto para impermeabilização*

ABNT NBR 8681, *Ações e segurança nas estruturas – Procedimento*

ABNT NBR 8800, *Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios: (método dos estados limites) – Procedimento*

ABNT NBR 9062, *Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento*

ABNT NBR 9227, Vêu de fibras de vidro para impermeabilização

ABNT NBR 9228, *Feltros asfálticos para impermeabilização*

ABNT NBR 9229, *Mantas de butil para impermeabilização*

ABNT NBR 9230, *Vermiculita expandida*

ABNT NBR 9442, *Material de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante*

ABNT NBR 9575, *Impermeabilização – Seleção e projeto*

ABNT NBR 9685, *Emulsão asfáltica para impermeabilização*

ABNT NBR 9686, *Solução e emulsão asfálticas empregadas como material de imprimação na impermeabilização*

ABNT NBR 9688, *Isolantes térmicos de lã cerâmica – Mantas*

ABNT NBR 9690, *Impermeabilização – Mantas de cloreto de poliamida (PVC)*

ABNT NBR 9909, *Isolantes térmicos de lã cerâmica – Painéis*

ABNT NBR 9910, *Asfaltos modificados para impermeabilização sem adição de polímeros – Características de desempenho*

ABNT NBR 9952, *Manta asfáltica para impermeabilização*

ABNT NBR 10151, *Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento*

ABNT NBR 10152, *Níveis de ruído para conforto acústico*

ABNT NBR 10404, *Isolantes térmicos de lã cerâmica – Flocos*

ABNT NBR 10412, *Isolantes térmicos de lã de vidro – Feltros de lamelas*

ABNT NBR 10844, *Instalações prediais de águas pluviais*

ABNT NBR 11358, *Painéis termoisolantes à base de lã de vidro*

ABNT NBR 11360, *Isolantes térmicos de lã de vidro – Flocos*

ABNT NBR 11361, *Mantas termoisolantes à base de lã de vidro*

ABNT NBR 11362, *Feltros termoisolantes à base de lã de vidro*

ABNT NBR 11364, *Painéis termoisolantes à base de lã de rocha*

ABNT NBR 11626, *Isolantes térmicos de lã de rocha – Flocos*

ABNT NBR 11722, *Feltros termoisolantes à base de lã de rocha*

ABNT NBR 11752, *Materiais celulares de poliestireno para isolamento térmico na construção civil e refrigeração industrial*

ABNT NBR 11797, *Mantas de etileno-propileno-dieno monômero (EPDM) para impermeabilização*

ABNT NBR 13047, *Isolante térmico de lã de rocha – Mantas flexíveis com suporte de tela metálica*

ABNT NBR 13121, *Asfalto elastomérico para impermeabilização*

ABNT NBR 13321, *Membrana acrílica com armadura para impermeabilização*

ABNT NBR 13528, *Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração*

ABNT NBR 13532, *Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura – Procedimento*

ABNT NBR 13571, *Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios*

ABNT NBR 13724, *Membrana asfáltica para impermeabilização, moldada no local, com estruturantes*

ABNT NBR 13858-1 *Telhas de Concreto – Parte 1 : Projeto e execução de telhados*

ABNT NBR 13858-2 , *TELHAS DE CONCRETO – PARTE 2 : REQUISITOS E MÉTODOS DE ENSAIO*

ABNT NBR 14323, *Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio – Procedimento*

ABNT NBR 14432, *Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento*

ABNT NBR 14718, *Guarda-corpos para edificação*

ABNT NBR 14762, *Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio – Procedimento*

ABNT NBR 15200, *Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio*

ABNT NBR 15215-1, *Iluminação natural – Parte 1: Conceitos básicos e definições*

ABNT NBR 15215-2, *Iluminação natural – Parte 2: Procedimentos de cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural*

ABNT NBR 15215-3, *Iluminação natural – Parte 3: Procedimento de cálculo para a determinação da iluminação natural em ambientes internos*

ABNT NBR 15215-4:2005, *Iluminação natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações - Método de medição*

ABNT NBR 15220-1, *Desempenho térmico de edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades*

ABNT NBR 15220-2, *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*

ABNT NBR 15220-3, *Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*

ABNT NBR 15220-5, *Desempenho térmico de edificações – Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico*

ABNT NBR 15575-1, *Edificações Habitacionais - Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais*

ABNT NBR 15575-2, *Edificações Habitacionais - Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais*

ABNT NBR ISO 105-A02, *Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor*

ISO 140-3, *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements*

ISO 140-5, *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades*

ISO 140-7, *Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors*

ISO 717-1, *Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements. Part 1: Airborne sound insulation*

ISO 717-2, *Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements. Part 2: Impact sound insulation*

ISO 1182, *Reaction to fire test for building products - Non-combustibility test*

ISO 10052, *Acoustics – Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound – Survey method*

ASTM E 96-00e1, *Standard test method for water vapor transmission of materials (Desiccant Method)*

ASTM G 155-05a, *Standard practice for operating xenon arc light apparatus for exposure of non-metallic materials*

ASTM E 662-03, *Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials*

ASTM C 1371-04, *Standard test method for determination of emittance of materials near room temperature using portable emissometers*

ASTM D 2939-03, *Standard test methods for emulsified bitumens used as protective coatings*

ANSI/ASHRAE 74:1988, *Method of measuring solar-optical properties of materials*

Uniform Building Code Standard 26-3 (UBC 26-3), *Room fire test standard for interior of foam plastic systems*

ENV 1187 : 2002 (Test method for external fire performance to roofs):

3 Definições

Para os efeitos desta parte da ABNT NBR 15575 aplicam-se os termos e definições da ABNT NBR 15575-1 e os seguintes.

3.1

sistema de cobertura (SC)

Conjunto de elementos / componentes , dispostos no topo da construção, com as funções de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termoacústico da edificação habitacional

3.2

telhado

elemento constituído pelos componentes telhas, peças complementares e acessórios, e , indicados na Figura –1

3.3

telhado de alpendre ou simplesmente alpendre

telhado constituído ou formado por uma única água

3.4

telhado de duas águas

telhado formado por dois planos inclinados que concorrem na linha de cumeeira

3.5

telhado de quatro águas

telhado constituído por quatro planos inclinados, na forma de triângulos e ou formando uma pirâmide , ou trapézios concorrentes em linha de cumeeira ou espigão

3.6

telhado em arco

telhado com águas côncavas

3.7

água, pano ou vertente

cada um dos planos inclinados que constituem um telhado

3.8

água-mestra

água principal de maior área, geralmente trapezoidal, existente em telhados de três ou quatro águas

3.9

ático ou desvão

espaço compreendido entre o telhado e forro ou laje de forro

3.10

caimento

declividade da água

3.11

entreforro ou *plenum*

espaço compreendido entre o forro e uma laje ou pano de telhado que lhe é paralelo

3.12

cobertura-terraço

cobertura de ambientes habitáveis que disponibiliza sua área, em parte ou em todo, por meio de acesso, para desenvolvimento de atividades

3.13

laje plana

laje de cobertura com declividade menor ou igual a 5 %

3.14

lanternim

trecho de telhado sobreposto e afastado das águas, destinado a ventilar e/ou iluminar o ambiente coberto

3.15

sótão

Ático acessível e passível de utilização pelos usuários da edificação habitacional

3.16

Subcobertura

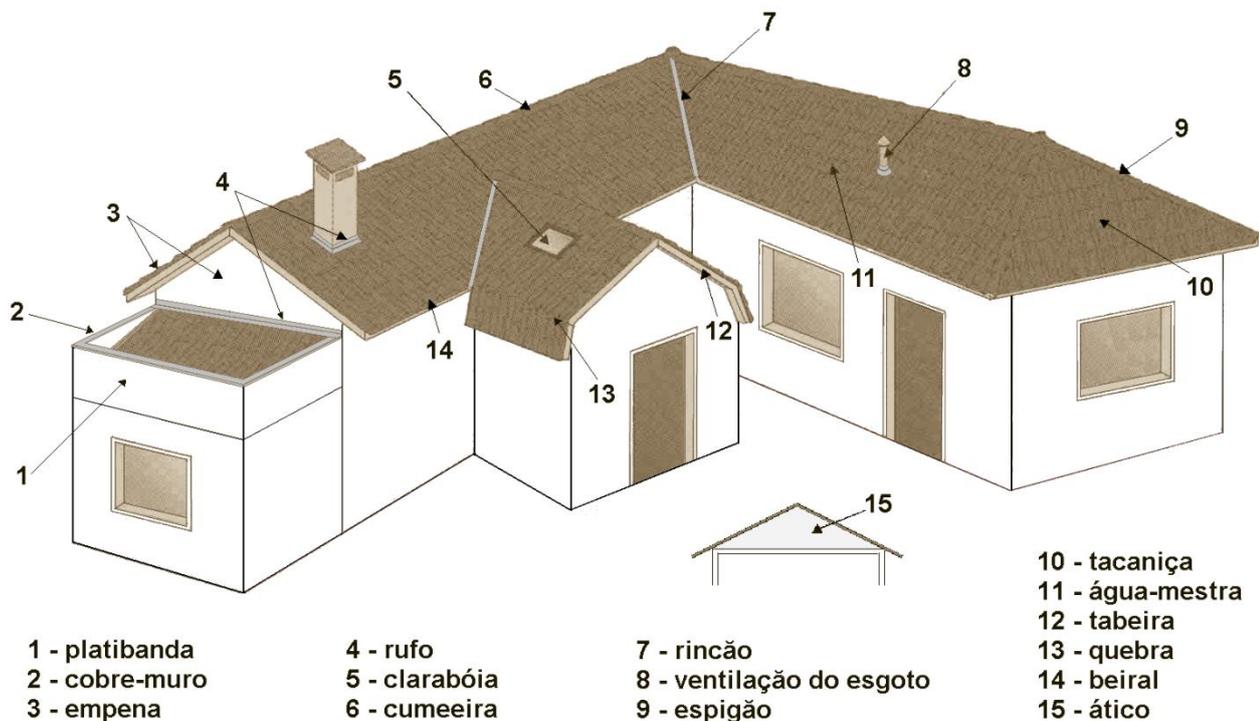
Componente impermeável aplicada sob o telhado, com a finalidade de impedir que pequenas infiltrações de água atinjam o forro ou a laje da cobertura

NOTA Podem ser incorporadas películas reflexivas ou isolantes, com a finalidade de melhorar o desempenho térmico da cobertura.

3.17

teto

Superfície inferior de uma cobertura, ou de entre pisos, que delimita internamente a parte superior de um cômodo.



Figuras 1: Designações do sub-sistema de telhados

3.18

Forro

Revestimento inferior de cobertura ou de entre pisos , aderido , suspenso ou com estrutura independente .

3.19

viga-calha

Componente estrutural , com formato de canal aberto, destinado à captação e condução da água de chuva do sistema de cobertura (SC)

3.20

estrutura principal

conjunto resistente apoiado diretamente na estrutura da edificação habitacional

3.21

estrutura secundária

conjunto de componentes de sustentação do telhado apoiada na estrutura principal

3.22

trama

Estrutura secundaria integrado pelas terças, caibros e ripas

3.23

tesoura

elemento da estrutura principal de sustentação da trama.

4 Exigências do usuário

Sob as diversas ações atuantes nas edificações, os **SC** devem atender às exigências aplicáveis que se encontram estabelecidas na ABNT NBR 15575-1, além das discriminadas a seguir.

Em função das necessidades básicas de segurança, saúde, higiene e economia, são estabelecidos requisitos mínimos de desempenho (Nível *M*) para os diferentes sistemas de coberturas, que devem ser considerados e estabelecidos pelos intervenientes e obrigatoriamente atendidos.

Esta parte da ABNT NBR 15575 também prevê atendimento às premissas de projeto, formuladas de modo qualitativo, e quando da avaliação de seu atendimento, o nível *M* deve ser entendido como condição obrigatória quando da análise do projeto.

Considerando as diferentes possibilidades de agregação de qualidade aos **SC**, o que implica inclusive diferentes relações custo/benefício, para além dos desempenhos mínimos estabelecidos, foram fixados vários níveis classificatórios, a saber, os níveis Intermediário (*I*) e superior (*S*), conforme Anexo I.

A verificação ao atendimento às diversas exigências, aos critérios de amostragem, à eventual realização de inspeções de campo e à preparação do documento técnico resultante da avaliação de desempenho de um sistema construtivo deve ser realizada de acordo com as diretrizes apresentadas na ABNT NBR 15575-1.

Pode haver situações em que as Normas Brasileiras não sejam suficientes para essas condições, recomendando-se adicionalmente a adoção de documentos consagrados pelo meio técnico, alguns relacionados no Anexo L.

NOTA A referência bibliográfica do Documento Técnico ABNT 15575-1 contém uma lista, não excludente, da documentação.

5 Incumbencies dos intervenientes

5.1 Usuários e fornecedores

5.1.1 Os usuários, contratantes, quer sejam agentes públicos financiadores ou promotores da habitação, e incorporadores têm a incumbência de estabelecer, em cada caso, o nível de desempenho pretendido, desde que acima do nível mínimo (*M*).

5.2 Fornecedores

5.2.1 Os fornecedores dos **SC** podem informar o seu nível de desempenho, quando diferente do mínimo (*M*), bem como as ações preventivas para condições ambientais agressivas, consultando os requisitos da Seção 14 da ABNT NBR 15575-1:2013.

5.2.2 Recomenda-se ao construtor ou incorporador que realize inspeções prediais periódicas, visando rápida correção de defeitos ou vícios que eventualmente se manifestem logo após a entrega da obra.

5.2.3 Recomenda-se ao construtor ou incorporador que examine a correta utilização e a efetiva implementação dos programas de manutenção por parte dos proprietários ou usuários da edificação habitacional, **conforme manual de uso , operação e manutenção** , dentro dos prazos de garantia, indicados no Anexo F da ABNT NBR 15575-1:2013.

5.3 Contratantes, construtores e incorporadores

5.3.1 Os contratantes, construtores e incorporadores devem exigir que conste nos projetos a vida útil de projeto.

6 Avaliação do desempenho

Ver ABNT NBR 15575-1.

7 Desempenho estrutural

7.1 Requisito – Resistência e deformabilidade

Apresentar um nível satisfatório de segurança contra a ruína e não apresentar avarias ou deformações e deslocamentos que prejudiquem a funcionalidade do **SC** ou dos sistemas contíguos, considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil de projeto da edificação habitacional.

7.1.1 Critério – Comportamento estático

O **SC** da edificação habitacional deve ser projetado, construído e montado de forma a atender às exigências de 7.2.1 e 7.3.1 da ABNT NBR 15575-2:2013.

7.1.1.1 Método de avaliação

Conforme 7.2.2.1 e 7.3.2.1 da ABNT NBR 15575-2.

7.1.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve:

- a) considerar o disposto em 7.2.3 ABNT NBR 15575-2:2013.
- b) especificar os insumos, os componentes e os planos de montagem.

7.1.1.3 Níveis de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto.

7.1.2 Critério - Risco de arrancamento de componentes do SC sob ação do vento

Sob ação do vento calculada conforme ABNT NBR 6123 não podem ocorrer remoção ou danos de componentes do SC sujeitos à esforços de sucção .

7.1.2.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais. O projeto do SC deve considerar os efeitos de sucção , cabendo ao projetista definir a necessidade da execução de ensaio , conforme ABNT NBR 5643 , adotando-se adaptações necessárias para cada SC.

O anexo J (informativo) descreve um exemplo de roteiro de cálculo dos esforços atuantes do vento em coberturas

No caso de impermeabilização com mantas ou membranas totalmente aderidas ao substrato , expostas as intempéries sem proteção mecânica , o sistema , aplicado de acordo com a ABNT NBR 9574 , sobre base representativa deve ter resistência de aderência à tração maior ou igual a 200 kPa, quando ensaiadas segundo características gerais da ABNT NBR 13528 e o arrancamento efetuado de uma secção cortada com remoção previa de acabamentos , como no caso das mantas aluminizadas ou ardosiadas

7.1.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer:

- a) as considerações sobre a ação do vento, principalmente nas zonas de sucção;
- b) detalhes de fixação;
- c) influência positiva ou não das platibandas;
- d) no caso de emprego de lastro sobre o sistema de impermeabilização a resistência de aderência ou peso próprio deve ser suficiente para não ser removido pela ação das intempéries

7.1.2.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, além de atender às premissas de projeto, atende aos esforços do vento calculados segundo ABNT NBR 6123 e o SC resiste à ação do vento quando ensaiados segundo método de ensaio da ABNT NBR 5643 ou, se for o caso, ABNT NBR 13528

7.2 Requisito – Solicitações de montagem ou manutenção

Suportar cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem ou de manutenção.

7.2.1 Critério – Cargas concentradas

As estruturas principal e secundária, quer sejam 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 (*dv*) em função do vão (*L*):

— barras de treliças: $dv \leq L / 350$;

— vigas principais e terças: $dv \leq L / 300$;

— vigas secundárias: $dv \leq L / 180$.

7.2.1.1 Métodos de avaliação

Os deslocamentos sob ação das cargas concentradas, podem ser determinadas por meio do cálculo estrutural, quando as propriedades dos materiais ou componentes do telhado forem conhecidas ou quando se dispuser de modelos de cálculo, ou por meio da realização de ensaios, conforme detalhado em 7.2.1.1.1. e 7.2.1.1.2.

7.2.1.1.1 Cálculo estrutural

O cálculo dos deslocamentos e da resistência deve ser elaborado com base nas propriedades dos materiais e nas normas ABNT NBR 6118, ABNT NBR 7190, ABNT NBR 8800, ABNT NBR 9062, ABNT NBR 14762.

7.2.1.1.2 Ensaios

Realização de ensaio de tipo, em campo ou em laboratório, nas estruturas principais ou secundárias, incluindo-se todas as ligações, vinculações e acessórios.

7.2.1.2 Premissas de projeto

Os projetos devem:

- a) mencionar a vida útil de projeto, adotando-se prazos não inferiores aos indicados na ABNT NBR 15575-1;
- b) incluir memória de cálculo;
- c) relacionar as Normas Brasileiras, estrangeiras ou internacionais adotadas.

7.2.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto.

7.2.2 Critério – Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários

Os SC acessíveis aos usuários devem suportar a ação simultânea de três cargas, de 1 kN cada uma, com pontos de aplicação constituindo um triângulo equilátero com 45 cm de lado, sem que ocorram rupturas ou deslocamentos.

7.2.2.1 Método de avaliação

As rupturas ou deslocamentos sob ação das cargas concentradas podem ser determinados por meio do cálculo estrutural, quando as propriedades dos materiais ou componentes do telhado forem conhecidos ou quando se dispuser de modelos de cálculo ou por meio da realização de ensaios, conforme detalhado em 7.2.2.1.1 e 7.2.2.1.2.

7.2.2.1.1 Cálculo estrutural

O cálculo dos deslocamentos e da resistência deve ser elaborado com base nas propriedades dos materiais.

7.2.2.1.2 Ensaios

Realização de ensaio conforme Anexo A, em campo ou em laboratório, nas estruturas principais ou secundárias, incluindo-se todas as ligações, vinculações e acessórios.

7.2.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve especificar em detalhes os locais acessíveis (ver requisitos da Seção 16 da ABNT NBR 15575-1:2013).

7.2.2.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto, além de não ocorrer rupturas ou deslocamentos superiores aos seguintes limites:

— cobertura com revestimento rígido: $dv < L / 600$;

— cobertura com revestimento flexível: $d_v < L / 500$.

7.3 Requisito – Solicitações dinâmicas em sistemas de coberturas e em coberturas-terraço acessíveis aos usuários

Possibilitar o uso dos sistemas de cobertura de acordo com o previsto em projeto sem ocasionar danos à edificação ou aos usuários.

NOTA A resistência aos impactos de corpos mole e duro corresponde aos choques acidentais gerados pela própria utilização durante a vida útil do **SC** da edificação habitacional e se traduz na energia de impacto a ser aplicada nas coberturas-terraço. Os impactos, com maiores energias, referem-se ao estado-limite último, sendo os estados-limites de serviço aqueles correspondentes às menores energias.

7.3.1 Critério – Impacto de corpo mole em sistemas de coberturas-terraço acessíveis aos usuários

Os **SC** devem ser projetados, construídos e montados de forma a atender às exigências da Tabela 5 da ABNT NBR 15575-2:2013.

7.3.1.1 Método de avaliação

Conforme 7.4.1.1 da ABNT NBR 15575-2:2013.

7.3.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer o tipo de utilização prevista para o **SC**.

7.3.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), atendendo ao estabelecido em 7.3.1.

7.3.2 Critério – Impacto de corpo-duro em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários

Os **SC** devem ser projetados, construídos e montados de forma a atender 7.3.2 da ABNT NBR 15575-2:2013 atendendo a tabela 8.

7.3.2.1 Método de avaliação

Conforme 7.4.2.1 da ABNT NBR 15575-2:2013.

7.3.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer o tipo de utilização prevista para o **SC**.

7.3.2.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), atendendo ao estabelecido em 7.3.2.

7.4 Requisito – Solicitações em forros

Possibilitar a fixação de luminárias e outras cargas de ocupação.

7.4.1 Critério – Peças fixadas em forros

Os forros devem suportar a ação da carga vertical correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração no mínimo igual a 3,0. Para carga de serviço limita-se a ocorrência de falhas e o deslocamento à $L/600$, com valor máximo admissível de 5mm, onde *L* é o vão do forro. A carga mínima de uso é de 30 N.

NOTA –O fabricante deve informar as condições necessárias para fixação das peças nos forros, diretamente ou em estrutura auxiliar. Estas informações deverão constar no manual de uso, operação e manutenção da edificação.

7.4.1.1 Método de avaliação

Realização de ensaio , em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo B e verificação da carga máxima conforme manual de uso e operação e manutenção .

7.4.1.2 Premissas de projeto

O projeto do forro deve mencionar a carga máxima a ser suportada pelo forro, bem como as disposições construtivas e sistemas de fixação das peças .

O construtor/incorporador deve informar a carga máxima de projeto no manual de operação, uso e manutenção.

7.4.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto .

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

Não sofrer avarias sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais, desde que os valores de impacto nas telhas não ultrapassem os critérios descritos em 7.5.1 .

7.5.1 Critério - Resistência ao impacto

Sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não deve sofrer ruptura ou traspassamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0 J.

É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem perda de estanqueidade do telhado.

7.5.1.1 Método de avaliação

Realização de ensaio em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo C.

7.5.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve mencionar a adequação do telhado sob ação do granizo

7.5.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto e ao critério de 7.5.1 em ensaios conforme Anexo **C** . O Anexo I contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho (ver I.2.1).

8. Segurança contra incêndio

8.1 Generalidades

Além dos requisitos e critérios a seguir listados, devem ser atendidas todas as exigências pertinentes constantes na ABNT NBR 15575-1.

Considerando-se que diversos componentes e instalações podem ser alojados nos entre forros e áticos, especial atenção deve ser dada aos requisitos relativos à proteção contra descargas atmosféricas, instalações elétricas e instalações de gás, em atendimento ao estabelecido em 8.2.1.1, 8.2.1.2 e 8.2.1.3 da ABNT NBR 15575-1:2013.

8.2 Requisito – Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento

Dificultar a propagação de chamas no ambiente de origem do incêndio e não criar impedimento visual que dificulte a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.

8.2.1 Critério – Avaliação da reação ao fogo da face interna do Sistema de Cobertura das edificações

A superfície inferior das coberturas e subcoberturas, ambas as superfícies de forros, ambas as superfícies de materiais isolantes térmicos e absorventes acústicos e outros incorporados ao sistema de cobertura do lado interno da edificação devem classificar-se como I, II A ou III A da tabela 1 ou da tabela 2, de acordo com o método de avaliação previsto. No caso de cozinhas, a classificação deve ser I ou II A.

Tabela 1: Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442

Classe	Método de ensaio		
	ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II A	Combustível	$l_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
III A	Combustível	$25 < l_p \leq 75$	$D_m \leq 450$

l_p – Índice de propagação superficial de chama.

D_m – Densidade específica óptica máxima de fumaça

Δt – Variação da temperatura no interior do forno

Δm – Variação da massa do corpo de prova

t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova

ISO 1182 – Buildings materials – non – combustibility test

NBR 9442 - Materiais de construção - determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - método de ensaio

ASTM E 662 – Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials

UBC 26.3 - Uniform Building Code - USA

Tabela 2: Classificação dos materiais tendo como base o método EN 13823 (SBI) – classificação dos materiais especiais que não podem ser caracterizados através da ABNT NBR 9442

Classe	Método de ensaio	EN 13823 (SBI)	EN ISO 11925-2 (exp. = 30s)
	ISO 1182		
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{s}$	-	-
II A	Combustível	FIGRA $\leq 120\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo de prova THR600s $\leq 7,5\text{ MJ}$ SMOGR $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	Fs $\leq 150\text{ mm}$ em 60s
III A	Combustível	FIGRA $\leq 250\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo de prova THR600s $\leq 15\text{ MJ}$ SMOGR $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	Fs $\leq 150\text{ mm}$ em 60s

FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.

LFS – Propagação lateral da chama.

THR600s – Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.

TSP600s – Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.

SMOGR – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência.

FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado. Tempo de exposição de 30s.

EN 13823 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI)

EN ISO 11925-2 – Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test

8.2.1.1 Método de avaliação

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados no sistema de cobertura é o ABNT NBR 9442 "Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio", conforme classificação dos materiais de acordo com a **Tabela 1**. Entretanto para as situações mencionadas a seguir este método não é apropriado:

- quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25mm;
- materiais que na instalação conformam juntas através das quais, especialmente, o fogo pode propagar ou penetrar;

Nestes casos listados acima a classificação dos materiais deve ser feita de acordo com o padrão indicado na Tabela 2.

Os ensaios para avaliação dos materiais devem considerar a maneira como são aplicados na edificação. Caso o material seja aplicado sobre substrato combustível, este deverá ser incluído no ensaio. Caso o material seja aplicado a um substrato incombustível, o ensaio poderá ser realizado utilizando-se substrato de placas de fibrocimento com 6 mm de espessura.

Na impossibilidade de classificação conforme NBR 9442 ou conforme a tabela 2, pode ser realizado ensaio por meio do método UBC 26.3, sendo as exigências estabelecidas em termos do Índice de Propagação Superficial de Chamas, substituída pela exigência de aprovação por meio do UBC 26.3 . Ver **Anexo K** .

8.2.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer os indicadores de reação ao fogo dos componentes do SC e as implicações na propagação de chamas e geração de fumaça.

Considerar os seguintes requisitos :

a – Os materiais isolantes térmicos e absorventes acústicos aplicados nas instalações de serviço, em redes de dutos de ventilação e ar-condicionado, e em cabines ou salas de equipamentos, aparentes ou não, devem enquadrar-se entre as Classes I a II-A;

b – Componentes construtivos onde não são aplicados revestimentos e/ou acabamentos em razão de já se constituírem em produtos acabados, incluindo-se telhas, forros, face inferior de coberturas, entre outros, também estão submetidos aos critérios estabelecidos;

*c – Determinados componentes construtivos **expostos** ao incêndio em faces não voltadas para o ambiente ocupado, como é o caso de forros, revestimentos destacados do substrato devem atender aos critérios estabelecidos para ambas as faces;*

d – Materiais de proteção de elementos estruturais, juntamente com seus revestimentos e acabamentos devem atender aos critérios dos elementos construtivos onde estão inseridos, ou seja, de tetos para as vigas;

e – Materiais empregados em subcoberturas com finalidades de estanqueidade e de desempenho térmico devem atender os critérios de desempenho estabelecidos, aplicados a tetos e a superfície inferior da cobertura, mesmo que escondidas por forro;

f – As circulações (corredores) que dão acesso às saídas de emergência enclausuradas devem possuir classificação Classe I ou Classe II – A e as Saídas de emergência (escadas, rampas etc), Classe I ou Classe II – A, com $D_m \leq 100$;

g – Os materiais utilizados como revestimento, acabamento, isolamento térmico e absorvente acústico no interior dos poços de elevadores, monta cargas e shafts, devem ser enquadrados na Classe I ou Classe II – A, com $D_m \leq 100$;

h - Materiais enquadrados na categoria II, por meio da NBR 9442, ou que não sofrem a ignição no ensaio executado de acordo com a UBC 26-3, podem ser incluídos na Classe II-A, dispensando a avaliação por meio da ASTM E662, desde que sejam submetidos especialmente ao ensaio de acordo com a UBC 26-3 e, nos primeiros 5 minutos deste ensaio, ocorra o desprendimento de todo o material do substrato ou se solte da estrutura que o sustenta e que, mesmo nesta condição, o material não sofra a ignição.

8.2.2 Critério – Avaliação da reação ao fogo da face externa do Sistema de Cobertura das edificações

A face externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II ou III da tabela 3.

Tabela 3: Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442

Classe	Método de ensaio	
	ISO 1182	NBR 9442
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{s}$	-
II	Combustível	$l_p \leq 25$
III	Combustível	$25 < l_p \leq 75$

l_p – Índice de propagação superficial de chama.

Δt – Variação da temperatura no interior do forno

Δm – Variação da massa do corpo de prova

t_f – Tempo de flamejamento do corpo de prova

ISO 1182 – Buildings materials – non – combustibility test

NBR 9442 - Materiais de construção - determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - método de ensaio

Para as situações mencionadas a seguir, a classificação pela tabela 3 não é apropriada

- quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- quando o material é composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar;
- materiais compostos por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25mm.

Para estes casos os critérios de avaliação são :

- Propagação de chama interna e externa no sentido ascendente deve ser inferior a 700mm;
- Propagação de chama interna e externa no sentido descendente deve ser inferior a 600mm;
- Comprimento máximo interno e externo queimado deve ser inferior a 800mm;
- Ocorrências de aberturas isoladas na cobertura devem ser inferiores ou igual a 25 mm²;
- Soma de todas as aberturas na cobertura deve ser inferior a 4500 mm²;
- Propagação lateral não deve alcançar as extremidades do corpo de prova;
- Não deve ocorrer o desprendimento de gotas ou partículas em chamas;
- Não deve ocorrer a penetração de partículas em chamas no interior do sistema;
- Não deve ocorrer abrasamento interno do material da cobertura.

8.2.2.1 Método de avaliação

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados no sistema de cobertura é o ABNT NBR 9442 “Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante – Método de ensaio”, conforme classificação dos materiais de acordo com a tabela 3.

Entretanto para as situações mencionadas a seguir este método não é apropriado:

- quando ocorre derretimento ou o material sofre retração abrupta afastando-se da chama-piloto;
- quando o material é composto por miolo combustível mesmo que protegido por barreira incombustível quando o material e/ou telhado é composto por diversas camadas de materiais combustíveis apresentando espessura total superior a 25mm.

Nestes casos listados acima a avaliação dos materiais pode ser feita conforme método 1 da norma ENV 1187: 2002 (Test method for external fire performance to roofs). Esta avaliação deve considerar os detalhes construtivos do telhado analisado quanto à declividade, aos recobrimentos mínimos das diferentes camadas e aos detalhes de junção entre camadas e de fixação aos suportes de apoio.

8.2.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer os indicadores de reação ao fogo dos componentes do SC e as implicações na propagação de chamas e geração de fumaça.

8.3 Requisito – Resistência ao fogo do Sistema de Cobertura

8.3.1 Critério – resistência ao fogo do SC

A resistência ao fogo da estrutura do SC deve atender as exigências da ABNT NBR 14432, considerando um valor mínimo de 30 minutos.

No caso de unidade habitacional unifamiliar geminada até 2 pavimentos devem ser atendidas as seguintes condições:

1 – Na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás o valor da resistência ao fogo mínima do SC é de 30 minutos.

2 - Caso nos demais ambientes o SC não atenda esta condição, deve ser previsto um septo vertical entre unidades habitacionais com resistência ao fogo mínima de 30 minutos.

No caso de unidade habitacional uni familiar, isolada, até 2 pavimentos exige-se resistência ao fogo de 30 minutos somente na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás.

8.3.1.1 Método de avaliação

A resistência ao fogo é comprovada em ensaios realizados conforme a ABNT NBR 5628.

A comprovação do atendimento ao critério pode também ser feita por meio de avaliação técnica, atendendo às exigências da ABNT NBR 14432, ou com base em resultados de ensaios de tipo previamente realizados, ou por métodos analíticos segundo as ABNT NBR 15200 (para estruturas de concreto), ou ABNT NBR 14323 (para estruturas de aço ou mistas de aço e concreto).

8.3.1.2 Premissas de projeto

O projeto e o dimensionamento das estruturas devem ser realizados conforme o estabelecido na ABNT NBR 15575-2.

O projeto do SC ou das paredes de geminação deve prever componentes que se prolongue até a face inferior do telhado, sem a presença de frestas, com resistência ao fogo de 30 minutos, caso o SC não apresente esta resistência mínima ao fogo.

9 Segurança no uso e na operação

9.1 Requisito – Integridade do sistema de cobertura

Não apresentar partes soltas ou destacáveis sob ação do peso próprio e sobrecarga de uso .

9.1.1 Critério – Risco de deslizamento de componentes

Sob ação do peso próprio e sobrecarga de uso eventuais deslizamentos dos componentes não devem permitir perda da estanqueidade do **SC**.

Os SC com mantas impermeabilizantes não podem apresentar escorrimento ou delaminação.

9.1.1.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais, e montagens experimentais segundo os métodos de ensaio do Anexo D

9.1.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve :

- a) estabelecer a inclinação máxima do **SC** a fim de evitar o não deslizamento dos seus componentes . Acima da inclinação máxima, o projeto deve estabelecer os meios de fixação;
- b) correlacionar os produtos especificados às Normas vigentes de projeto e execução ou, na sua ausência, informar a metodologia de ensaios para verificação do atendimento aos critérios desta Norma.

9.1.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M*

9.2 Requisito – Manutenção e operação

Propiciar condições seguras para sua montagem e manutenção, bem como para a operação de dispositivos instalados sobre ou sob o SC.

9.2.1 Critério – Guarda-corpos em coberturas acessíveis aos usuários

Lajes de cobertura das edificações, destinadas à utilização corrente dos usuários da habitação (*solariums*, terraços, jardins e semelhantes), devem ser providas de guarda corpos conforme ABNT NBR 14718 . No caso de coberturas que permitam o acesso de veículos até o guarda corpo , o mesmo deve resistir a carga horizontal concentrada com intensidade de 25 kN, aplicada a 50 cm a partir do piso .Caso haja uma barreira fixa que impeça o acesso ao guarda corpo , esta deve resistir as mesmas cargas.

9.2.1.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais, execução de ensaios conforme ensaios constantes nos Anexos da ABNT NBR 14718.

9.2.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve correlacionar os produtos especificados à ABNT NBR 14718 e às normas vigentes de produtos.

9.2.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, o guarda-corpo atende às premissas de projeto, além de que, quando ensaiado de acordo com o método ABNT NBR 14718, resiste às cargas verticais e horizontais mencionadas no critério.

9.2.2 Critério – Platibandas

Sistemas ou platibandas previstos para sustentar andaimes suspensos ou balancins leves devem suportar a ação dos esforços atuantes no topo e ao longo de qualquer trecho, pela força *F* (do cabo), majorada conforme ABNT NBR 8681, associados ao braço de alavanca (*b*) e distância entre pontos de apoio conforme figura do anexo F , fornecidos ou informados pelo fornecedor do equipamento e dos dispositivos.

9.2.2.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais e execução de ensaios conforme Anexo F, ou montagens experimentais.

9.2.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve:

- a) especificar o binário resistente máximo;
- b) constar dados que permitam ao incorporador e/ou ao construtor indicar no manual de operação, uso e manutenção a possibilidade ou não de fixação de andaimes suspensos através de ganchos e às condições de utilização de dispositivos destinados à ancoragem de equipamentos de sustentação de andaimes e de cabos de segurança para o uso de proteção individual, conforme esquema estabelecido em projeto.

9.2.2.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto e ao critério de 9.2.2.

9.2.3 Critério – Segurança no trabalho em sistemas de coberturas inclinadas

Os SC inclinados com declividade superior a 30 % devem estar providos de dispositivos de segurança suportados pela estrutura principal.

9.2.3.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais, execução de ensaios de tração nos dispositivos de fixação por meio de uma força horizontal igual ou maior que 3 kN, aplicada na posição mais desfavorável.

9.2.3.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer:

- a) o uso de dispositivos ancorados na estrutura principal, de forma a possibilitar o engate de cordas, cintos de segurança e outros equipamentos de proteção individual, para declividades superiores a 30 %;
- b) os meios de acesso para a realização de manutenção.

9.2.3.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto e ao critério de 9.2.3.

9.2.4 Critério – Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura

Telhados e lajes de cobertura devem propiciar o caminhamento de pessoas, em operações de montagem manutenção ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto e manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas.

9.2.4.1 Método de avaliação

Análise do projeto em face das premissas estabelecidas em 9.2.4.2, verificação e validação dos cálculos estruturais e/ou ensaios de laboratoriais, conforme Anexo G.

9.2.4.2 Premissas de projeto

O projeto deve:

- a) delimitar as posições dos componentes dos telhados que não possuem resistência mecânica suficiente para o caminhamento de pessoas;
- b) indicar a forma das pessoas deslocarem-se sobre os telhados.

9.2.4.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto e ao critério de 9.2.4.

9.2.5 Critério - Aterramento de sistemas de coberturas metálicas

Sistemas de cobertura constituídos por estrutura e/ou por telhas metálicas devem ser aterrados, a fim de propiciar condução das descargas e a 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) , para tanto deve atender a ABNT NBR 5419 Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas .

9.2.5.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura e atendimento às ABNT NBR 13571 e ABNT NBR 5419.

9.2.5.2 Premissas de projeto

O projeto deve:

- a) levar em consideração o projeto do sistema de proteção de descargas atmosféricas (*SPTA*) e aterramento de cargas eletrostáticas;
- b) mencionar o atendimento às ABNT NBR 13571 e ABNT NBR 5419.

9.2.5.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto.

10 Estanqueidade

10.1 Requisito – Condições de salubridade no ambiente habitável

Ser estanques à água de chuva, evitar a formação de umidade e evitar a proliferação de insetos e microorganismos.

NOTA Para os componentes, telhas e peças complementares, constituídos por plásticos, aços, alumínio, vidros ou quaisquer outros materiais historicamente considerados impermeáveis, este requisito está implicitamente atendido.

10.1.1 Critério de impermeabilidade

O *SC* não deve apresentar escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes. Aceita-se o aparecimento de manchas de umidade, desde que restritas a no máximo 35 % da área das telhas.

10.1.1.1 Método de avaliação

Ensaio de impermeabilidade conforme ABNT NBR 5642.

10.1.1.2 Premissas de projeto

O projeto deve prever detalhes construtivos que assegurem a não ocorrência de umidade e de suas conseqüências estéticas no ambiente habitável.

10.1.1.3 Níveis de desempenho

Análise do projeto e atendimento ao critério de 10.1.1. O Anexo I contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho (ver I.3.1)

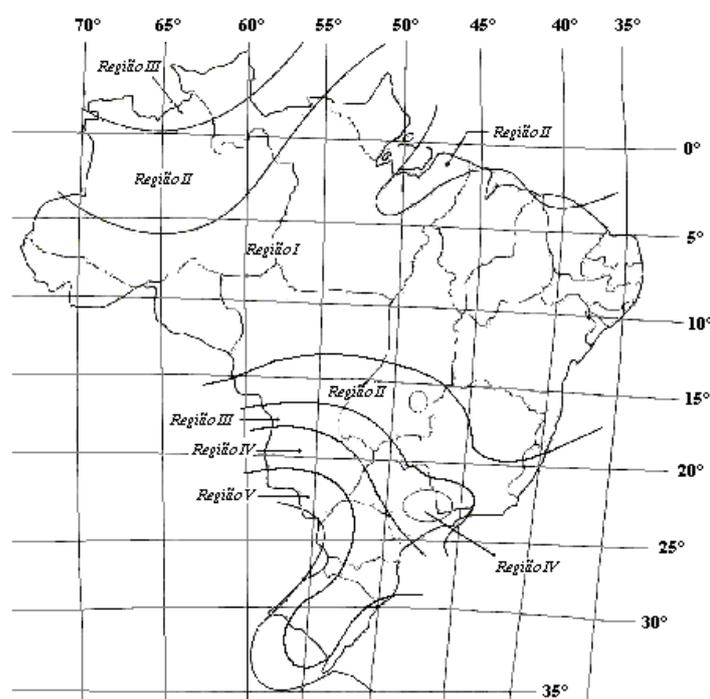
10.1.2 Critério – Estanqueidade do *SC*

Durante a vida útil de projeto do sistema de cobertura, não deve ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escorrimento ou gotejamento, considerando-se as condições de exposição indicadas na Tabela 1 e Figuras 2, considerando-se todas as suas confluências e interações com componentes ou dispositivos (parafusos, calhas, vigas-calha, lajes planas, componentes de ancoragem, arremates, regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas, e subcoberturas), bem como os encontros de componentes com chaminés, tubos de ventilação, clarabóias e outros, em face das movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais em contato, aliados aos componentes ou materiais de rejuntamento.

NOTA O critério 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 laterais e longitudinais, pelos tipos de encaixes e sistema de fixação ou acoplamento das telhas, pela regularidade dimensional das peças e pela declividade e extensão dos panos (além dos índices pluviométricos, direção e intensidade do vento na região de implantação da edificação habitacional).

Tabela 1 — Condições de ensaio de estanqueidade de telhados

Regiões	Condições de ensaio	
	Pressão estática Pa	Vazão de água L / m ² / min
I	10	4
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	



Figuras 2 — Condições de exposição de acordo com regiões do Brasil (ABNT NBR 6123)

10.1.2.1 Método de avaliação

Ensaio da estanqueidade à água do SC de acordo com o método apresentado no Anexo D, com base nas condições de ensaio descritas na Tabela 2.

Recomenda-se, para os encontros descritos em 10.1.1.1, a realização do ensaio de tipo de estanqueidade de acordo com o Anexo D, incorporando-se os componentes ou dispositivos. Não há necessidade, para certos SC, de se ensaiar o conjunto como um todo, permitindo-se ensaios das partes representativas.

10.1.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve estabelecer a necessidade do cumprimento da regularidade geométrica da trama da cobertura, durante a vida útil de projeto, a fim de que não resulte prejuízo à estanqueidade do **SC**.

O projeto também deve:

- mencionar as Normas Brasileiras dos componentes para os **SC** ou, na inexistência de Normas Brasileiras, as indicações do fabricante do componente telha ou de normas estrangeiras ou internacionais;
- detalhar, quando exigível ou previsto a presença de barreiras:

- barreiras à radiação solar devem atender ao limite de emissividade ($\epsilon = 0,2$), conforme método ASTM C 1371;
 - barreira isolante térmica ,deve possuir resistência térmica igual ou superior a 90 % da resistência térmica informada pelo fabricante, quando determinada segundo o método constante na ABNT NBR 15220-5;
 - barreira ao vapor; deve apresentar permeabilidade ao vapor menor ou igual a $11,4 \times 10^{-8} \text{ g /Pa.s.m}^2$, conforme método ASTM E 96;
 - detalhar a forma de aplicação e fixação da subcobertura;
 - detalhar as sobreposições e tamanhos das emendas;
 - detalhar os acessórios necessários;
- c) indicar as sobreposições das peças (longitudinal e transversal);
- d) dimensões dos panos;
- e) indicar declividade do SC face aos componentes especificados;
- f) indicar acessórios necessários;
- g) materiais e detalhes construtivos dos arremates, de forma a prevenir avarias decorrentes de movimentações térmicas e assegurar a estanqueidade;
- h) indicar a forma de fixação dos componentes;
- i) indicar a ação do vento no local da edificação habitacional , e que foi considerada no projeto. Ver ABNT NBR 6123

10.1.2.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto e ao critério de 10.1.2.

10.1.3 Critério – Estanqueidade das aberturas de ventilação

O SC não deve permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões das aberturas de ventilação, constituídas por entradas de ar nas linhas de beiral e saídas de ar nas linhas das cumeeiras, ou de componentes de ventilação.

As aberturas e saídas de ventilação não devem permitir o acesso de pequenos animais para o interior do ático ou da habitação.

10.1.3.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto e das especificações técnicas dos componentes utilizados.

10.1.3.2 Premissas de projeto

O projeto deve detalhar e posicionar os sistemas de aberturas e de saídas que atendam ao critério de estanqueidade e ventilação de maneira que o ático permaneça imune à entrada de água e de animais dentro das condições previstas em projeto.

10.1.3.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto.

10.1.4 Critério para captação e escoamento de águas pluviais

O sistema de cobertura deve ter capacidade para drenar a máxima precipitação passível de ocorrer, na região da edificação habitacional, não permitindo empoçamentos ou extravasamentos para o interior da edificação habitacional, para os áticos ou quaisquer outros locais não previstos no projeto da cobertura.

10.1.4.1 Método de avaliação

Análise das premissas de projeto e verificação da compatibilidade entre as aberturas.

10.1.4.2 Premissas de projeto

O projeto deve:

- a) considerar as disposições da ABNT NBR 10844, no que diz respeito à avaliação da capacidade do sistema de captação e drenagem pluvial da cobertura;
- b) compatibilizar entre si os projetos de arquitetura do telhado, da impermeabilização, elaborado de acordo com a ABNT NBR 9575 e a NBR 9574, e deste sistema;
- c) especificar os caimentos dos panos, encontros entre panos, projeção dos beirais, encaixes, sobreposições e fixação das telhas;
- d) especificar os sistemas de impermeabilização de lajes de cobertura, terraços, fachadas e outros componentes da construção;
- e) especificar o sistema de águas pluviais;
- f) detalhar os elementos que promovem a dissipação ou afastamento do fluxo de água das superfícies das fachadas, visando prevenir o acúmulo de água e infiltração de umidade

10.1.4.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende às premissas de projeto.

10.1.5 Critérios - Estanqueidade para SC impermeabilizado

Os SC impermeabilizados devem :

- a) No teste da lâmina d'água ser estanques por no mínimo 72 h;
- b) manter a estanqueidade ao longo da vida útil de projeto do **SC**;

10.1.5.1 Método de avaliação

Análise de projeto e atendimento às premissas de projeto, e do memorial de execução, considerando as disposições das ABNT NBR 9575

Os produtos que não possuem Normas Brasileiras específicas devem atender a normas estrangeiras ou internacionais, estando sujeito à análise.

10.1.5.2 Premissas de projeto

O projeto deve especificar:

- a) todos os materiais necessários;
- b) condições de armazenagem e de manuseio;
- c) equipamentos de proteção individual necessários;
- d) acessórios, ferramentas, equipamentos, processos e controles envolvidos na execução do sistema de impermeabilização;
- e) as normas utilizadas;
- f) forma de execução;
- g) detalhes construtivos e de fixação; e

h) todos os detalhes compatibilizados com as interfaces e interferências da cobertura.

10.1.5.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende ao projeto e às premissas de projeto, mantendo as características de estanqueidade por pelo menos cinco anos. O Anexo I contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho (ver I.3.2).

11 Desempenho térmico

11.1 Generalidades

Esta parte da ABNT NBR 15575 apresenta os requisitos e critérios para verificação dos níveis mínimos de desempenho térmico de coberturas, conforme definições, símbolos e unidades da ABNT NBR 15220-1 e ABNT NBR 15220-3.

11.2 Requisito – Isolação térmica da cobertura

Apresentar transmitância térmica e absorvância à radiação solar que proporcionem um desempenho térmico apropriado para cada zona bioclimática.

O Critério 11.2.1 a seguir estabelece condição para a avaliação através do método simplificado do desempenho térmico. No caso de coberturas que não atendam a esse critério simplificado, a verificação do atendimento ou não do desempenho térmico da edificação como um todo deve ser realizada de acordo com a norma ABNT NBR 15.575 – Parte 1.

11.2.1 Critério – Transmitância térmica

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (*U*) das coberturas, considerando fluxo térmico descendente, em função das zonas bioclimáticas, encontram-se indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica

Transmitância térmica (<i>U</i>) W/m ² K					
Zonas 1 e 2		Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8	
$U \leq 2,30$	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	$\alpha \leq 0,4$	$\alpha > 0,4$	
	$U \leq 2,3$	$U \leq 1,5$	$U \leq 2,3$ FV	$U \leq 1,5$ FV	

α é absorvância à radiação solar da superfície externa da cobertura.
NOTA O fator de ventilação (*FV*) é estabelecido na ABNT NBR 15220-2.

11.2.1.1 Métodos de avaliação

Determinação da transmitância térmica, por meio de método simplificado, conforme procedimentos apresentados na ABNT NBR 15220-2.

Caso no projeto do SC haja previsão de isolamento térmica, este deve fazer referência às Normas Brasileiras pertinentes.

11.2.1.2 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende ao critério de 11.2.1 e às premissas de projeto. O Anexo I contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho (ver I.4.1).

12 Desempenho acústico

12.1 Generalidades

Esta parte 5 da ABNT-NBR-15575 apresenta os requisitos e critérios para a verificação do isolamento acústico entre o meio externo e o interno de coberturas.

São considerados o isolamento de sons aéreos do conjunto fachada/cobertura de edificações e o nível de ruído de impacto no piso (caminhamento, queda de objetos e outros) para as coberturas acessíveis de uso coletivo.

12.2 Métodos disponíveis para a avaliação

12.2.1 Descrição dos métodos

12.2.1.1 Método de engenharia, realizado em campo

Isolamento de ruído aéreo: Determina, em campo, de forma rigorosa, o isolamento acústico global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura), caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema. O método é descrito na norma ISO 140-5.

Ruído de impacto em pisos: Determina, em campo, de forma rigorosa, o nível de pressão sonora de impacto padronizado do piso entre a laje de uso coletivo e unidade autônoma, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema. O método é descrito na norma ISO 140-7.

Os resultados obtidos restringem-se somente às medições efetuadas.

12.2.1.2 Método simplificado de campo

Este método permite obter uma estimativa do isolamento acústico global da vedação externa (conjunto fachada e cobertura) e do ruído de impacto em pisos, em situações onde não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído ambiente não permitem obter este parâmetro. O método simplificado é descrito na ISO 10052.

Os resultados obtidos restringem-se somente às medições efetuadas.

Entre os métodos de medição de campo, o método de engenharia é o mais preciso.

12.2.2 Parâmetros de avaliação

Os parâmetros de avaliação adotados nesta parte da norma constam da Tabela 4.

Tabela 4: Parâmetros acústicos de avaliação

Símbolo	Descrição	Norma	Aplicação
$D_{2m,nT,w}$	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 m de distância da fachada/cobertura	ISO 140-5 ISO 717-1	Vedação externa, em edifícios
$L'_{nT,w}$	Nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado	ISO 140-7 ISO 717-2	Pisos e coberturas de uso coletivo, em edifícios

Como as normas ISO referenciadas não possuem versão em português, foram mantidos os símbolos nelas consignados com os seguintes significados:

$D_{2m,nT,w}$ - diferença padronizada de nível ponderada a 2 m (*weighted standardized level difference at 2 m*).

$L'_{nT,w}$ - nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado (*weighted standardized impact sound pressure level*).

12.3 Requisito – Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos

Avaliar o isolamento de som aéreo de fontes de emissão externas

12.3.1 Critério – Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos, em campo

12.3.1.1 Método de avaliação

Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional. Deve-se utilizar um dos métodos de campo de 12.2.1 para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$.

As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas, tais como foram entregues pela empresa construtora ou incorporadora.

12.3.1.2 Nível de desempenho mínimo

Os valores mínimos de desempenho são indicados na Tabela 5.

Tabela 5— Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa de dormitório

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [dB]
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30
Nota 1: Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas. Nota 2: Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos		

O Anexo I contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho.

12.4 Requisito – Nível de ruído de impacto nas coberturas acessíveis de uso coletivo

Avaliar o som resultante de ruídos de impacto (caminhamento, queda de objetos e outros), naquelas edificações que facultam acesso coletivo à cobertura.

12.4.1.1 Método de avaliação

Devem ser avaliados os dormitórios e as salas de estar da unidade habitacional. Deve-se utilizar um dos métodos de campo de 12.2.1 para a determinação dos valores do nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, $L'_{nT,w}$.

12.4.1.2 Nível de desempenho mínimo

As coberturas de uso coletivo devem apresentar nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado ($L'_{nT,w}$) conforme Tabela 6.

Tabela 6 – Nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, $L'_{nT,w}$

Sistema	$L'_{nT,w}$ [dB]
Cobertura acessível de uso coletivo	≤ 55

O Anexo I contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho.

13 Desempenho lumínico

Este requisito se encontra estabelecido na ABNT NBR 15215, Partes 1 a 4.

14 Durabilidade e manutenibilidade

14.1 Requisito – Vida útil de projeto dos sistemas de cobertura

Apresentar vida útil de projeto conforme períodos especificados na Parte 1 da ABNT NBR 15575, desde que o SC seja submetido a intervenções periódicas de manutenção e conservação.

14.1.1 Critério para a vida útil de projeto

Demonstrar o atendimento à vida útil de projeto estabelecida na Parte 1 da ABNT NBR 15575.

14.1.1.1 Método de avaliação

O Anexo C da Parte 1 da ABNT NBR 15575:2013 contém a metodologia aplicável.

14.1.1.2 Premissas de projeto

No projeto devem constar o prazo de substituição e as operações de manutenções periódicas pertinentes.

14.1.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende ao projeto e às premissas de projeto.

14.1.2 Critério – Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas

A superfície exposta dos componentes pigmentados, coloridos na massa, pintados, esmaltados, anodizados ou qualquer outro processo de tingimento **pode** apresentar grau de alteração **máxima de 3**, após exposição acelerada durante 1 600 h em câmara/lâmpada com arco de xenônio.

14.1.2.1 Métodos de avaliação

Avaliação da alteração da cor segundo a NBR ISO 105-A02 (escala cinza), após exposição acelerada conforme Anexo H.

14.1.2.2 Premissas de projeto

O projeto deve especificar gama de cores que atendem ao critério 14.1.2 e informar os tempos necessários para manutenção, a fim de que não haja perdas da absorvância, em face das alterações ao longo do tempo.

14.1.2.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende ao critério de 14.1.2. O Anexo I contém recomendações relativas a outros níveis de desempenho (ver I.7.1).

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

14.1.3.1 Os fabricantes, quer do SC, quer dos componentes, quer dos subsistemas, bem como o construtor e o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar todas as condições de uso, operação e manutenção dos SC, conforme sua especificidade, como definido nas premissas de projeto **e na norma ABNT NBR 5674..**

14.1.3.2 O manual a ser fornecido pelo construtor ou pelo incorporador deve contemplar as instruções práticas para a conservação do SC.

14.1.3.3 Método de avaliação

Análise do manual de operação, uso e manutenção dos SC.

14.1.3.4 Premissas de projeto

14.1.3.4.1 Condições

a) características gerais de funcionamento dos componentes, aparelhos ou equipamentos constituintes da cobertura, ou que com esta interfiram ou guardem direta relação;

- b) recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada;
- c) periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções.

14.1.3.5 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende ao projeto e às premissas de projeto

15 Saúde, higiene e qualidade do ar

Ver ABNT NBR 15575-1.

16 Funcionalidade e acessibilidade

16.1 Requisito – Manutenção dos equipamentos e dispositivos ou componentes constituintes e integrantes do SC

Possibilitar a instalação, manutenção e desinstalação de dispositivos e equipamentos necessários à operação da edificação habitacional.

16.1.1 Critério – Instalação, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos da cobertura

O SC deve ser passível de proporcionar meios pelos quais permitam atender fácil e tecnicamente às vistorias, manutenções e instalações previstas em projeto.

16.1.1.1 Método de avaliação

Análise dos projetos de arquitetura conforme ABNT NBR 13532, ABNT NBR 9575, ABNT NBR 5419, ABNT NBR 10844.

16.1.1.2 Prescrição de projeto

O projeto deve:

- a) compatibilizar o disposto nas ABNT NBR 5419, ABNT NBR 10844 e ABNT NBR 9575;
- b) prever todos os componentes, materiais e seus detalhes construtivos integrados ao SC;
- c) prever meios de acesso, incluindo: condições de segurança, condições ergonômicas para inspeções e realização dos serviços de manutenção, bem como desinstalação.
- d) quando houver possibilidade prevista de processos evolutivos do SC, respeitando a legislação pertinente, devem ser indicados os componentes, materiais e detalhes construtivos indicados para ampliação do SC.

16.1.1.3 Nível de desempenho

O nível mínimo para aceitação é o *M* (denominado mínimo), ou seja, atende ao projeto e às premissas de projeto.

17 Conforto tátil, visual e antropodinâmico

Ver ABNT NBR 15575-1.

18 Adequação ambiental

Considerando-se que a avaliação técnica do impacto gerado ao 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, recomenda-se para as edificações a consideração dos aspectos relacionados na Seção 18 da ABNT NBR 15575-1:2013.

Anexo A **(normativo)**

Determinação da resistência às cargas concentradas em sistemas de coberturas acessíveis aos usuários – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio que consiste em submeter um trecho representativo do SC a cargas concentradas passíveis de ocorrerem durante a utilização de coberturas com possibilidade de acesso a pessoas.

Aparelhagem

Três discos rígidos de aço com diâmetro aproximado de 25 mm (1"), cada um.

Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser representativo do SC, incluindo todos seus componentes e a forma de aplicação do carregamento, conforme desenho fornecido.

Procedimento

Aplicar a carga através dos discos.

Medir as deformações.

A.5 Expressão dos resultados

Gráfico de deslocamentos x cargas.

Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- a) identificação do solicitante;
- b) identificação do fornecedor;
- c) identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- d) desenho do ensaio de tipo;
- e) data do recebimento da amostra;
- f) carga de ocorrência de falhas e o tipo de falha ocorrida;
- g) carga de ruptura ou de falência do subsistema;
- h) deslocamentos verticais;
- i) relação entre os deslocamentos e os vãos;
- j) nível de desempenho;
- k) data do ensaio;
- l) referência a esta Norma;

m) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

Anexo B (normativo)

Determinação da resistência de peças fixadas em forro – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio que consiste em submeter um trecho representativo do forro a uma carga concentrada que simule a instalação de uma luminária, alto-falante ou qualquer outro aparelho suspenso ou fixado no forro.

Aparelhagem

Os acessórios de fixação devem ser exatamente iguais àqueles com que serão instalados no forro, bem como os dispositivos efetivos como as bandejas com tara predeterminada, acopladas aos referidos acessórios para sustentação da carga.

Os contrapesos com massas apropriadas, devem simular os incrementos de carga de forma a obedecer ao disposto em B.4.

Para leitura dos deslocamentos verticais, adotar defletômetro com resolução mínima de décimo de milímetro.

Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser representativo do SC, incluindo todos seus componentes e a forma de aplicação do carregamento, conforme desenho fornecido.

Procedimento

Aplicar a carga em patamares correspondentes a 1/6 da carga de ruptura informada, mantendo-se o carregamento, em cada patamar, durante 10 min.

No final de cada estágio de carregamento, registrar o deslocamento vertical resultante da aplicação da carga.

Expressão dos resultados

Devem ser registradas as cargas aplicadas e, para cada parcela da carga aplicada (1/6, 1/3, e outras), o tempo de atuação da carga e os respectivos registros de eventuais rupturas ou destacamentos de acessórios de fixação, quedas da bandeja ou de contrapesos, ruptura ou fissuração do forro, e outras ocorrências.

Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- a) identificação do solicitante;
- b) identificação do fornecedor;
- c) identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- d) desenho do ensaio de tipo;
- e) data do recebimento da amostra;

- f) carga de ocorrência de falhas, o tipo de falha ocorrida;
- g) carga de ruptura ou de falência do sistema de fixação;
- h) deslocamentos verticais
- i) nível de desempenho;
- j) data do ensaio;
- k) referência a esta Norma;
- l) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

Anexo C (normativo)

Verificação da resistência ao impacto em telhados – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio que consiste em submeter um trecho representativo do telhado a impactos de corpo-duro, simulando a ação de granizo, pedras lançadas por crianças e outros.

Aparelhagem

Esfera de aço maciça, com massa de $(65,6 \pm 2)$ g, e suporte para repouso da esfera de forma que ela possa ser abandonada em queda livre a partir das alturas indicadas em C.4.

Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser representativo do SC, incluindo todos seus componentes, e a forma de aplicação do impacto, conforme desenho fornecido.

O corpo-de-prova deve incluir todos os detalhes típicos do sistema de cobertura, tais como declividade, subsistema de apoios dos componentes telhas.

O tamanho do pano é de cinco telhas.

Procedimento

Aplicar um impacto na posição mais desfavorável no componente telha.

Aplicar a carga de impacto por meio da esfera de aço maciça (diâmetro de 25,4 mm) 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 indicadas na Tabela C.1.

Tabela C.1 – Massa do corpo-duro, altura e energia do impacto

Percussor de impacto	m g	H m	E J
Corpo-duro (esfera de aço maciça)	65,6	1,50	1,0
		2,30	1,5
		3,80	2,5

Expressão dos resultados

Para cada energia de impacto especificada (1,0 J, 1,5 J e 2,5 J), registrar a eventual ocorrência de fissuras, lascamentos, desagregações, traspassamento ou outras avarias.

Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- identificação do solicitante;
- identificação do fornecedor;
- identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;

- d) desenho do ensaio de tipo;
- e) energia de impacto, em joules;
- f) nível de desempenho;
- g) data do recebimento da amostra;
- h) data do ensaio;
- i) referência a esta Norma;
- j) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

Anexo D (normativo)

Determinação da estanqueidade à água do SC – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método para verificação da estanqueidade à água do SC, que consiste em submeter um trecho representativo do SC a uma vazão de água, sob a condição de uma diferença estática de pressão.

NOTA Mediante acordo entre fornecedor e usuário, o ensaio previsto neste anexo pode ser substituído por ensaios constantes nas normas de produto, desde que atendam ao princípio estabelecido em D.1.

Aparelhagem

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 (Figuras D.1). A câmara deve dispor de uma válvula de segurança que garanta a extravasão do ar quando a pressão interna atingir valores acima dos compatíveis com sua estabilidade estrutural.

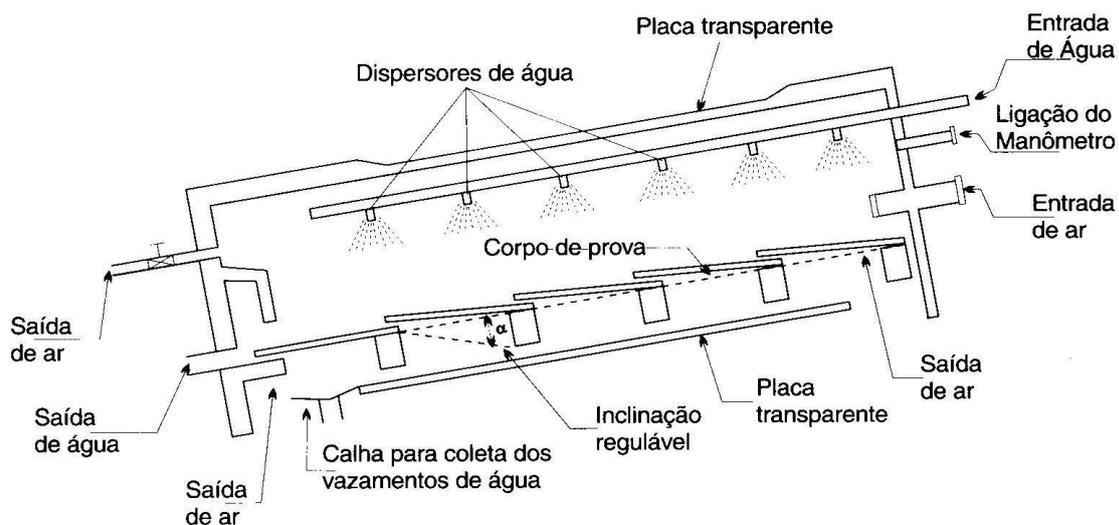


Figura D.1 – Câmara

Sistema de pressurização

Sistema de pressurização que garanta a transmissão de carga de forma estática e a estabilização de carga aplicada em níveis predeterminados.

A alimentação da câmara deve ser feita de modo a evitar a incidência direta do fluxo de ar sobre o corpo-de-prova (Figura D.2).

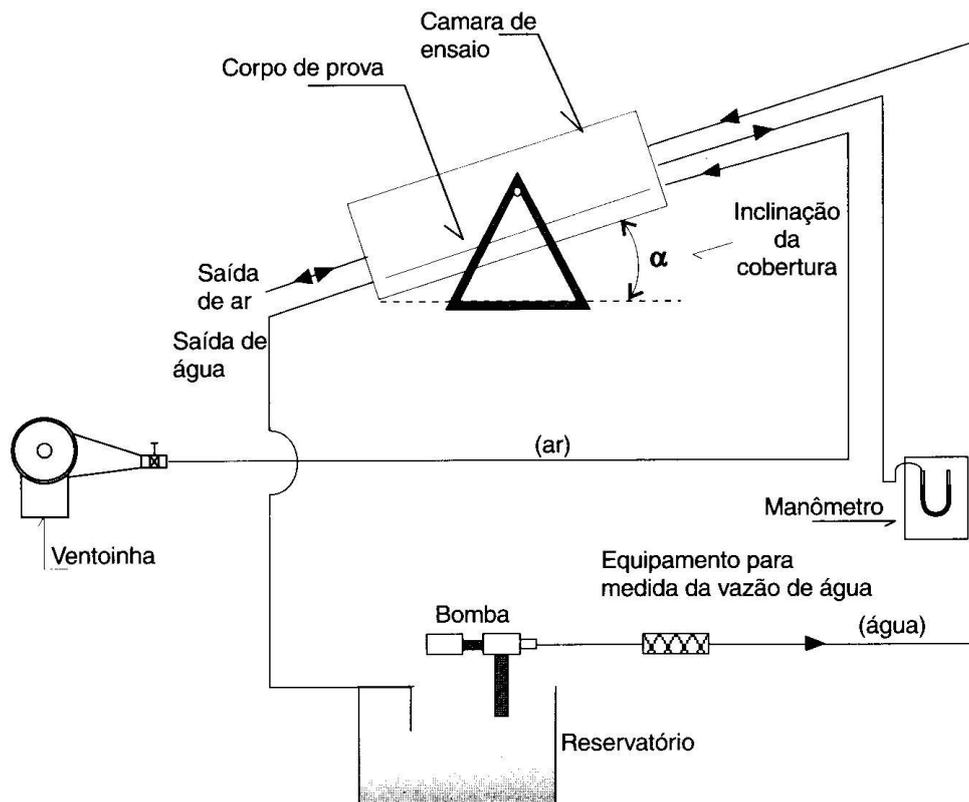


Figura D.2 – Esquema de funcionamento da câmara

Manômetro

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

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 L/min por metro quadrado do corpo-de-prova, garantindo que todas as suas partes sejam igualmente aspergidas.

Equipamento para medição de vazão

Equipamento para medição de vazão de água aspergida, constituído por um caixa com seção de 61 cm x 61 cm e profundidade superior a 30 cm, quadrialveolar. 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 aspersão pode ser colocado um hidrômetro com o intuito de facilitar a regulagem da vazão desejada.

Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

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

Procedimento

D.4.1 Ajustar o sistema de aspersão de água da câmara utilizando-se a caixa quadrialveolar, para a vazão de 4 L/min m². O sistema de aspersão 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.

D.4.2 O procedimento descrito em D.4.1 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.

D.4.3 Montar o corpo-de-prova na câmara com sua face superior voltada para o seu interior 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.

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

D.4.5 Aplicar na câmara, escalonadamente, as pressões de 10 Pa, 20 Pa, 30 Pa, 40 Pa, 50 Pa e 60 Pa; manter cada uma dessas pressões por um período de 5 min, registrando a eventual existência de vazamentos, escorrimentos 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.

D.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 em D.4.5, registrando a pressão máxima que se conseguir administrar no corpo-de-prova.

Expressão dos resultados

Devem ser registrados, para cada uma das pressões aplicadas (10, 20, 30, 40, 50 e 60 Pa, ou ainda para quaisquer outras pressões de interesse), o tempo de aplicação da pressão, a vazão de água incidente sobre o topo do corpo-de-prova e os respectivos registros de eventuais vazamentos, escorrimentos ou manchas de umidade verificados na face inferior da cobertura, mapeando-se os locais onde ocorreram e indicando-se o tempo de ensaio após o qual manifestou-se cada evento.

Deve ainda ser registrada qualquer outra anomalia verificada durante a realização do ensaio, como, por exemplo, retorno de água, transporte de água por capilaridade, formação de bolhas, empenamentos, descolamentos e outras.

Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- a) identificação do solicitante;
- b) identificação do fornecedor;
- c) identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- d) desenhos dos corpos-de-prova, com descrição pormenorizada deles, incluindo dimensões, materiais constituintes e inclinação do trecho do telhado;
- e) desenho do ensaio de tipo, incluindo os detalhes necessários ao seu entendimento;
- f) data do recebimento das amostras;
- g) 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;
- h) nível de desempenho;
- i) data do ensaio;
- j) referência a esta parte da ABNT NBR 15575;
- k) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios ou outras informações julgadas pertinentes.

Anexo E (normativo)

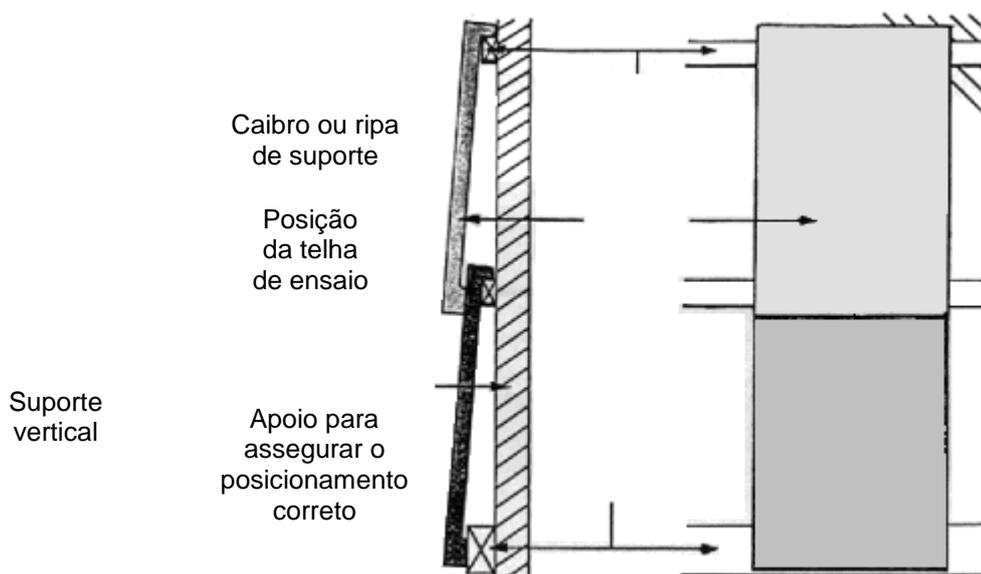
Verificação da resistência de suporte das garras de fixação ou de apoio – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método para verificar a resistência das garras de fixação que suportam as telhas e que consiste na ação do peso próprio sobre as garras em condições desfavoráveis de uso.

Aparelhagem

A aparelhagem necessária para a execução do ensaio está indicada na Figura E.1.



Figuras E.1 – Esquema da montagem

Corpo-de-prova

Uma telha inteira saturada constitui um corpo-de-prova.

Procedimento

- retirar aleatoriamente oito corpos-de-prova do lote de inspeção, podendo usar as telhas do painel de montagem (ver Anexo G);
- imersão dos corpos-de-prova durante 24 h em água;
- posicionar o corpo-de-prova conforme indicado na Figura E.1, sobre vigas de madeira espaçadas convenientemente em função das dimensões das telhas;
- pendurar o corpo-de-prova;
- prender a telha inferior e deixar o corpo-de-prova nessa posição por 1 min.

Expressão dos resultados

O resultado deve consignar se houve escorregamento ou aparecimento de fissuras na nervura.

Relatório do ensaio

No relatório de ensaio devem constar as seguintes informações:

- a) identificação do laboratório;
- b) identificação do corpo-de-prova e lote;
- c) descrição dos fatos ocorridos segundo designação de E.5;
- d) data do ensaio;
- e) referência a esta parte da ABNT NBR 15575.

Anexo F (normativo)

Determinação da resistência das platibandas – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método para determinação da resistência das platibandas que consiste em reprodução da ação dos esforços despertados no topo e ao longo de qualquer trecho, pela força F majorada¹⁾ (do cabo), associada ao braço de alavanca (b) e à distância entre pontos de apoio (a), fornecidos ou informados pelo fornecedor do equipamento e dos dispositivos.

Aparelhagem

Duas mãos-francesas e conjunto de contrapesos, cada um com massa de $(50 \pm 0,2)$ kg, com capacidade de aplicação de momentos fletores no topo da platibanda, de acordo com o esquema fornecido em F.4.

Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

Montagens experimentais *in loco* ou ensaios de tipo.

Procedimentos

Transformar e reproduzir os dados informados pelo fornecedor do SC de andaimes suspensos em binários, conforme esquema geral indicado na Figura F.1

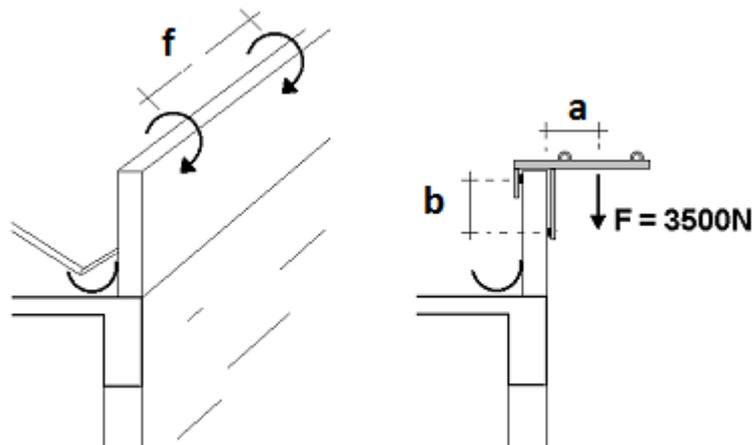


Figura F.1 – Binários aplicados no topo da platibanda, simulando ação de andaime suspenso

Expressão dos resultados

Valor, em quilonewtons por metro, de ruptura do binário e seu valor, quando do início de deslocamento ou aparecimento de trincas ou fissuras nas platibandas.

¹⁾ Ver ABNT NBR 8681.

Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações, em função de cada determinação ou verificação:

- a) identificação do solicitante;
- b) identificação do fornecedor;
- c) identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- d) especificação do produto;
- e) características do produto;
- f) fotos do início, do fim e do aparecimento de fissuras ou trincas;
- g) análise visual da superfície exposta da platibanda ou componentes, mencionando manifestações de fissuras, desagregações, escamações e descolamentos;
- h) valor do binário de ruptura e valor do aparecimento de trincas;
- i) data do recebimento da amostra;
- j) data do ensaio;
- k) referência a esta parte da ABNT NBR 15575 e às normas que serviram de base para os ensaios de caracterização;
- l) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios

Anexo G (normativo)

Determinação da resistência ao caminhamento – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método de ensaio que consiste em submeter um trecho representativo do SC a uma carga concentrada passível de ocorrer durante a montagem do telhado ou mesmo durante operações de manutenção (peso próprio do telhadista, apoio de materiais ou ferramentas e outros).

Aparelhagem

A aparelhagem necessária à realização do ensaio consiste em:

- pórtico de reação, cilindro hidráulico para aplicação da carga e célula de carga ou anel dinamométrico com resolução igual ou melhor que 200 g.
- cutelo de madeira com densidade de 800 kg/m^3 , comprimento de 20 cm e largura de 10 cm.

Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser representativo do subsistema telhado, incluindo todos seus componentes e a forma de aplicação da carga, conforme desenho fornecido.

O corpo-de-prova deve incluir todos os detalhes típicos do sistema cobertura, tais como declividade e subsistema de apoios dos componentes telhas.

Procedimento

A carga deve ser transmitida na posição mais desfavorável por meio do cutelo de madeira, diretamente sobre a telha ou sobre dispositivos distribuidores de carga do tipo tábuas, pranchas e outras, especificados pelo fabricante ou construtor.

O cutelo deve ser conformado para transmitir a carga na direção vertical, intercalando-se um berço de borracha ou outro material resiliente, de dureza Shore A entre 50 e 60, entre o cutelo e a telha, conforme Figura G.1.

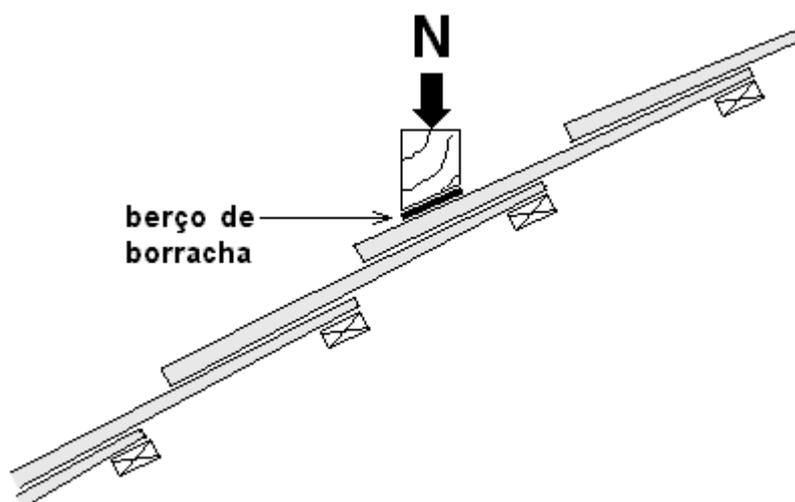


Figura G.1 – Carga concentrada transmitida com o auxílio de cutelo de madeira e berço de borracha

Expressão dos resultados

Gráfico da carga, em newton, e deformações, em centímetros.

Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações:

- a) identificação do solicitante;
- b) identificação do fornecedor;
- c) identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- d) desenho do ensaio de tipo;
- e) cargas de ruptura individuais e carga mínima com 95 % de confiança;
- f) gráfico das deformações;
- g) nível de desempenho;
- h) data do recebimento da amostra;
- i) data do ensaio;
- j) referência a esta Parte da ABNT NBR 15575;
- k) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

Anexo H (normativo)

Verificação da estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas – Método de ensaio

Princípio

Este Anexo especifica um método para medição da alteração da cor na escala cinza segundo a ABNT NBR ISO 105-A02, após exposição acelerada.

Aparelhagem

Câmara de xenônio, de acordo com a ASTM G 155.

Preparação e preservação das amostras para ensaios e dos corpos-de-prova

O corpo-de-prova deve ser recortado da posição mais central da telha ou de outro elemento da cobertura que resultar exposto aos raios solares, apresentando área mínima de 150 cm² e forma compatível com a câmara de ensaios.

A amostra é constituída por cinco corpos-de-prova.

Procedimentos

Expor os corpos-de-prova, durante 1 600 h, em ciclos, numa câmara com lâmpada com arco de xenônio.

Submeter o corpo-de-prova a 690 min sob ação da lâmpada, seguindo-se 30 min sob ação simultânea da lâmpada e aspersão de água deionizada.

Expressão dos resultados

Avaliação da alteração da cor segundo a ABNT NBR ISO 105-A02, escala cinza, após exposição.

Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter no mínimo as seguintes informações, em função de cada determinação ou verificação:

- a) identificação do solicitante;
- b) identificação do fornecedor;
- c) identificação da amostra e de todos os corpos-de-prova;
- d) especificação do produto;
- e) características do produto, antes de ser submetido ao ensaio de envelhecimento;
- f) análise visual, relatando o grau de alteração na escala cinza, em função do nível de desempenho;
- g) análise visual da superfície exposta dos componentes, mencionando manifestações de fissuras, desagregações, escamações, descolamento da pintura ou da esmaltação.
- h) nível de desempenho;
- i) data do recebimento da amostra;

- j) data do ensaio;
- k) referência a esta Parte da ABNT NBR 15575 e às normas que serviram de base para os ensaios de caracterização,
- l) registros sobre eventos não previstos no decorrer dos ensaios.

Anexo I (normativo)

Níveis de desempenho

Generalidades

I.1.1 Este Anexo estabelece os níveis mínimos (*M*) de desempenho para cada requisito, que devem ser atendidos.

I.1.2 Considerando a possibilidade de melhoria da qualidade da edificação, com uma análise de valor da relação custo/benefício dos sistemas, neste anexo são indicados os níveis de desempenho intermediário (*I*) e superior (*S*) e repetido o nível *M* para facilitar a comparação.

I.1.3 Recomenda-se que o construtor ou incorporador informem o nível de desempenho dos sistemas que compõem a edificação habitacional, quando exceder ao nível mínimo (*M*).

Requisito – Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados

Critério – Resistência ao impacto

É recomendável que, sob a ação de impactos de corpo-duro, o telhado não sofra ruptura ou traspassamento em face das energias especificadas na Tabela I.1 para os níveis intermediário (*I*) e superior (*S*). O nível mínimo (*M*) é obrigatório (ver 7.5.1). Fissuras, lascamentos e outros danos que não impliquem perda de estanqueidade do telhado podem ocorrer.

Tabela I.1 – Critérios para resistência ao impacto

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	<i>M</i>
1,5		<i>I</i>
2,5		<i>S</i>

Requisito – Condições de salubridade no ambiente habitável

Critério – Impermeabilidade

É recomendável que o SC apresente o desempenho conforme Tabela I.2, para os níveis intermediário (*I*) e superior (*S*). O nível mínimo é de atendimento obrigatório (ver 10.1.1).

Tabela I.2 – Níveis de desempenho para estanqueidade de telhas

Condição	Nível de desempenho
— Não aparecimento de gotas aderentes — Aparecimento de manchas de umidade – no máximo 35 % da área das telhas	<i>M</i>
— Não aparecimento de gotas aderentes — Aparecimento de manchas de umidade – no máximo 25 % da área das telhas, sem gotas aderentes na superfície inferior da telha	<i>I</i>
— Não aparecimento de manchas de umidade	<i>S</i>

Critérios – Estanqueidade e durabilidade para SC impermeabilizado

É recomendável que o SC apresente durabilidade conforme Tabela I.3, para os níveis intermediário (*I*) e superior (*S*). O nível mínimo é de atendimento obrigatório (ver 10.1.5).

Tabela I.3 – Níveis de desempenho

Período em anos	Nível
5	<i>M</i>
8	<i>I</i>
12	<i>S</i>

Requisito – Isolação térmica da cobertura

Critérios – Transmitância térmica

É recomendável que o SC apresente desempenho conforme Tabela I.4, para os níveis intermediário (*I*) e superior (*S*). O nível mínimo é de atendimento obrigatório (ver 11.2.1).

Tabela I.4 – Critérios e níveis de desempenho de coberturas quanto à transmitância térmica

Transmitância térmica (<i>U</i>) W/m ² K					
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8 ¹⁾		Nível de desempenho
<i>U</i> ≤ 2,3	$\alpha^{1)} \leq 0,6$	$\alpha^{1)} > 0,6$	$\alpha^{1)} \leq 0,4$	$\alpha^{1)} > 0,4$	<i>M</i>
	<i>U</i> ≤ 2,3	<i>U</i> ≤ 1,5	<i>U</i> ≤ 2,3 FV	<i>U</i> ≤ 1,5 FV	
<i>U</i> ≤ 1,5	$\alpha^{1)} \leq 0,6$	$\alpha^{1)} > 0,6$	$\alpha^{1)} \leq 0,4$	$\alpha^{1)} > 0,4$	<i>I</i>
	<i>U</i> ≤ 1,5	<i>U</i> ≤ 1,0	<i>U</i> ≤ 1,5 FV	<i>U</i> ≤ 1,0 FV	
<i>U</i> ≤ 1,0	$\alpha^{1)} \leq 0,6$	$\alpha^{1)} > 0,6$	$\alpha^{1)} \leq 0,4$	$\alpha^{1)} > 0,4$	<i>S</i>
	<i>U</i> ≤ 1,0	<i>U</i> ≤ 0,5	<i>U</i> ≤ 1,0 FV	<i>U</i> ≤ 0,5 FV	

¹⁾ Na zona bioclimática 8 também estão atendidas coberturas com componentes de telhas cerâmicas, mesmo que a cobertura não tenha forro.

NOTA O fator de ventilação (*FV*) é estabelecido na ABNT NBR 15220/2.

Requisito – Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos (fontes de emissão externas)

Critério – Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos, em ensaio de campo

O nível mínimo é de atendimento obrigatório (ver 12.2.1).

Tabela I.5 — Diferença padronizada de nível ponderada da vedação externa , $D_{2m,nT,w}$, para ensaios de campo

Classe de ruído	Localização da habitação	$D_{2m,nT,w}$ [dB]	Nível de desempenho
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 20	M
		≥ 25	I
		≥ 30	S
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 25	M
		≥ 30	I
		≥ 35	S
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação.	≥ 30	M
		≥ 35	I
		≥ 40	S

Requisito para isolamento de ruído de impacto para as coberturas acessíveis de uso coletivo

Critério – Nível de ruídos de impactos em coberturas acessíveis de uso coletivo

O nível mínimo é de atendimento obrigatório (ver 12.3.1).

Tabela I.6 – 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 (Pessoas)	Igual ou < 55	M
	Igual ou < 50	I
	Igual ou < 45	S

Requisito para a vida útil dos materiais e componentes das coberturas

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

É recomendável que o SC apresente desempenho conforme Tabela I.8, para os níveis intermediário (I) e superior (S). O nível mínimo é de atendimento obrigatório (ver 14.1.2).

Tabela I.7 – Estabilidade da cor para componentes telhas e outros componentes artificialmente coloridos

Tipo de tratamento	Grau de alteração na escala cinza (NBR ISO 105-A02) para os respectivos níveis de desempenho		
	M	I	S
Pigmentação na massa, pintura, esmaltação, anodização colorida ou outra	3	3/4 ou 4	4/5 ou 5

ANEXO J (Informativo)

Roteiro de cálculo dos esforços atuantes do vento em coberturas

Referência bibliográfica:

- Ioshimoto, E. Estudo comparativo entre esforços atuantes devido a ação do vento e esforços resistentes em coberturas com telhas onduladas de cimento amianto. Dissertação de mestrado apresentada à POLI/USP. 1983.
- NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações (Versão Corrigida:1990).

O cálculo dos esforços atuantes do vento numa dada cobertura deve ser desenvolvido considerando as condições de exposição ao vento, incluindo as velocidade básicas máximas de vento no Brasil, o tipo e local da edificação.

Define-se velocidade básica de vento (V_0) como a máxima velocidade média medida sobre 3 segundos, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano.

Na Figura 1 são apresentadas as velocidades básicas máximas de vento (V_0) nas cinco regiões brasileiras, quais sejam: Região I ($V_0 = 30\text{m/s}$); Região II ($V_0 = 35\text{m/s}$); Região III ($V_0 = 40\text{m/s}$); Região IV ($V_0 = 45\text{m/s}$) e Região V ($V_0 = 50\text{m/s}$).

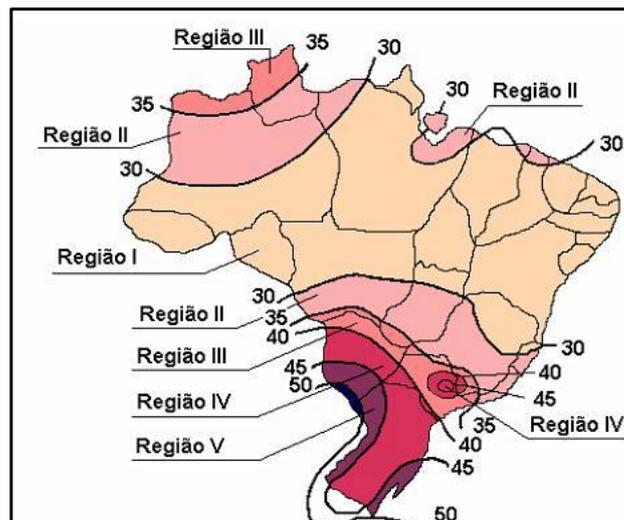


Figura J 1 : Gráfico das isopletas da velocidade básica do vento, " V_0 " em m/s, no Brasil (NBR 6123:1988)

Conhecida a velocidade básica do vento, as dimensões de uma edificação, a topografia da região do país onde ela estará construída e utilizando a ABNT NBR6123, é possível calcular os esforços atuantes do vento na cobertura, através do roteiro de cálculo apresentado a seguir:

1) Velocidade característica (V_k)

$$V_k = V_0 \times S_1 \times S_2 \times S_3$$

onde:

V_k – velocidade característica do vento em m/s.

V_0 – velocidade básica do vento em m/s, segundo gráfico de isopletas da figura J1.

S_1 – fator que considera a topografia do terreno (adimensional). O quadro abaixo apresenta os possíveis valores de S_1 .

Para os casos mais comuns de cobertura deve-se adotar $S_1=1,0$ quando não há aceleração da velocidade do vento por efeito de afunilamento e outros.

Fator S_1

Topografia	S_1
Vales profundos, protegidos de todos os ventos.	0,9
Encostas e cristas de morro em que ocorre aceleração do vento.	1,1
Vales com efeitos de afunilamento.	
Todos os casos, exceto os acima citados.	1

S_2 – fator que considera a rugosidade onde a edificação está construída, suas dimensões e altura acima do terreno (adimensional). O quadro abaixo apresenta a variação do fator S_2 pela altura da edificação e tipo do terreno para a classe A (para o caso de telhado ou do elemento de telha). Observa-se que este fator pode variar de 0,56 a 1,27 dependendo da altura acima do terreno.

Fator S_2

Altura acima do terreno H (m)	CATEGORIA			
	Terreno aberto sem obstruções	Terreno aberto com poucas obstruções	Terreno com muitas obstruções; pequenas cidades; subúrbios de grandes cidades	Terreno com obstruções grandes e frequentes Ex: centros de grandes cidades
3	0,83	0,72	0,64	0,56
5	0,88	0,79	0,70	0,60
10	1,00	0,93	0,78	0,67
15	1,03	1,00	0,88	0,74
20	1,06	1,03	0,95	0,79
30	1,09	1,07	1,01	0,90
40	1,12	1,10	1,05	0,97
50	1,14	1,12	1,08	1,02
60	1,15	1,14	1,10	1,05
80	1,18	1,17	1,13	1,10
100	1,20	1,19	1,16	1,13
120	1,22	1,21	1,18	1,15
140	1,24	1,22	1,20	1,17
160	1,25	1,24	1,21	1,19
180	1,26	1,25	1,23	1,20
200	1,27	1,26	1,24	1,22

S_3 – fator estatístico que se baseia em conceitos estatísticos e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação. O quadro abaixo apresenta os possíveis valores de S_3 .

O fator $S_3=0,88$ se aplica a coberturas, e representa uma probabilidade de 90% da velocidade básica ser excedida ou igualada para um período de recorrência de 50 anos.

Fator S_3

Descrição	S_3
Edificações cuja ruína total ou parcial pode afetar a segurança ou possibilidade de socorro a pessoas após uma tempestade destrutiva (hospitais, quartéis de bombeiros, centrais de comunicação, etc.)	1,10
Edificações para hotéis e residências. Edificações para comércio e indústria com alto fator de ocupação	1,00
Edificações e instalações industriais com baixo fator de ocupação (depósitos, silos, construções rurais, etc.)	0,95
Vedações (telhas, vidros, painéis de vedação, etc.)	0,88
Edificações temporárias. Estruturas dos grupos 1 a 3 durante a construção	0,83

2) Pressão dinâmica

Estabelecido o valor da velocidade básica e dos coeficientes S_1 , S_2 e S_3 , calcula-se a pressão dinâmica pela altura da edificação acima do terreno, pela fórmula:

$$q \text{ (Pa)} = V_k^2 \text{ (m/s)} / 1,6$$

Com os valores da pressão dinâmica é possível calcular a sucção e sobrepressão que ocorrerão no telhado, a partir dos coeficientes de pressão conforme detalhado a seguir.

3) Coeficiente de pressão e de forma externos (C_e/C_{pe})

Este coeficiente é dado em função da altura da edificação, do ângulo de incidência do vento e da posição do telhado.

A NBR 6123 fornece quatro tabelas de coeficiente para os casos de telhados com duas águas, telhados com uma água, telhados simétricos e telhados múltiplos com traves iguais.

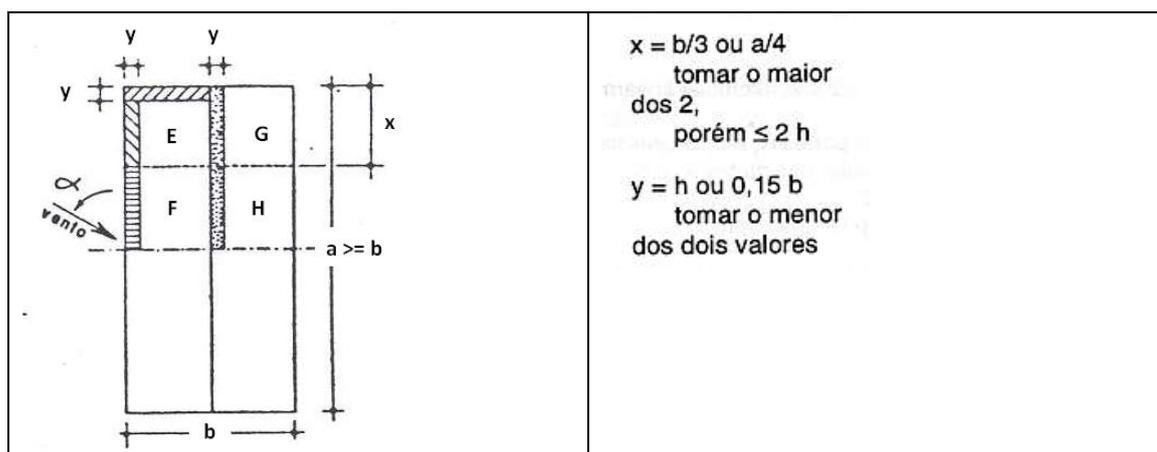
Para exemplificar, os quadros abaixo apresentam tais valores de coeficiente, retirados na NBR 6123 para os casos de telhados com uma e duas águas.

Coefficientes para telhados com duas águas.

Altura relativa	θ	C_e				c_{pe} médio			
		$a = 90^\circ$		$a = 0^\circ$					
		EF	GH	EG	FH				
$\frac{h}{b} < \frac{1}{2}$ 	0°	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-2,0	-2,0	-2,0	—
	5°	-0,9	-0,4	-0,8	-0,4	-1,4	-1,2	-1,2	-1,0
	10°	-1,2	-0,4	-0,8	-0,6	-1,4	-1,4		-1,2
	20°	-0,4	-0,4	-0,7	-0,6	-1,0			-1,2
	30°	0	-0,4	-0,7	-0,6	-0,8			-1,1
	45°	+0,3	-0,5	-0,7	-0,6				-1,1
	60°	+0,7	-0,6	-0,7	-0,6				-1,1
$\frac{1}{2} < \frac{h}{b} < \frac{3}{2}$ 	0°	-0,8	-0,6	-1,0	-0,6	-2,0	-2,0	-2,0	—
	5°	-0,9	-0,6	-0,9	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-1,1	-0,6	-0,8	-0,6	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	20°	-0,7	-0,5	-0,8	-0,6	-1,5	-1,5	-1,5	-1,0
	30°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,8	-1,0			-1,0
	45°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,8				
	60°	+0,6	-0,5	-0,8	-0,8				
$\frac{3}{2} < \frac{h}{b} < 4$ 	0°	-0,7	-0,6	-0,9	-0,7	-2,0	-2,0	-2,0	—
	5°	-0,7	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,0
	10°	-0,7	-0,6	-0,8	-0,8	-2,0	-2,0	-1,5	-1,2
	20°	-0,8	-0,6	-0,8	-0,8	-1,5	-1,5	-1,5	-1,2
	30°	-1,0	-0,5	-0,8	-0,7	-1,5			
	40°	-0,2	-0,5	-0,8	-0,7	-1,0			
	50°	+0,2	-0,5	-0,8	-0,7				
	60°	+0,5	-0,5	-0,8	-0,7				

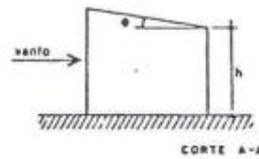
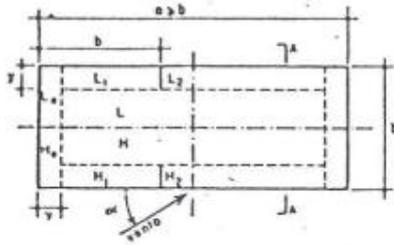
Notas:

- O coeficiente de forma C_e na face inferior do beiral é igual ao da parede correspondente.
- Nas zonas em torno de partes de edificações salientes (chaminés, reservatórios, etc.) ao telhado deve ser considerado um coeficiente de forma de $C_e = -1,2$, até uma distância igual a metade da dimensão da diagonal da saliência vista em planta.
- Na cobertura de lanternins, C_{pe} médio = -2.0



Coeficientes para telhados com uma água.

θ	Valores de C_e para ângulo de incidência do vento de:										C_{pe} médio					
	90°		45°		0°		-45°		-90°		H_1	H_2	L_1	L_2	H_e	L_e
	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L						
5°	-1.0	-0.5	-1.0	-0.9	-1.0	-0.5	-0.9	-1.0	-0.5	-1.0	-2.0	-1.5	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0
10°	-1.0	-0.5	-1.0	-0.8	-1.0	-0.5	-0.8	-1.0	-0.4	-1.0	-2.0	-1.5	-2.0	-1.5	-2.0	-2.0
15°	-0.9	-0.5	-1.0	-0.7	-1.0	-0.5	-0.6	-1.0	-0.3	-1.0	-1.8	-0.9	-1.8	-1.4	-2.0	-2.0
20°	-0.8	-0.5	-1.0	-0.6	-0.9	-0.5	-0.5	-1.0	-0.2	-1.0	-1.8	-0.8	-1.8	-1.4	-2.0	-2.0
25°	-0.7	-0.5	-1.0	-0.6	-0.8	-0.5	-0.3	-0.9	-0.1	-0.9	-1.8	-0.7	-0.9	-0.9	-2.0	-2.0
30°	-0.5	-0.5	-1.0	-0.6	-0.8	-0.5	-0.1	-0.6	0	-0.6	-1.8	-0.5	-0.5	-0.5	-2.0	-2.0



$y = h$ ou $0,15 b$ (tomar o menor dos dois valores).
As superfícies H e L referem-se a todo o quadrante.

4) Coeficientes de pressão interna (C_{pi})

A NBR 6123 prevê para as várias situações incidência do vento e permeabilidade da construção, os valores do coeficiente de pressão interna (C_{pi}) que variam de +0,6 a -0,9. Entretanto, para efeito de esforços em coberturas, os coeficientes que mais interessam são aqueles que geram sobrepressão no interior da edificação.

Assim sendo, no caso extremo, quando a proporção entre a área da abertura dominante e a área total das aberturas em todas as faces submetidas à sucção for igual a 3 ou mais, o coeficiente de pressão interna será de +0,6. Nos casos de beirais desprotegidos (beiral sem forro) ocorrerá uma sobrepressão, cujo coeficiente poderá atingir no máximo +1.

5) Cálculo da pressão de sucção no telhado ou no elemento da telha

A partir das considerações acima, faz-se o cálculo da pressão de sucção que deverá ser aplicada no telhado a partir da metodologia de ensaio da NBR 5643, adotando-se adaptações necessárias para cada telhado.

A metodologia de ensaio prescrita na NBR 5643 tem a finalidade de avaliar a resistência dos componentes do SC quando solicitados por cargas uniformemente distribuídas, ou seja, quando solicitados pelos esforços do vento.

O método da NBR 5643 estabelece uma forma de reproduzir em ensaio de laboratório o fenômeno da resistência das telhas quando aplicadas em estrutura e solicitadas pela sucção do vento. A sucção do vento ocorre no sentido de tentar arrancar a telha da edificação, e normalmente gera uma situação de risco maior do que aquele gerado pela sobrepressão do vento.

A fórmula utilizada no cálculo da pressão de sucção é:

$$P = (V_k)^2 \times ICpI / 1,6$$

onde:

P – pressão de ensaio em Pa.

V_k – velocidade característica do vento em m/s – $V_k = V_o \times S_1 \times S_2 \times S_3$

Cp = composição dos coeficientes de pressão e de forma externos e de pressão interna (adimensional).

6) Exemplo de cálculo da pressão de sucção no telhado

A seguir é apresentado um exemplo de cálculo para edificação residencial com 15m de altura (cerca de 5 andares) e pavimento-tipo com largura de 6m ($h=15m$ e $b=6m$), telhado com duas águas, em terreno com muitas obstruções.

→ cálculo da Velocidade característica do vento V_k :

Região	Velocidade básica V_o (m/s)	Velocidade característica do vento V_k (m/s)
		Edificação com 15m de altura $S_1=1,0$ $S_2=0,88$ * $S_3=0,88$
I	30	23,2
II	35	27,1
III	40	31,0
IV	45	34,8
V	50	38,7

* Considerando telhado como vedação

→ cálculo dos coeficientes de pressão:

Considerando $\Theta = 20^\circ$ (declividade do telhado) e $\alpha = 0^\circ$ (incidência do vento)

Para a região central do telhado, tem-se $C_e = -0,8$ e $C_{pi} = +0,6$ (adotando o mais crítico para sobrepressão), ou seja, $C_p = C_e - C_{pi} = -0,8 - (+0,6) = -1,4$

Para a cumeeira, tem-se $C_{pe} = -1,2$ e $C_{pi} = +0,6$ (adotando o mais crítico para sobrepressão), ou seja, $C_p = C_{pe} - C_{pi} = -1,2 - (+0,6) = -1,8$

Para o beiral tem-se $C_{pe} = -1,5$ e $C_{pi} = +1,0$ (adotando o mais crítico para sobrepressão), ou seja, $C_p = C_{pe} - C_{pi} = -1,5 - (+1,0) = -2,5$

A partir do cálculo da Velocidade característica do vento V_k e dos coeficientes de pressão C_p , tem-se o cálculo da pressão de sucção pela fórmula abaixo:

$$P = (V_k)^2 \times IC_{pi} / 1,6$$

Região	Velocidade básica V_0 (m/s)	Velocidade característica do vento V_k (m/s)	Pressão de ensaio (em Pa)		
		Edificação com 15m de altura $S_1 = 1,0$ $S_2 = 0,88$ $S_3 = 0,88$	região central do telhado $C_p = -1,4$	Cumeeira $C_p = -1,8$	Beiral $C_p = -2,5$
I	30	23,2	472	607	843
II	35	27,1	643	826	1148
III	40	31,0	840	1079	1499
IV	45	34,8	1063	1366	1897
V	50	38,7	1312	1687	2343

Anexo K (Normativo)

UBC26-3 - Anexo 1 - Método de ensaio para verificação da reação ao fogo em protótipo

1 Objetivo

Verificar o comportamento ao fogo da face interna do sistema de cobertura montado em protótipo quando submetido à exposição de um foco de incêndio padronizado.

2 Aparelhagem

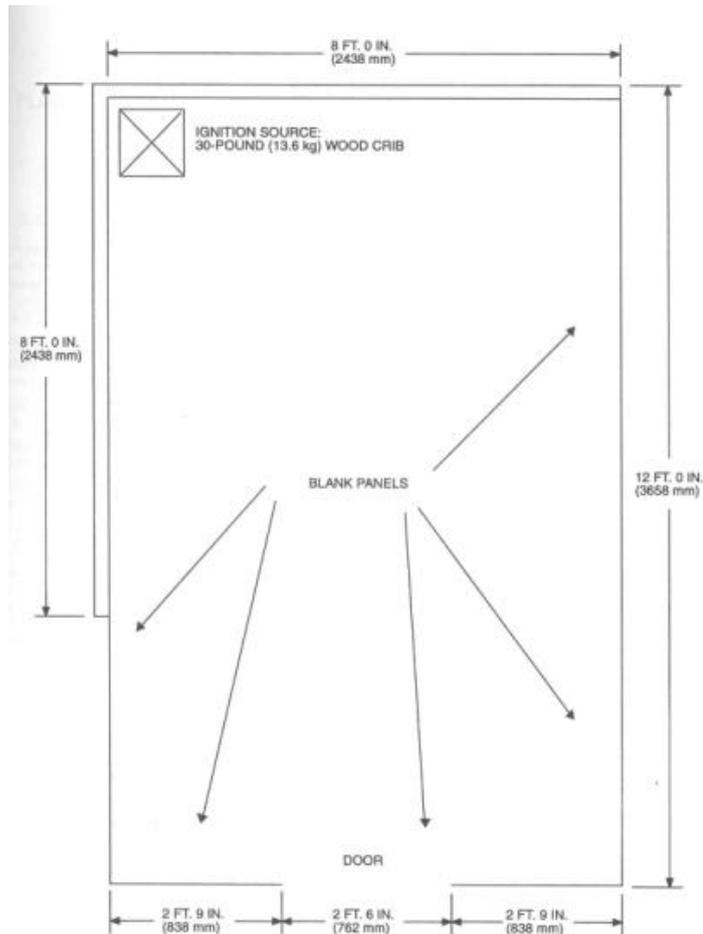
2.1 Estrutura de teste

A estrutura de teste deve compreender uma sala com dimensões interiores de (2438 mm \pm 25 mm) por (3658 mm \pm 25 mm), com um pé direito de (2438 mm \pm 13 mm) localizada em uma edificação fechada. Uma porta de (762 mm \pm 13 mm) por (2134 mm \pm 13 mm) deve estar centralizada na parede de comprimento 2438 mm.

A área do ensaio deve conter secções quadradas de parede com comprimento de 2438 mm, fazendo interseção no canto oposto a entrada da estrutura de teste. O teto deve

cobrir uma área de 2438mm quadrados com duas bordas adjacentes ou descansando sobre as seções de teste na interseção das paredes.

A figura 1 apresenta o esquema da estrutura de teste.



As paredes da estrutura de teste devem ser constituídas de material incombustível.

A estrutura de teste deve ter uma temperatura entre 15,6°C e 32,2°C antes do início do ensaio e deve ser livre de correntes de ar em excesso.

2.2 Medidores de temperatura

A temperatura da câmara de ensaio deve ser medida através de sete termopares do tipo K, com isolamento mineral e protegidos com bainha metálica, posicionados conforme figura 2.

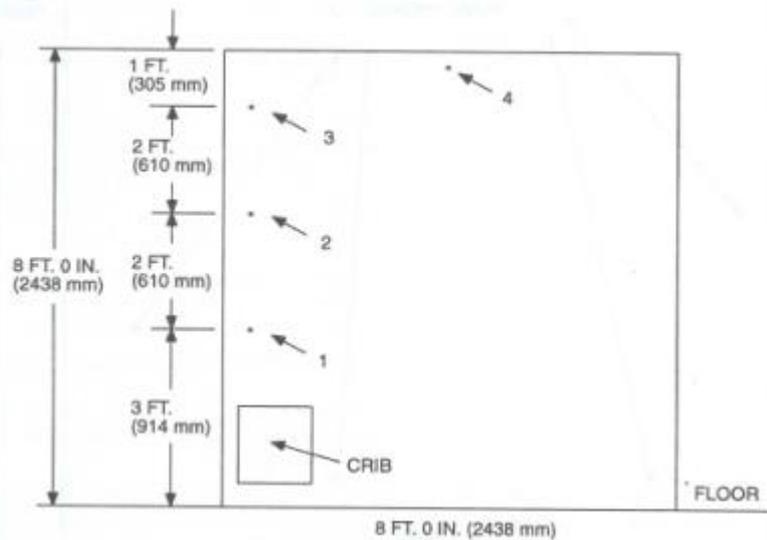


Figura 2

2.3 Combustível para o ensaio

O foco de incêndio deve ser gerado a partir de:

2.3.1 Engradado com área de 381mm e altura de 381mm, composto de gravetos de madeira tipo pinheiro com massa total de 13,6kg. A madeira utilizada deve apresentar teor de umidade de 12%. Os gravetos devem ter seção quadrada de 38mm e comprimento de 381mm. Cada face do engradado deve possuir 10 gravetos, sendo 5 espaçados na vertical e 5 espaçados na horizontal.

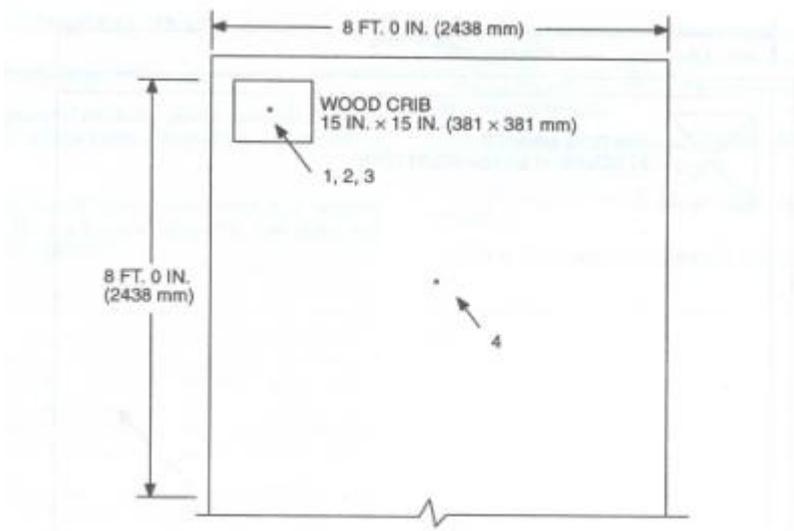
No cantos da base do engradado devem ser posicionados tijolos cortados ao meio que servirão como apoio do engradado de madeira. A altura do apoio não poderá ser inferior a 76mm.

2.3.2 Um quilo de serragem de madeira distribuída pelos tijolos da base de apoio. Para iniciar o ensaio, a serragem deve ser embebida com 0,12 litros de álcool etílico reagente ou álcool etílico absoluto.

3 Procedimento de ensaio

3.1 O sistema de cobertura deve ser montado na área de ensaio adotando-se as condições reais de instalação.

3.2 O engradado de madeira deve ser posicionado no canto da câmara de ensaio, conforme figura 3.



3.3 Inicia-se a ignição do engradado de madeira a partir da colocação de fósforo na serragem embebida com 0,12 litros de álcool etílico.

3.4 Inicia-se a contagem do ensaio com duração de 15 minutos após a ignição do engradado.

3.5 As leituras de temperatura durante o ensaio devem ser registradas em intervalos de 2 minutos até o término do ensaio.

4 Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve conter:

- descrição detalhada do sistema de cobertura avaliado;
- observações visuais das ocorrências durante o ensaio;
- localização e extensão da carbonização da face interna do sistema de cobertura;
- leituras de temperatura durante o ensaio

Anexo L (normativo)

Bibliografia

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 conforme Decreto Lei relativo à segurança contra incêndio, em vigor no Estado da Federação onde se localizar a obra, produto ou projeto em avaliação.