



**ABNT – Associação
Brasileira de
Normas Técnicas**

Sede:
Rio de Janeiro
Av. Treze de Maio, 13 / 28º andar
CEP 20003-900 – Caixa Postal 1680
Rio de Janeiro – RJ
Tel.: PABX (21) 210-3122
Fax: (21) 220-1762/220-6436
Endereço eletrônico:
www.abnt.org.br

Copyright © 2000,
ABNT–Associação Brasileira
de Normas Técnicas
Printed in Brazil/
Impresso no Brasil
Todos os direitos reservados

JULHO

02:136.01.004

2004

Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Fachadas e paredes internas

ABNT/CB 02 - Comitê Brasileiro de Construção Civil

CE 02.136.01 - Desempenho de Edificações

Performance criteria for residential buildings of up to five stories - Part 4:
Façades and internal walls

Descriptors: performance, residential buildings, façade, internal walls

Palavra(s)-chave: desempenho, edifícios habitacionais,
fachadas, paredes internas

38 páginas

Sumário

Prefácio

- 1 Introdução
- 2 Objetivo
- 3 Referências normativas
- 4 Definições
- 5 Exigências dos usuários
- 6 Requisitos, critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho
- 7 Desempenho estrutural
- 8 Segurança contra incêndio
- 9 Estanqueidade
- 10 Desempenho térmico
- 11 Desempenho acústico
- 12 Durabilidade e Manutenibilidade
- 13 Adequação ambiental

ANEXOS

- A** (Normativo) Verificação da estanqueidade à água de paredes externas – Método de Ensaio – Procedimento de laboratório
- B** (Normativo) Verificação da estanqueidade à água de revestimento de paredes – Método de Ensaio – Procedimento de campo
- C** (Normativo) Verificação da permeabilidade à água de paredes – Método de ensaio
- D** (Normativo) Verificação do comportamento de paredes expostas à ação do calor e choque térmico – Método de ensaio

PREFÁCIO

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

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

ÍNDICE / RELAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

	Página
1. Introdução	3
2. Objetivo	3
3. Referências normativas	3
4. Definições	5
5. Exigências dos usuários	5
6. Requisitos, critérios, métodos de avaliação e níveis de desempenho	5
7. DESEMPENHO ESTRUTURAL	
7.1.1. Critério – Estado limite último	6
7.2.1. Critério – Estados limites de utilização	6
7.3.1. Critério – Capacidade de suporte de peças suspensas	8
7.4.1. Critério – Ações em guarda-corpos e parapeitos	9
7.5.1. Critério – Resistência a impactos de corpo mole	10
7.5.2. Critério – Resistência a impactos de corpo duro	15
7.6.1. Critério – Ações transmitidas por portas internas ou externas	16
8. SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO	
8.1.1. Critério – Propagação de chamas de materiais de acabamento – faces internas das paredes	16
8.2.1. Critério – Resistência ao fogo dos materiais constituintes das paredes internas e externas	17
8.2.2. Critério – Propagação de chamas de materiais de acabamento das fachadas	17
8.2.3. Critério – Distância vertical mínima entre vãos de janelas ou portas-balcão nas fachadas	18
8.2.4. Critério – Distância horizontal mínima entre vãos de janelas ou portas presentes nas fachadas	18
8.3.1. Critério – Densidade ótica da fumaça	18
9. ESTANQUEIDADE	
9.1.1. Critério – Infiltração de água de chuva em paredes de fachada ou esquadrias nelas presentes	19
9.1.2. Critério – Ação combinada do vento e da chuva em paredes de fachada ou esquadrias	19
9.2.1. Critério – Infiltração de água em paredes de contenção	21
9.3.1. Critério – Estanqueidade de paredes internas e externas em contato com áreas molháveis	21
10. DESEMPENHO TÉRMICO	
10.1.1. Critério – Transmitância térmica de paredes externas	22
10.1.2. Critério – Capacidade térmica de paredes externas	22
10.2.1. Critério – Vãos mínimos de janelas e aberturas para ventilação	23
10.3.1. Critério – Sombreamento dos vãos das janelas de dormitórios	23
11. DESEMPENHO ACÚSTICO	
11.1.1. Critério - Diferença padronizada de nível ponderada (fachada e cobertura – ensaio de campo)	24
11.1.2. Critério - Índice de redução sonora ponderado da fachada (ensaio de laboratório)	25
11.1.3. Critério - Diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes (ensaio de campo)	25
11.1.4. Critério - Índice de redução sonora ponderado das paredes internas (ensaio de laboratório)	26
12. DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE	
12.1.1. Critério - Vida útil de projeto e prazos de garantia das paredes e de seus componentes	27
12.2.1. Critério - Solicitação cíclica de umidade e calor em paredes de fachada	28
12.3.1. Critério – Manual de operação, uso e manutenção das paredes e seus componentes	28
13. ADEQUAÇÃO AMBIENTAL	28

1 INTRODUÇÃO

As paredes das habitações, além da volumetria e da compartimentação dos espaços internos do imóvel, integram-se de forma muito estreita aos demais elementos da construção, recebendo influências e influenciando o desempenho de caixilhos, instalações, coberturas e outros. Mesmo sem função estrutural, paredes de vedação podem atuar como contraventamento de estruturas reticuladas, ou mesmo sofrer as ações decorrentes das deformações das estruturas, requerendo-se sempre a análise conjunta do desempenho dos elementos que interagem. As paredes ainda exercem importantíssimas funções de estanqueidade à água, isolamento térmica e acústica, capacidade de fixação de peças suspensas, compartimentação em casos de incêndios, conforme itens seguintes.

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

Parte 1 – Requisitos gerais;

Parte 2 – Estrutura;

Parte 3 – Pisos;

Parte 4 – Fachadas e paredes internas;

Parte 5 – Coberturas;

Parte 6 – Sistemas hidrossanitários.

Todas as disposições contidas nesta norma, aplicáveis a habitações de até cinco pavimentos, referem-se a elementos, componentes ou sistemas montados, construídos, operados e submetidos a intervenções de manutenção que atendam todas as instruções específicas do respectivo fornecedor, devidamente registradas em “Manual de Operação, Uso e Manutenção” ou em documentos similares. A presente norma deve ser utilizada, no que couber, em conjunto com o Projeto 02:136.01.001 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais”, com o Projeto 02:136.01.002 – “Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura” e com as normas prescritivas relacionadas no item 3.

2 OBJETIVO

Esta Norma fixa diretrizes para a avaliação de desempenho de fachadas e paredes internas de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos.

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

3 REFERÊNCIAS NORMATIVAS

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

NBR 5628/01	Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo
NBR 5674/99	Manutenção de edificações – Procedimento
NBR 6122/96	Projeto e execução de fundações
NBR 6486/00	Caixilho para edificação – Janela, fachada-cortina e porta externa – Verificação da estanqueidade à água
NBR 8044/ 83	Projeto geotécnico
NBR 8051/83	Porta de madeira de edificação – Verificação da resistência a impactos da folha
NBR 8054/83	Porta de madeira de edificação – Verificação do comportamento da folha submetida a manobras anormais
NBR 8160/99	Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Procedimento
NBR 8215/83	Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural - preparo e ensaio à compressão - Método de ensaio
NBR 8545/84	Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos
NBR 8798/85	Execução e controle de obras em alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto
NBR 8800/86	Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios: método dos estados limites – Procedimento
NBR 8949 /85	Paredes de alvenaria estrutural - ensaio à compressão simples - Método de ensaio
NBR 9050/94	Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos

NBR 9062/01	Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento
NBR 9442/86	Materiais de construção. Determinação do índice de propagação superficial de chamas pelo método do painel radiante
NBR 9574/86	Execução de impermeabilização – Procedimento
NBR 9575/03	Impermeabilização – Seleção e projeto
NBR 10151/00	Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento
NBR 10152/04	Níveis de ruído para conforto acústico
NBR 10636/89	Paredes divisórias sem função estrutural – Determinação de resistência ao fogo
NBR 10821/00	Caixilho para edificação – Janelas
NBR 10837/89	Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto - Procedimento
NBR 11675/90	Divisórias leves internas moduladas – Verificação da resistência a impactos.
NBR 11678/90	Divisórias leves internas moduladas – Verificação do comportamento sob ação de cargas provenientes de peças suspensas – Método de ensaio
NBR 11681/90	Divisórias leves internas moduladas - Procedimento
NBR 11702/92	Tintas para edificações não industriais
NBR 11945/03	Tintas para construção civil – Método para avaliação de desempenho de tintas para edificações não industriais – Determinação do grau de craqueamento
NBR 13245/95	Execução de pinturas em edificações não industriais
NBR 13532/95	Elaboração de projetos de edificações – Arquitetura – Procedimento
NBR 13749/96	Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação
NBR 13755/96	Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante
NBR 14037/98	Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação
NBR 14432/01	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos
NBR 14718/01	Guarda-corpos para edificação
NBR 14762/01	Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio - Procedimento
NBR 14931/03	Execução de estruturas de concreto – Procedimento
ISO 140-3: 1995	Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 3: Laboratory measurements of airborne sound insulation between rooms.
ISO 140-4: 1998	Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.
ISO 140-5:1998	Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and facades.
ISO 140-7:1998	Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors.
ISO 717-1:1996	Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 1: Airborne sound insulation.
ISO 717-2: 1996	Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 2: Impact sound insulation.
ISO 6241:1984	Performance standards in building – Principles for their preparation and factors to be considered.
ISO/DIS 10052:2001	Acoustics - Field measurements of airborne and impact sound insulation and of equipment sound - Survey method
ISO 1182	Fire Test – Building Materials – Non – Combustibility Test
ASTM 662	Specific optic density of smoke generated by solid materials
Projeto 02:135.07-001:1998	- Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades.

Projeto 02:135.07-002:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor solar de elementos e componentes de edificações.

Projeto 02:135.07-003:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático Brasileiro e estratégias de condicionamento térmico passivo para habitações de interesse social.

Projeto 02:135.07-004:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida

Projeto 02:135.07-005:1998 - Desempenho térmico de edificações - Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade pelo método fluximétrico

Projetos de normas sobre tintas / pinturas em desenvolvimento na Comissão de Estudos ABNT CE 02:115.29

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Publicação "Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social". São Paulo, IPT, 1998.

Instruções técnicas do Corpo de Bombeiros local e/ou Decreto/Lei relativo à segurança contra incêndio, em vigor no Estado da Federação onde se localizar a obra, produto ou projeto em avaliação.

4 DEFINIÇÕES

Para os efeitos da presente norma aplicam-se as definições apresentadas nos Projetos 02:136.01.001 – "Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais" e 02:136.01.002 – "Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura".

5 EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS

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

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

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

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

7 DESEMPENHO ESTRUTURAL

7.1 Requisito: Estabilidade e resistência estrutural

As paredes externas e internas devem apresentar um nível satisfatório de segurança contra a ruína, considerando-se as combinações de ações possíveis de ocorrerem durante a vida útil do edifício. Refere-se ao estado de ruína, seja por ruptura, deformação plástica excessiva ou instabilidade.

7.1.1 Critério – estado limite último

As paredes devem ser projetadas, construídas e montadas de forma a atender as exigências do Critério 7.1.1 do Projeto 02:136.01.002 "Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura" e todas as disposições aplicáveis das normas prescritivas que abordam a estabilidade e a segurança estrutural de paredes externas e internas. Quando inexistir norma aplicável, a estabilidade e a segurança estrutural deve ser demonstrada através de cálculos, modelos e ensaios devidamente fundamentados em literatura técnica ou normas estrangeiras.

7.1.1.1 Métodos de avaliação

Cálculos ou ensaios previstos no item 7.1.1.1 do Projeto 02:136.01.002 "Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura".

OBSERVAÇÕES

- painéis pré-fabricados devem ser ensaiados nas mesmas condições do emprego em obra, com a altura prevista para o pé direito e largura mínima de 1,20m, ou de 5 vezes a espessura para paredes monolíticas;

- no caso de paredes em alvenaria os ensaios de compressão excêntrica devem ser realizados de acordo com a norma NBR 8949; pode-se ainda realizar o ensaio em trechos com menores dimensões, com 1m de altura e 0,60m de largura, ou em prismas constituídos por dois blocos (norma NBR 8215), desde que se tenha a correlação com a resistência da parede;
- a resistência de painéis e trechos de paredes deve ser verificada por meio de ensaio (no mínimo três repetições), para a solicitação $S_d = \gamma_g S_{gk} + \gamma_q S_{qk} + \gamma_w S_{wk}$; as cargas devidas ao vento devem ser consideradas somente se produzirem esforços de compressão em painéis e trechos de parede (no caso de sucção devem ser desconsideradas);
- no caso de ensaio com atuação simultânea de carga vertical no topo da parede, esta deve ser administrada com a excentricidade accidental $e_{(a)} = b / 30 \geq 1\text{cm}$, sendo “b” a espessura da parede, além da eventual excentricidade de projeto;
- para paredes externas, inclusive para aquelas com função única de vedação, deve ser realizada verificação analítica ou ensaio de cargas laterais uniformemente distribuídas, visando simular as ações horizontais devidas ao vento, devendo-se considerar para efeito da avaliação a solicitação $\gamma_w S_{wk}$; no caso de ensaio, o corpo-de-prova deve ser constituído por um trecho representativo da parede, incluindo as fixações e vinculações típicas entre componentes;
- quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais que constituem a parede não for conhecida e consolidada por experimentação, permite-se estabelecer uma resistência mínima de projeto através de ensaio destrutivo e traçado do diagrama carga x deslocamento, conforme previsto no Critério 7.1.1 do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura”.

7.1.1.2 Nível de desempenho: M

7.2 Requisito: Deformações, fissuração e ocorrência de outras falhas (paredes externas e internas)

Devem ser limitadas as deformações, fissurações e falhas nas paredes externas e internas, em função das combinações de ações características possíveis de ocorrerem durante a vida útil do edifício. As deformações, fissuras e quaisquer falhas não devem impedir o livre funcionamento de elementos e componentes do edifício, tais como portas e janelas, instalações etc.

7.2.1 Critérios e níveis de desempenho - estados limites de utilização

As paredes devem ser projetadas, construídas e montadas de forma a atender as exigências do Critério 7.2.1 do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura”, considerando as combinações de carregamentos e os limites de deslocamentos instantâneos (d_h) e residuais (d_{hr}) registrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Critérios e níveis de desempenho quanto a deslocamentos e ocorrência de falhas sob ação de cargas de serviço

Elemento	Solicitação	Critério	Nível de desempenho
Fachadas e paredes internas com função estrutural	Cargas verticais: $S_d = S_{gk} + 0,7 S_{qk} + S_{wk}$ (desconsiderar S_{wk} no caso de alívio da compressão)	. Não ocorrência de falhas; . Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$	M
Fachadas e paredes internas com ou sem função estrutural	Cargas permanentes e deformações impostas $S_d = S_{gk} + S_{e,k}$. Não ocorrência de falhas, tanto nas paredes como nas interfaces da parede com outros componentes	M
Fachadas com ou sem função estrutural	Cargas horizontais: $S_d(*) = 0,9 S_{gk} + 0,8 S_{wk}$. Não ocorrência de falhas; . Limitação dos deslocamentos horizontais(**): $d_h \leq h/500$ (paredes com função estrutural); $d_{hr} \leq h/2500$ (paredes com função estrutural); $d_h \leq h/350$ (paredes com função de vedação); $d_{hr} \leq h/1750$ (paredes com função de vedação).	M

(*) No caso de ensaios considerar $S_d = S_{gk} + 0,8 S_{wk}$

(**) Para paredes leves ($G \leq 60 \text{ kg/m}^2$), sem função estrutural, os valores de deslocamento instantâneo (d_h) podem atingir o dobro dos valores acima indicados.

Notas:

- 1) Para paredes internas podem ser desprezadas as solicitações devidas a variações térmicas.
- 2) Para paredes internas, a influência da variação da umidade pode ser desprezada desde que:
 - a) ao nível do respaldo da fundação exista impermeabilização eficiente que impeça a ascensão da umidade do solo por capilaridade;
 - b) as superfícies das paredes diretamente em contato com áreas molháveis (banheiros, cozinhas, lavanderias) sejam convenientemente protegidas com revestimento impermeável;
 - c) as paredes em contato com pisos molháveis e laváveis apresentam em sua base uma barra impermeável (rodapé) com pelo menos 7 cm de altura ou impermeabilização em continuidade à impermeabilização do piso.

7.2.1.1 Método de avaliação

Cálculos ou ensaios previstos no item 7.2.1.1 do Projeto 02:136.01.002 "Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura".

OBSERVAÇÕES

- painéis pré-fabricados devem ser ensaiados nas mesmas condições do emprego em obra, com a altura prevista para o pé direito e largura mínima de 1,20m, ou de 5 vezes a espessura para paredes monolíticas;
- no caso de paredes em alvenaria os ensaios de compressão excêntrica devem ser realizados de acordo com a norma NBR 8949;
- o comportamento de painéis e trechos de paredes deve ser verificado a partir de 3 ensaios; as cargas devidas ao vento devem ser consideradas somente se produzirem esforços de compressão (no caso de sucção devem ser desconsideradas);
- no caso de ensaio com atuação simultânea de carga vertical no topo da parede, com ou sem função estrutural, esta deve ser administrada com a excentricidade acidental $e_{(a)} = b / 30 \geq 1 \text{ cm}$, sendo " b " a espessura da parede, além da eventual excentricidade de projeto;
- para paredes externas, com ou sem função estrutural, deve ser realizada verificação analítica ou ensaio de cargas laterais uniformemente distribuídas, visando simular as ações horizontais devidas ao vento; no caso de ensaio, o corpo-de-prova deve ser constituído por um trecho representativo da parede, incluindo as fixações e vinculações típicas entre componentes;

- = quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais que constituem a parede não for conhecida e consolidada por experimentação, permite-se estabelecer parâmetros de resistência e elasticidade através de ensaios e traçado do diagrama carga x deslocamento, conforme previsto no Critério 7.1.1 do Projeto 02:136.01.002 “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 2: Estrutura”.

7.3 Requisito: Solicitações decorrentes de cargas provenientes de peças suspensas (paredes externas e internas)

As fachadas e paredes internas, com ou sem função estrutural, devem resistir à fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, lavatórios etc) previstas no projeto, respeitando-se as recomendações e limitações de uso definidas pelo fabricante.

7.3.1 Critérios e níveis de desempenho – capacidade de suporte de peças suspensas

As fachadas e paredes internas da habitação, com ou sem função estrutural, sob ação de cargas aplicadas excentricamente em relação à face da parede e cargas aplicadas faceando a superfície da parede, em função do tipo de peça a ser fixada, não podem apresentar fissuras, deslocamentos inaceitáveis (d_h é o deslocamento horizontal instantâneo, d_{hr} é o deslocamento horizontal residual, h é a altura da parede), lascamentos ou quaisquer outros tipos de falhas. Na tabela 2 indicam-se apenas as cargas de serviço aplicadas por mãos-francesa padrão.

Tabela 2 – Cargas de serviço, critérios e níveis de desempenho para peças suspensas aplicadas por mãos-francesa padrão

Simulador de peça suspensa	Carga de serviço	Critério de desempenho	Nível de desempenho
Mão-francesa padrão (Figura 1)	0,8 kN, aplicado nos pontos A e B, sendo 0,4 kN em cada ponto.	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$	M
	1,0 kN, aplicado nos pontos A e B, sendo 0,5 kN em cada ponto.	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$	I
	1,2 kN, aplicado nos pontos A e B, sendo 0,6 kN em cada ponto.	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2500$	S

Nota: Não estão incluídos critérios para cantoneiras, peças faceando a parede e suportes especiais, como suportes para televisão, vídeo, pias, tanques etc; porém, deve ser informada pelo fabricante a carga de uso permitida para cada tipo de elemento construtivo e cada tipo de fixação.

- = **OBSERVAÇÕES** além da mão-francesa padrão, prevista na Tabela 2, poderão ser considerados outros tipos de peças suspensas. Sugere-se a consideração de, pelo menos, mais dois tipos: a) **cantoneira L**, com lados de comprimento igual a 100mm, largura de 25mm, para um ponto de aplicação de carga, com excentricidade de 75mm em relação à face da parede; b) dispositivo recomendado pelo fabricante ou proponente da tecnologia, para aplicação de **cargas faceando a parede**, ou seja, sem excentricidade; caso não haja indicação específica do fabricante, adotar arruela de aço de 25mm de diâmetro e 3mm de espessura, como corpo de apoio. O carregamento deve representar ao máximo a realidade;
- = pode-se considerar que a carga de serviço mencionada na Tabela 2, de longa duração, contempla um coeficiente de segurança da ordem de 2 (dois), em relação a situações típicas de uso. Para cargas de curta duração, determinadas em ensaios com aplicação contínua da carga até a ruptura do elemento ou falência do sistema de fixação, considerar um coeficiente de segurança de 3 (três) para a carga de ruptura, verificando-se a resistência dos sistemas de fixação possíveis de serem empregados no tipo de parede considerado. De forma geral, a carga de uso deve ser considerada como sendo igual ao menor dos dois valores seguintes: 1/3 (um terço) da carga de ruptura, ou a carga que provocar um deslocamento horizontal superior a $h/500$;

- os valores limites dos deslocamentos devem ser considerados para as cargas de serviço; para cargas de ruptura deve-se considerar coeficiente de segurança igual a 3. Para qualquer sistema de fixação recomendado, deve ser estabelecida a máxima carga de uso, incluindo as cargas aplicadas muito próximas à face da parede. Caso o fabricante recomende um valor limite da distância entre dois pontos de fixação este valor deve ser considerado no ensaio, a despeito da mão-francesa padrão ter sido considerada com 50cm entre pontos de aplicação de carga. Neste caso deve ser reformulada a distância entre pontos de fixação do equipamento de ensaio;
- no caso de "redes de dormir", considerar uma carga de uso de 2kN, aplicada em ângulo de 60° em relação à face da parede. Nesta situação, como não se trata de carga de longa duração, pode-se admitir um coeficiente de segurança igual a 2 (dois) para a carga de ruptura.

7.3.2 Método de avaliação

Ensaio, em laboratório ou em campo, de cargas provenientes de peças suspensas. O corpo-de-prova deve ser representativo do sistema, incluindo todos seus componentes típicos. Também deve ser representativo o sistema de fixação e a forma de aplicação do carregamento.

No caso de peças suspensas como lavatórios e prateleiras, empregar mãos-francesas para aplicação do carregamento como ilustrado na Figura 1.

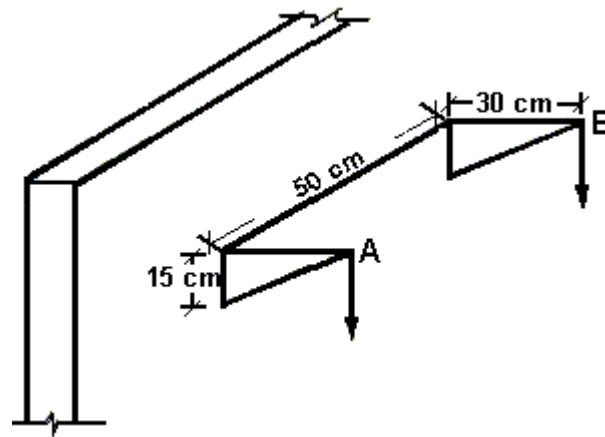


Figura 1 – Esquema de mão-francesa para ensaios de peças suspensas como lavatórios e prateleiras

O sistema de fixação deve ser recomendado pelo fabricante ou fornecedor, incluindo todos os acessórios e componentes do sistema. Quando o fabricante/fornecedor restringir a fixação da peça suspensa em determinados locais, esta recomendação deve ser respeitada e constar do relatório de avaliação. A carga deve ser aplicada em patamares de 50 N cada um, aguardando-se um intervalo de 3 minutos entre patamares, por ponto de fixação. No caso da mão-francesa padrão, elevar o carregamento até a carga de serviço considerada (0,8kN, 1,0kN ou 1,2kN), mantendo-a por um período de 24 horas, conforme a NBR 11678. No caso de outros dispositivos de fixação, quando se desconhece a carga de uso, elevar o carregamento até a ruptura do corpo de prova ou falência do sistema de fixação, registrando-se todas as falhas e deslocamentos horizontais da parede.

7.4 Requisito: Cargas de ocupação

As paredes externas e internas bem como guarda-corpos e parapeitos da habitação devem resistir à ação de cargas de ocupação simulando o esforço aplicado pelo homem.

7.4.1 Critérios e níveis de desempenho – ações em guarda-corpos e parapeitos

Os guarda-corpos e parapeitos da habitação, sob ação de cargas decorrentes do uso, não devem apresentar fissuras, deslocamentos excessivos (d_h é o deslocamento horizontal instantâneo, d_{hr} é o deslocamento horizontal residual, h é a altura da parede), lascamentos ou quaisquer outros tipos de danos, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Critérios e níveis de desempenho para resistência de guarda-corpos e parapeitos submetidos a cargas de ocupação

Carga	Critério de desempenho	Nível de desempenho
Carga horizontal de 1 kN (concentrada em qualquer ponto ao longo da extremidade superior do elemento) ou 1,5kN/m (linearmente distribuída em qualquer trecho ao longo da extremidade superior do elemento)	. Não ocorrência de falhas; . Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq L/250$; $d_{hr} \leq L/1000$ ou 3mm	M
Carga vertical de 1 kN, concentrada em qualquer ponto da barra ou superfície superior do guarda-corpo	. Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos verticais: $d_v \leq L/250$; $d_{vr} \leq L/1000$ ou 3mm .	M
Notas: - Os guarda-corpos devem atender as dimensões previstas na norma NBR 14718 - No caso de espaços com acesso a automóveis, os guarda-corpos devem ter capacidade de suportar, em qualquer posição, carga horizontal concentrada com intensidade de 25kN, aplicada a 50cm a partir do piso.		

7.4.1.1 Método de avaliação

Ensaio, em laboratório ou em campo, de cargas concentradas e distribuídas, de acordo com as diretrizes da norma NBR 14718. O corpo-de-prova deve ser representativo do sistema, incluindo todos seus componentes típicos.

7.5 Requisito: Impactos de corpo mole e corpo duro (paredes externas e internas)

As paredes externas e internas, com função estrutural ou de vedação, devem resistir aos impactos de corpo mole e corpo duro que podem sofrer durante a vida útil do edifício. Traduz-se na energia de impacto a ser aplicada em paredes externas e internas com e sem função estrutural. Os impactos com maiores energias referem-se ao estado limite último, sendo os de utilização aqueles com menores energias.

Os impactos correspondem a choques acidentais gerados pela própria utilização do edifício ou a choques provocados por tentativas de intrusões intencionais ou não. Dessa forma, são considerados os impactos gerados tanto no exterior como no interior da edificação, diferenciando-se as paredes com e sem função estrutural, bem como as paredes de fachada e as paredes internas.

7.5.1 Critérios e níveis de desempenho – resistência a impactos de corpo mole

Sob ação de impactos de corpo mole, as fachadas e paredes internas não devem:

- sofrer ruptura ou instabilidade (impactos de segurança), para as correspondentes energias de impacto indicadas nas tabelas 4, 5 e 6;
- sofrer fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de falha (impactos de utilização) que possa comprometer o estado de utilização, observando-se ainda os limites de deslocamentos instantâneos e residuais (d_h é o deslocamento horizontal instantâneo, d_{hr} é o deslocamento horizontal residual, h é a altura da parede), indicados nas tabelas 4, 5, 6 ou 7;
- provocar danos a componentes, instalações e acabamentos acoplados à parede, de acordo com as energias de impacto indicadas nas tabelas 4, 5, 6 ou 7.

TABELA 4 - Impactos de corpo mole para paredes externas (fachadas) de edifícios com mais de um pavimento

Componente	Impactos	Energia de impacto de corpo mole (J)	Crítérios de desempenho	Nível de desempenho
Paredes com função estrutural (paredes de edifícios com mais de um pavimento)	Impactos externos (acesso ext. ao público; normalmente andar térreo)	960	Não de ocorrência de ruína	M
		720		
		480	Não de ocorrência de falhas	
		360		
		240	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/250$. $d_{hr} \leq h/1250$	
		180	Não da ocorrência de falhas	
	120			
	Impactos internos (todos os pavimentos)	480	Não ocorrência de ruína e traspasse da parede pelo corpo impactador	
		240		
		180	Não ocorrência de falhas	
		120	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/250$. $d_{hr} \leq h/1250$	
	Paredes com função de vedação (paredes de edifícios com mais de um pavimento)	Impactos externos (acesso ext. ao público; normalmente andar térreo)	720	
480				
360			Não ocorrência de falhas	
240			Não ocorrência de falhas . $d_h \leq h/125$. $d_{hr} \leq h/625$	
180			Não ocorrência de falhas	
120				
Impactos internos (todos os pavimentos)		360	Não ocorrência de ruína e traspasse da parede pelo corpo impactador	
		180		
		120	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/125$. $d_{hr} \leq h/625$	
		Parapeitos ou guarda-corpos de edifícios com mais de um pavimento	Impactos externos (acesso ext ao público)	960
480	Não ocorrência de falhas			
240				
Impactos internos (todos os pavimentos)	480		Não ocorrência de ruína	
	180		Não ocorrência de falhas	
	120			

Notas:

- Para fachadas leves ($G \leq 60 \text{ kg/m}^2$), sem função estrutural, os valores de deslocamento instantâneo (d_h) podem atingir o dobro dos valores acima indicados
- Quando o revestimento interno da parede de fachada multicamada não for integrante da estrutura da parede, nem considerado como componente de contraventamento, poderão ser adotados, somente para os impactos internos e para o revestimento interno, os critérios previstos na norma NBR 11681, considerando $E = 60\text{J}$ para não ocorrência de falhas e $E = 120\text{J}$ para não ocorrência de rupturas localizadas, desde que não haja comprometimento à segurança e à estanqueidade, e os materiais de revestimento empregados sejam de fácil reposição pelo usuário, ou seja, sejam disponíveis no mercado. No caso de impacto entre montantes, ou seja, entre componentes da estrutura, o componente de vedação deve ser considerado sem função estrutural.

TABELA 5 - Impactos de corpo mole para paredes externas (fachadas) de casas térreas, com função estrutural

Componente	Impactos	Energia de impacto de corpo mole (J)	CrITÉrios de desempenho	NÍvel de desempenho	
Paredes com função estrutural (paredes de casas térreas)	Impactos externos (acesso ext. ao público)	960	Não ocorrência de ruína	I	
		720			
		480	Não ocorrência de falhas		
		360			
		240	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/250$. $d_{hr} \leq h/1250$		
		180	Não ocorrência de falhas		
		120			
		720	Não ocorrência de ruína		M
		480			
		360			
	240	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/250$. $d_{hr} \leq h/1250$			
	180	Não ocorrência de falhas			
	120				
	Impactos internos	480	Não ocorrência de ruína e traspasse da parede pelo corpo impactador	M	
		240			
		180	Não ocorrência de falhas		
120		Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/250$. $d_{hr} \leq h/1250$			

Nota:

- Quando o revestimento interno da parede de fachada multicamada não for integrante da estrutura da parede, nem considerado como componente de contraventamento, poderão ser adotados, somente para os impactos internos e para o revestimento interno, os critérios previstos na norma NBR 11681, considerando $E = 60J$ para não ocorrência de falhas e $E = 120J$ para não ocorrência de rupturas localizadas, desde que não haja comprometimento à segurança e à estanqueidade, e os materiais de revestimento empregados sejam de fácil reposição pelo usuário, ou seja, sejam disponíveis no mercado.

TABELA 6 - Impactos de corpo mole para paredes externas (fachadas) de casas térreas, sem função estrutural

Componente	Impactos	Energia de impacto de corpo mole (J)	CrITÉrios de desempenho	NÍvel de desempenho
Paredes sem função estrutural (paredes de casas térreas)	Impactos externos (acesso ext. ao público)	720	Não ocorrência de ruína	I
		480		
		360	Não ocorrência de falhas	
		240	Não ocorrência de falhas . $d_h \leq h/125$. $d_{hr} \leq h/625$	
		180	Não ocorrência de falhas	
		120		
	Impactos internos	480	Não ocorrência de ruína	M
		360		
		240	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/125$. $d_{hr} \leq h/625$	
		180	Não ocorrência de falhas	
		120		
		360	Não ocorrência de ruína e traspasse da parede pelo corpo impactador	
180				
120	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/125$. $d_{hr} \leq h/625$			

Notas:

- ⊖ Para fachadas leves ($G \leq 60 \text{ kg/m}^2$), sem função estrutural, os valores de deslocamento instantâneo (d_h) podem atingir o dobro dos valores acima indicados
- ⊖ Quando o revestimento interno da parede de fachada multicamada não for integrante da estrutura da parede, nem considerado como componente de contraventamento, poderão ser adotados, somente para os impactos internos e para o revestimento interno, os critérios previstos na norma NBR 11681, considerando $E = 60\text{J}$ para não ocorrência de falhas e $E = 120\text{J}$ para não ocorrência de rupturas localizadas, desde que não haja comprometimento à segurança e à estanqueidade, e os materiais de revestimento empregados sejam de fácil reposição pelo usuário, ou seja, sejam disponíveis no mercado. No caso de impacto entre montantes, ou seja, entre componentes da estrutura, o componente de vedação deve ser considerado sem função estrutural.

Tabela 7 – Impactos de corpo mole para paredes internas

Componente	Energia de impacto de corpo mole (J)	CrITÉrio de desempenho	NÍvel de desempenho
Paredes com função estrutural	360	Não ocorrência de ruína	M
	240	São admitidas falhas localizadas	
	180	Não ocorrência de falhas	

	120	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: . $d_h \leq h/250$; . $d_{hr} \leq h/1250$	
	60	Não ocorrência de falhas	
Paredes com função de vedação	240	Não ocorrência de ruína	I
	180	São admitidas falhas localizadas	
	120	Não ocorrência de falhas; Limitação da ocorrência de deslocamento: . $d_h \leq h/125$; . $d_{hr} \leq h/625$	
	60	Não ocorrência de falhas	M
	120	Não ocorrência de ruína São admitidas falhas localizadas	
	60	Não ocorrência de falhas; Limitação da ocorrência de deslocamento: . $d_h \leq h/125$; . $d_{hr} \leq h/625$	

7.5.1.1 Método de avaliação

Verificação da resistência e deslocamento das paredes por meio de ensaios de impacto, a serem realizados em laboratório, em protótipo ou obra. O corpo-de-prova deve incluir todos os componentes típicos do sistema. Um corpo impactador com forma e massa (m) definidas, é suspenso por um cabo e abandonado em movimento pendular de uma altura (h) até atingir a parede (Tabela 8). Devem ser registrados os deslocamentos e as ocorrências (eventuais falhas).

Tabela 8 – Massa do corpo impactador, altura e energia de impacto

Impactador	m (kg)	h (m)	E (J)
Corpo mole de acordo com a NBR 11675/90 1 impacto para cada energia	40	0,15	60
	40	0,30	120
	40	0,45	180
	40	0,60	240
	40	0,90	360
	40	1,20	480
	40	1,80	720
	40	2,40	960

7.5.2 Critérios e níveis de desempenho – resistência a impactos de corpo duro

Sob a ação de impactos de corpo duro, as fachadas e paredes internas não devem:

- sofrer fissuras, escamações, delaminações ou qualquer outro tipo de dano (impactos de utilização), observando-se ainda os limites de profundidades de moças indicados nas tabelas 9 e 10;
- sofrer ruptura ou traspassamento sob ação dos impactos de corpo duro indicados nas tabelas 9 e 10.

TABELA 9 - Impactos de corpo duro para paredes externas (fachadas)

Componente	Impacto	Energia de impacto de corpo duro (J)	Critério de desempenho	Nível de desempenho
Paredes com ou sem função estrutural; parapeitos ou guarda-corpos ^(*)	Impactos externos (acesso ext. ao público)	3,75	Não ocorrência de falhas	M
		20	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	
		3,75	Não ocorrência de falhas Profundidade da moça $p \leq 2,0$ mm	I
		20	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	
	Impactos internos (todos os pavimentos)	2,5	Não ocorrência de falhas	M
		10	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	
		2,5	Não ocorrência de falhas; Profundidade da moça $p \leq 2,0$ mm	I
		10	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	

^(*) Para parapeitos ou guarda-corpos recomenda-se somente os impactos de corpo duro de grandes dimensões (E = 20 J - externo e E = 10 J - interno).

Tabela 10 – Impactos de corpo duro para paredes internas

Componente	Energia de impacto de corpo duro (J)	Critério de desempenho	Nível de desempenho
Parede com ou sem função estrutural	2,5	Não ocorrência de falhas	M
	10	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	
Parede com ou sem função estrutural	2,5	Não ocorrência de falhas; Profundidade da moça $p \leq 2,0$ mm	I
	10	Não ocorrência de ruptura e traspassamento	

7.5.2.1 Método de avaliação

Verificação da resistência e indentação provocada pelo impacto de corpo duro, através de ensaios em laboratório, protótipo ou obra, devendo o corpo-de-prova representar fielmente as condições de obra, inclusive tipos de apoio / vinculações. Um corpo impactador com forma e massa (m) definidas, é suspenso por um cabo e abandonado em movimento pendular de uma altura (h) até atingir a parede (Tabela 11). Devem ser registrados os deslocamentos e as ocorrências (eventuais falhas).

Tabela 11 – Massa de corpo impactador, altura e energia de impacto

Impactador	m (kg)	h (m)	E (J)
Corpo duro de grandes dimensões (esfera de aço) – 10 impactos para cada energia	1	1,00	10
	1	2,00	20
Corpo duro de pequenas dimensões (esfera de aço) – 10 impactos para cada energia	0,5	0,50	2,5
	0,5	0,75	3,75

7.6 Requisito: Interação com portas (paredes externas e internas)

As paredes externas e internas das habitações, suas ligações e vinculações, devem permitir o acoplamento de portas resistindo à ação de fechamentos bruscos das folhas de portas e impactos nas folhas de portas.

7.6.1 Critério – ações transmitidas por portas internas ou externas

As paredes externas e internas da habitação, com ou sem função estrutural, devem permitir o acoplamento de portas nas seguintes condições:

- submetidas as portas a dez operações de fechamento brusco, as paredes não devem apresentar falhas, tais como rupturas, fissurações, destacamentos no encontro com o marco, cisalhamento nas regiões de solidarização do marco, destacamentos em juntas entre componentes das paredes, etc;
- sob ação de um impacto de corpo mole com energia de 240J, aplicado no centro geométrico da folha de porta, não deverá ocorrer deslocamento ou arrancamento do marco, nem ruptura ou perda de estabilidade da parede. Admite-se, no contorno do marco, a ocorrência de danos localizados, tais como fissurações e estilhaçamentos.

7.6.1.1 Métodos de avaliação

O fechamento brusco da porta deve ser procedido segundo a NBR 8054, enquanto o impacto de corpo mole deve ser aplicado conforme a NBR 8051.

Notas:

- Montagem do ensaio: na montagem do ensaio, as condições reais de vinculação da porta à parede deverão ser representadas da melhor forma possível.
- As portas externas deverão ser montadas para ensaio com as fechaduras previstas pelo fornecedor do sistema construtivo, aplicando-se dois impactos de 240J na folha de porta, nas seguintes condições:
 - 1º. Impacto: sentido do fechamento da porta (folha compelida contra o batente);
 - 2º. Impacto: sentido da abertura da porta.
- No caso de portas internas, o impacto sobre a folha deverá ser aplicado no sentido do fechamento da porta.

7.6.1.2 Nível de desempenho: M.**8 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO****8.1 Requisito: Inflamabilidade de paredes externas e internas**

As paredes externas e internas devem dificultar a ocorrência da inflamação generalizada no ambiente de origem do incêndio.

8.1.1 Critério - propagação de chamas de materiais de acabamento das paredes no interior da habitação

Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico empregados nas faces internas das paredes externas e nas paredes internas devem ter as características de propagação de chamas controladas, de acordo com suas respectivas localizações em relação aos elementos construtivos e aos ambientes da edificação, de acordo com o disposto nas Tabela 12.

Tabela 12 - Critério relativo à propagação superficial de chamas

Elemento construtivo	Índices máximos de propagação superficial de chamas		
	Cozinhas	Outros locais de uso privativo dentro das habitações, exceto cozinha (dormitórios, sala, área de serviço, banheiro, etc)	Outros locais de uso comum das edificações (escadas, halls, etc)
Paredes externas (face interna) e paredes internas	75	150	25

8.1.1.1 Método de avaliação

Os materiais de revestimento, acabamento e/ou de isolamento termo-acústico devem ser ensaiados, reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, de acordo com a norma NBR 9442.

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

8.1.1.2 Níveis de Desempenho: M**8.2 Requisito: Propagação de chamas de paredes externas e internas**

O edifício deve dificultar a propagação do incêndio para outras unidades habitacionais.

8.2.1 Critério - resistência ao fogo dos materiais constituintes das paredes internas e externas

A resistência ao fogo dos elementos construtivos de fachadas, de paredes internas estruturais (qualquer parede) e de paredes internas de compartimentação, com função de vedação, entre unidade autônoma e áreas comuns, e entre unidades autônomas, deve atender ao disposto na Tabela 13.

Tabela 13 - Critério relativo à resistência do fogo de elementos construtivos de fachadas, paredes internas estruturais e paredes internas de compartimentação

Elemento construtivo	Resistência ao fogo (hora)		
	Isolamento térmico	Estanqueidade	Estabilidade
Fachadas, cegas ou não (excluindo portas e janelas), estruturais e não estruturais, de edifícios multifamiliares, de sobrados unifamiliares geminados e de casas térreas geminadas	1/2	1/2	1/2
Fachadas, cegas ou não (excluindo portas e janelas), estruturais e não estruturais, de sobrados unifamiliares isolados e de casas térreas isoladas	1/2 (*)	1/2 (*)	1/2
Paredes internas de compartimentação, entre duas unidades habitacionais contíguas e entre a unidade habitacional e áreas comuns, com ou sem função estrutural	1/2	1/2	1/2
Paredes internas estruturais	-	-	1/2

(*) Estes critérios poderão ser desconsiderados caso o atendimento ao critério 8.4.1 do projeto de norma 02:136.01.001, Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais leve em conta toda a fachada como emissora de radiação.

8.2.1.1 Método de avaliação

A resistência ao fogo dos elementos construtivos deve ser comprovada em ensaios realizados conforme as normas NBR 10636 e NBR 5628. A comprovação do atendimento ao critério também poderá ser feita através de avaliação técnica baseada em resultados de ensaios realizados ou em métodos analíticos".

8.2.1.2 Nível de desempenho: M**8.2.2 Critério - propagação de chamas de materiais de acabamento das fachadas**

Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico empregados nas faces externas das fachadas das edificações devem ter as características de propagação de chamas controladas de acordo com o disposto na Tabela 14.

Tabela 14 - Critério relativo à propagação de chamas das fachadas

Classe de edificação	Índice máximo de propagação superficial de chamas
Unifamiliares isoladas	75
Unifamiliares geminadas	25
Multifamiliares	25

Para o caso de edificações unifamiliares geminadas, o índice máximo de propagação superficial de chamas da fachada pode ser ampliado para 75, caso a parede entre habitações geminadas se estenda, no mínimo 0.50m além do topo da fachada e seja composta, neste trecho, unicamente por materiais incombustíveis.

8.2.2.1 Método de avaliação

Os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termo-acústico devem ser ensaiados reproduzindo-se as respectivas condições de utilização, de acordo com a norma NBR 9442.

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

8.2.2.2 Nível de desempenho: M

8.2.3 Critério – distância vertical mínima entre vãos de janelas ou portas-balcão presentes nas fachadas

A separação na fachada entre vãos de janelas ou portas-balcão presentes deve ser de, no mínimo, 1,20m. Este distanciamento vertical pode ser substituído por um prolongamento do entrepiso, além do alinhamento da fachada, de no mínimo 0.90m. Nesta situação, o material empregado no prolongamento deve atender ao critério apresentado em 8.2.1.

8.2.3.1 Método de avaliação

Análise dos resultados da avaliação do critério apresentado em 8.2.1, análise do projeto ou vistoria do protótipo.

8.2.3.2 Nível de desempenho: M

8.2.4 Critério - distância horizontal mínima entre vãos de janelas ou portas presentes nas fachadas

A separação na fachada entre vãos de portas ou janelas presentes em unidades habitacionais adjacentes deve ser de, no mínimo, 1.00m. Este distanciamento horizontal pode ser substituído por um prolongamento de parede entre unidades habitacionais, além do alinhamento da fachada, de no mínimo 0.50m. Nesta situação, o material empregado no prolongamento deve atender ao critério apresentado em 8.2.1.

8.2.4.1 Método de avaliação:

Análise dos resultados da avaliação do critério apresentado em 8.2.1.a e análise do projeto ou vistoria em protótipo.

8.2.4.2 Nível de desempenho: M.

8.3 Requisito: Liberação de fumaça a partir de paredes externas e internas

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

8.3.1 Critério – densidade ótica da fumaça

Os materiais de revestimento, acabamento e/ou de isolamento termo-acústico empregados na face interna das fachadas e paredes internas devem ter as características de desenvolvimento de fumaça controladas de acordo com suas respectivas localizações em relação aos elementos construtivos e aos ambientes da edificação, de acordo com o disposto na Tabela 15.

Tabela 15 - Critério relativo à densidade ótica de fumaça

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

8.3.1.1 Método de avaliação

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

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

8.3.1.2 Nível de desempenho: **M**.

9 ESTANQUEIDADE

9.1 Requisito: Estanqueidade à água das fachadas

As paredes, esquadrias e demais componentes da fachada devem ser estanques à água proveniente de chuva incidente ou outras fontes, facilitando a manutenção, contribuindo para sua durabilidade e mantendo os ambientes do edifício livres da ação da umidade.

9.1.1 Critério – infiltração de água de chuva em paredes de fachada ou esquadrias nelas presentes

A fachada, incluindo paredes, revestidas ou não, janelas e demais componentes devem ser projetadas e construídas de modo a evitar a penetração de água quando expostos à *chuva incidente*.

9.1.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto e também das disposições da NBR 6486, NBR 9574, NBR 9575, NBR 10821, NBR 11702, NBR 13245, NBR 13749 e NBR 13755. Deve-se atentar particularmente para as interfaces e juntas entre componentes e detalhes construtivos como pingadeiras e peitoris para facilitar o escoamento da água.

Na avaliação de projeto deve-se considerar a possibilidade de corrosão das partes metálicas das paredes e janelas ou ainda qualquer outra deterioração devida à eventual infiltração de água. Deve-se observar ainda se o projeto contempla também obras de proteção no entorno da construção como barras de revestimento hidrofugante na parte inferior da parede, calçadas de contorno e drenos de superfície para evitar o acúmulo de água nas bases da fachada do edifício.

A possibilidade de rebaixamento de desempenho a níveis insatisfatórios ao longo do tempo, devido a degradações a que os componentes da vedação exterior possam estar sujeitos (comprometimento da pintura de proteção ou revestimento de proteção, surgimento de fissuras devidas a movimentações higrotérmicas e deformação lenta da base suporte, etc.) também devem ser consideradas.

9.1.1.2 Nível de desempenho: **M**.

9.1.2 Critério – ação combinada do vento e da chuva em paredes de fachada ou esquadrias nelas presentes

Para as condições de exposição indicadas na Tabela 16 e na Figura 3, as paredes e janelas da fachada do edifício devem permanecer estanques, sem apresentar infiltrações que proporcionem borrifamentos, escorrimentos ou formação de gotas de água aderentes na face interna. No caso de paredes podem ocorrer pequenas manchas de umidade, com áreas limitadas aos valores indicados na tabela 17. No caso de janelas, devem ser atendidas as especificações da norma NBR 10821/00. A junção entre a janela e a parede deve ser avaliada no projeto ou se necessário por meio de ensaios, aplicando-se as disposições da NBR 10821 às ligações com as paredes.

Tabela 16 – Condições de ensaio de estanqueidade de paredes

Região do Brasil (Figura 3)	Condições de ensaio de paredes	
	Pressão estática (Pa)	Vazão de água (L/m ² /min)
I	10	3
II	20	
III	30	
IV	40	
V	50	

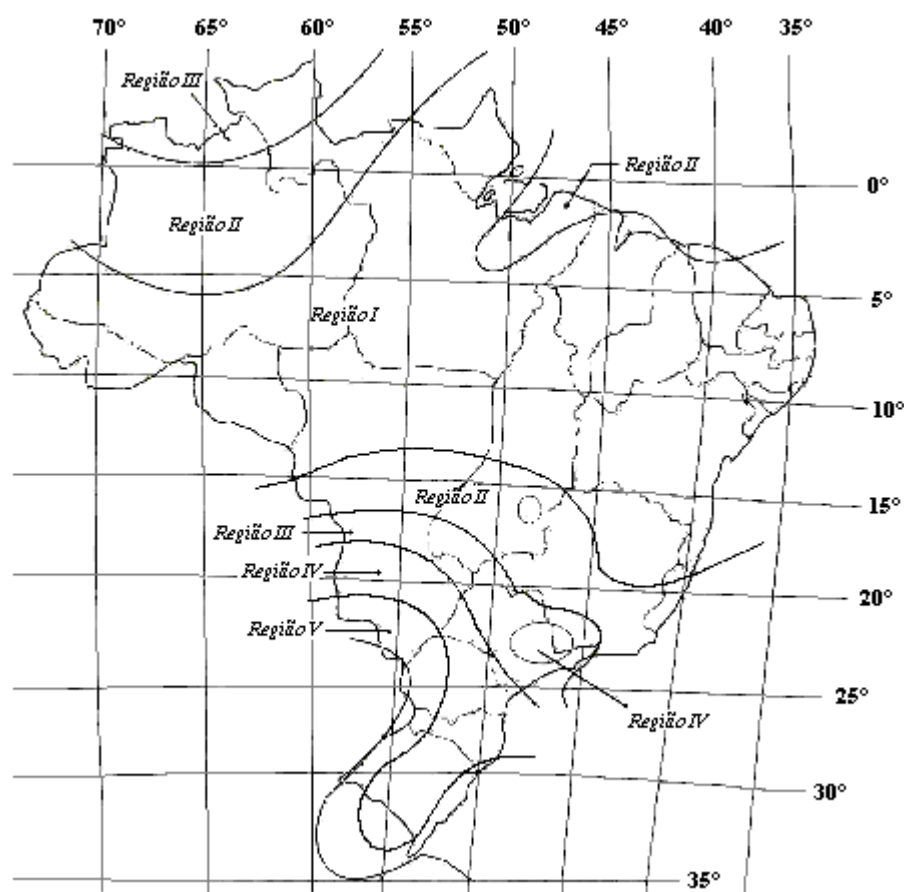


Figura 3 - Condições de exposição de acordo com regiões do Brasil (NBR 6123)

9.1.2.1 Método de avaliação

A estanqueidade à água de paredes de fachadas deve ser determinada em laboratório conforme método apresentado no Anexo A; a estanqueidade de janelas, fachadas-cortina e portas externas através da NBR 6486.

No caso de avaliação de protótipos ou unidades concluídas, deve-se empregar uma câmara de estanqueidade portátil de acordo com o método constante no Anexo B.

Os corpos-de-prova (paredes e janelas) a serem ensaiados devem reproduzir fielmente o projeto, as especificações e características construtivas das paredes e janelas, com especial atenção às juntas entre componentes.

Em edificações térreas, com beirais de pelo menos 0,50m de projeção, a pressão estática do ensaio pode ser reduzida de 10 Pa em qualquer das regiões especificadas.

As janelas ou portas externas protegidas por terraços, varandas etc, com projeção horizontal de no mínimo 1,50m e posicionadas no máximo 0,70m acima do topo das janelas ou portas, estão isentas do cumprimento da exigência deste critério.

9.1.2.2 Nível de desempenho:

Os níveis de desempenho para paredes de fachada, avaliadas segundo o método prescrito, podem ser definidos segundo a Tabela 17.

Tabela 17 – Níveis de desempenho para estanqueidade à água de fachada (somente paredes)

Edificação	Tempo de ensaio (h)	Percentual máximo da soma das áreas das manchas de umidade na face oposta à incidência da água, em relação à área total do corpo-de-prova submetido à aspersão de água, ao final do ensaio	Nível de desempenho
Térrea	7	10%	M
		Sem manchas	I
Com mais de 1 pavimento	7	5%	M
		Sem manchas	I

9.2 Requisito – Estanqueidade à água de paredes de contenção

As paredes de contenção devem ser estanques à água e evitar condições de risco à saúde, mantendo o ambiente livre de umidade, seja esta com origem em água de infiltração no terreno ou proveniente de lençol subterrâneo.

9.2.1 Critério – impermeabilidade de paredes de contenção

As paredes de contenção devem ser projetadas de modo a evitar a infiltração / desenvolvimento de umidade, não sendo tolerada a existência de manchas nos paramentos internos de subsolos e outras partes enterradas da construção. Tal exigência pode ser atendida com sistemas alternativos, como por exemplo a adoção de paredes duplas e sistema de drenagem que capte e conduza a água infiltrada entre as paredes.

9.2.1.1 Método de avaliação

Análise de projetos de drenagem, contenções e impermeabilização, considerando as diretrizes das normas NBR 9575/03 e NBR 9574/86.

O projeto deve prever ainda a instalação de barreiras estanques para impedir a ascensão da umidade proveniente do solo, com especial atenção nas ligações entre laje de fundo e paredes de contenção. Estas barreiras devem ser contínuas e apresentar:

- estanqueidade à água;
- resistência mecânicas contra danos durante a construção ou a utilização do imóvel.

9.2.1.2 Nível de desempenho: M.**9.3 Requisito – umidade decorrente da ocupação do imóvel (paredes externas e internas)**

As fachadas e paredes internas em contato com áreas molháveis da edificação, tais como cozinhas, áreas de serviço / lavanderias e banheiros, particularmente nas áreas de boxe de chuveiro, não devem possibilitar infiltração de água através de suas faces.

9.3.1 Critério – estanqueidade de paredes internas e externas em contato com áreas molháveis

Quando submetida à presença de água durante 24 horas seguidas, a quantidade de água que penetra na parede não deve ser superior a 3 cm³ numa área exposta com dimensões de 34 cm x 16 cm.

9.3.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto e/ou realização de ensaio de estanqueidade, conforme método estabelecido no Anexo C. Devem ser verificadas as paredes mais desfavoráveis, sobretudo nas regiões com juntas ou outras singularidades que possam favorecer a infiltração de água.

9.3.1.2 Nível de desempenho: M.**10 DESEMPENHO TÉRMICO**

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

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

- Procedimento 1 – Simplificado: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para fachadas e coberturas, nos documentos :
 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 4: Fachadas e Paredes internas;
 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 5: Coberturas.
- Procedimento 2 – Simulação: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos no documento “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais”, por meio da simulação computacional do desempenho térmico do edifício.
- Procedimento 3 – Medição: verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos no documento “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos gerais”, por meio da realização de medições em edificações ou protótipos construídos.

A presente Parte apresenta os critérios mínimos de desempenho térmico de fachadas, estabelecidos para avaliar o desempenho térmico do edifício de acordo com o Procedimento 1 – Simplificado. Estes critérios referem-se às propriedades térmicas – transmitância térmica e capacidade térmica de paredes externas, áreas para aberturas de ventilação e sombreamento de aberturas.

A norma permite avaliar o desempenho térmico do edifício por um dos três procedimentos. Considerando-se que o desempenho térmico do edifício depende do comportamento interativo da fachada, cobertura e piso, uma edificação que não atender aos requisitos desta Norma quando avaliada pelo procedimento 1, pode ser avaliada por um dos outros métodos.

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

10.1 Requisito – Adequação de paredes externas

As propriedades térmicas – transmitância térmica e capacidade térmica das paredes externas da habitação devem apresentar valores adequados que proporcionem um desempenho térmico mínimo para cada zona bioclimática.

10.1.1 Critério e nível de desempenho – Transmitância térmica de paredes externas

Os valores máximos admissíveis para a Transmitância térmica (U) das paredes externas estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18 – Critério e nível de desempenho de paredes externas quanto à transmitância térmica.

Nível de desempenho	Transmitância Térmica ⁽¹⁾ (U, em W/(m ² .K))		
	Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
		$\infty^{(2)} < 0,6$	$\infty^{(2)} \geq 0,6$
M	$U \leq 2,5$	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$

⁽¹⁾ valores de transmitância Térmica (U) considerando-se a resistência superficial interna com valor de 0,13 m².K/W e a resistência superficial externa com valor de 0,04 m².K/W;

⁽²⁾ ∞ é absortância à radiação solar da superfície externa da parede.

10.1.1.1 Método de avaliação

Cálculo conforme procedimentos apresentados no projeto de norma 02:135.07-002:1998.

10.1.2 Critério e nível de desempenho – Capacidade térmica de paredes externas

Os valores mínimos admissíveis para a capacidade térmica (C_T) das paredes externas estão apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 – Critério e nível de desempenho de paredes externas quanto à capacidade térmica

Nível de desempenho	Capacidade térmica (C_T , em $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)	
	Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
M	≥ 45	≥ 130

10.1.2.1 Método de avaliação

Cálculo conforme procedimentos apresentados no projeto de norma 02:135.07-002:1998. No caso de paredes que tenham na sua composição materiais isolantes térmicos de condutividade térmica menor ou igual a $0,065 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ e resistência térmica maior que $0,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$, ou espaços de ar com resistência térmica maior que $0,5 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$, o cálculo da capacidade térmica deve ser feito desprezando-se todos os materiais voltados para o ambiente externo, posicionados a partir do isolante ou espaço de ar.

10.2 Requisito – ventilação dos ambientes internos à habitação

As fachadas das habitações devem apresentar janelas com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes. Este requisito só se aplica aos ambientes de longa permanência: salas, cozinhas e dormitórios.

10.2.1 Critério – vãos mínimos de janelas e aberturas para ventilação

Os valores mínimos admissíveis para as áreas de aberturas para ventilação de ambientes de longa permanência estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Áreas mínimas de aberturas para ventilação

Nível de desempenho	Aberturas para Ventilação (A , em % da área do piso) ^(*)		
	Zonas 1 a 6 Aberturas médias	Zona 7 Aberturas pequenas	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	$A \geq 8$	$A \geq 5$	$A \geq 15$

(*) Nas zonas 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.

10.2.1.1 Método de avaliação

Análise do Projeto Arquitetônico, considerando, para cada ambiente de longa permanência, a seguinte relação:

$$A = 100 \cdot (A_A / A_P) \quad (\%)$$

onde:

A_A é a área efetiva de abertura de ventilação do ambiente. Para o cálculo desta área, somente são consideradas as aberturas que permitam a livre circulação do ar, devendo ser descontadas as áreas de perfis, vidros e de qualquer outro obstáculo.

A_P é a área de piso do ambiente.

10.2.1.2 Nível de desempenho: M.**10.3 Requisito – Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas**

Aberturas localizadas em fachadas devem possibilitar o controle da entrada de luz.

10.3.1 Critério – Sombreamento dos vãos das janelas de dormitórios

As janelas dos dormitórios, para qualquer região climática, devem ter dispositivos de sombreamento, de forma a permitir o controle do sombreamento e escurecimento, a critério do usuário, como por exemplo, venezianas.

10.3.1.1 Método de avaliação

Análise de projeto.

10.3.1.2 Nível de desempenho: M.**11 DESEMPENHO ACÚSTICO****11.1 Requisito – Níveis de ruído admitidos na habitação**

A edificação deve proporcionar isolamento acústico adequado entre o meio externo e o interno, bem como entre unidades condominiais distintas. Complementarmente, deve proporcionar isolamento acústico adequado entre dependências de uma mesma unidade, quando destinadas ao repouso noturno, ao lazer doméstico e ao trabalho intelectual.

O isolamento acústico é projetado a partir do desempenho acústico dos materiais, componentes e elementos construtivos, de modo a garantir conforto acústico, em termos de níveis de ruído de fundo transmitido via aérea e estrutural, bem como privacidade acústica, em termos de não inteligibilidade à comunicação verbal. Os níveis de ruído de fundo para o conforto acústico são determinados a partir do uso a que se destina a dependência da edificação, considerando os estímulos sonoros externos especificados na Norma NBR 10151.

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

- método de precisão, realizado em laboratório, conforme a norma ISO140-3;
- método de engenharia, realizado em campo, conforme as normas ISO140-4 (paredes internas) e ISO140-5 (fachadas)
- método simplificado, realizado em campo, conforme a norma ISO 10052 .

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

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

Devem ser avaliadas todas as vedações externas voltadas para os dormitórios e salas de estar da habitação. No caso de edifícios multifamiliares ou conjuntos habitacionais, devem ser selecionadas as unidades habitacionais representativas e devem ser avaliadas todas as vedações externas voltadas para os dormitórios ou salas de estar de cada unidade.

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

R	Sound Reduction Index ⇒ Índice de Redução Sonora;
R_w	Weighted Sound Reduction Index ⇒ Índice de Redução Sonora Ponderado;
D_{nT}	Standardized Level Difference ⇒ Diferença Padronizada de Nível (a diferença é padronizada);
$D_{nT,w}$	Weighted Standardized Level Difference ⇒ Diferença Padronizada de Nível Ponderada (as diferenças padronizadas são ponderadas e consolidadas em uma única 'diferença').

11.1.1 Critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de campo - *Diferença Padronizada de Nível Ponderada promovida pela vedação externa (fachada e cobertura, no caso de casas térreas e somente fachada, nos edifícios multipiso)*

A unidade habitacional deve apresentar *Diferença Padronizada de Nível Ponderada*, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa conforme o Nível de Desempenho da Tabela 21.

No caso de habitação localizada junto a vias de tráfego intenso (rodoviário, ferroviário ou aéreo), deve-se utilizar os valores de *Diferença Ponderada de Nível*, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa acrescidos de 5 dB, $D_{2m,nT,w} +5$, constantes da tabela 21.

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

Tabela 21 – Diferença Padronizada de Nível Ponderada da vedação externa , $D_{2m,nT,w}$, para ensaios de campo

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

Nota 1: Admite-se uma incerteza de ± 1 dB na medição de $D_{2m,nT,w}$.

Nota 2: Para vedação externa de cozinhas, lavanderias e banheiros não há exigências específicas.

11.1.1.1 Método de avaliação

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

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

Nota: O método recomendado, quando possível, é o método da norma ISO 140-5.

As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas.

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

11.1.2 Critérios e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de laboratório - *Índice de Redução Sonora Ponderado dos componentes construtivos da fachada*

A unidade habitacional deve apresentar *Índice de Redução Sonora Ponderado*, R_w , dos componentes construtivos da fachada conforme o nível de desempenho da Tabela 22.

Nota: Quando a fachada é constituída de mais do que um componente, deve ser ensaiado o sistema composto ou ensaiado cada componente isoladamente e calculada a isolamento resultante conforme descrito em 11.1.2.1.

Tabela 22 – Índice de Redução Sonora Ponderado da fachada , R_w , para ensaio de laboratório

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

Nota 1: Admite-se uma incerteza total de ± 2 dB no valor da R_w , sendo ± 1 dB na medição e ± 1 dB para garantir a representatividade da amostra ensaiada;

Nota 2: Valores referenciais para fachadas cegas

Nota 3: De forma a verificar o desempenho global, incluindo janelas, e na ausência de valores de R_w para fachadas com janelas, adotar os valores constantes da Tabela 21, relativos a medidas em campo

11.1.2.1 Método de avaliação

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

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

11.1.3 Critério relacionado com o ensaio de campo (paredes internas) - *Diferença Padronizada de Nível Ponderada entre ambientes*

A parede interna deve apresentar *Diferença Padronizada de Nível Ponderada*, $D_{nT,w}$, conforme o Nível de Desempenho da Tabela 23.

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

Tabela 23– Diferença Padronizada de Nível Ponderada entre ambientes, $D_{nT,w}$, para ensaio de campo

Elemento	$D_{nT,w}$ [dB]	Nível de Desempenho
Parede entre ambientes de uma mesma unidade habitacional	25 a 29	M
	30 a 34	I
	≥ 35	S
Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	30 a 34	M
	35 a 39	I
	≥ 40	S
Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S
Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como <i>home theater</i> , salas de ginástica, play ground, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	40 a 44	M
	45 a 49	I
	≥ 50	S

Nota 1: Admite-se uma incerteza de ± 1 dB na medição de $D_{nT,w}$.

11.1.3.1 Método de avaliação

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

- Método descrito na Norma ISO 140-4:1998, obtendo-se valores em bandas de terço de oitava entre 100 e 3150 Hz ou em bandas de oitava entre 125 e 2000 Hz;
- Método simplificado descrito na norma ISO 10052, obtendo-se valores em bandas de oitava entre 125 e 2000 Hz.

As medições devem ser executadas com portas e janelas dos ambientes fechadas.

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

11.1.4 Critério e níveis de desempenho relacionados com o ensaio de laboratório (paredes internas) - Índice de Redução Sonora Ponderado, R_w , dos componentes construtivos entre ambientes

A isolamento entre ambientes deve apresentar *Índice de Redução Sonora Ponderado*, R_w , conforme o Nível de Desempenho da Tabela 24.

Nota: Quando o sistema entre os ambientes consiste de mais do um componente, deve ser ensaiado o sistema composto ou ensaiado cada componente e calculado a isolamento resultante (vide 11.1.2.1).

Tabela 24 – Índice de Redução Sonora Ponderado dos componentes construtivos, R_w , para ensaio de laboratório

Elemento da edificação	Índice de Redução Sonora Ponderado R_w [dB]	Nível de Desempenho
Parede entre ambientes de uma mesma unidade habitacional	30 a 34	M
	35 a 39	I
	≥ 40	S
Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	35 a 39	M
	40 a 44	I
	≥ 45	S
Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S
Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, play ground, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	50 a 54	M
	55 a 59	I
	≥ 60	S
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	45 a 49	M
	50 a 54	I
	≥ 55	S

Nota 1: Admite-se uma incerteza total de ± 2 dB no valor da R_w , sendo ± 1 dB na medição e ± 1 dB para garantir a representatividade da amostra ensaiada

Nota 2: Valores referenciais para paredes cegas

Nota 3: De forma a verificar o desempenho global, incluindo portas, e na ausência de valores de R_w para paredes com portas, adotar os valores constantes da Tabela 23, relativos a medidas em campo

11.1.4.1 Método de avaliação

Conforme descrito em 11.1.2.1.

12 DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE

12.1 Requisito – vida útil de paredes externas e internas

As paredes externas e internas, incluindo os seus componentes, submetidas a intervenções periódicas de manutenção e conservação especificadas pelos respectivos fornecedores, devem manter sua capacidade funcional durante a vida útil projetada para a construção. Para tanto, devem ser atendidos os critérios de desempenho especificados no documento “Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais”, as exigências específicas das normas prescritivas relacionadas no item 3 e os seguintes requisitos e critérios:

12.1.1 Critério – vida útil de projeto e prazos de garantia das paredes e de seus componentes

Os materiais empregados na estruturação e revestimento de paredes externas e internas, bem como de janelas, portas e outros componentes, devem apresentar expectativa de vida compatível com a vida útil de projeto, atendendo aos períodos especificados na Tabela 7 do documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais.

12.1.1.1 Método de avaliação

Especificados no documento indicado no item 12.1.1 anterior. Também pode ser tomado como referência o documento “Critérios mínimos de desempenho para habitações térreas de interesse social” (IPT, 1998). Para a seleção de métodos e procedimentos de ensaio para análise da durabilidade de materiais específicos devem ser consultadas normas técnicas brasileiras, estrangeiras e internacionais, bem como outros documentos aplicáveis.

12.1.1.2 Nível de desempenho: M, I ou S, conforme Projeto 02:136.01.001 - Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1 – Requisitos Gerais.

12.2 Requisito – ações climáticas em paredes externas

Devem ser limitados os deslocamentos, fissurações e falhas nas paredes externas, incluindo seus revestimentos, em função de ciclos de exposição ao calor e resfriamento que ocorrem durante a vida útil do edifício.

12.2.1 Critério – solicitação cíclica de umidade e calor em paredes de fachada

As paredes externas, incluindo seus revestimentos, submetidas a dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, não devem apresentar:

- deslocamento horizontal instantâneo (flecha), no plano perpendicular ao corpo-de-prova, superior a $h / 300$, onde h é a altura do corpo de prova;
- ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração e outros danos.

12.2.1.1 Método de avaliação

Ensaio em laboratório conforme método apresentado no Anexo D.

12.2.1.2 Nível de desempenho: M.

12.3 Requisito – Manutenibilidade das paredes e dos seus componentes

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

12.3.1 Critério – Manual de operação, uso e manutenção das paredes e seus componentes

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

- recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada (fixação de peças suspensas com peso incompatível com o sistema de paredes, abertura de vãos em paredes com função estrutural, limpeza com água de pinturas não laváveis, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina etc);
- periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção.

12.3.1.1.1 Método de avaliação

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

12.3.1.1.2 Nível de desempenho: M

OBSERVAÇÕES

- A periodicidade das inspeções e manutenções deve ser estabelecida com base na vida útil de projeto das paredes e dos seus componentes, conforme Tabela 7 do documento Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais, e dos resultados / níveis de desempenho obtidos com a aplicação do presente documento;
- Dentro dos prazos de garantia, também estipulados na referida Tabela 7, recomenda-se que o construtor e/ou o incorporador realizem inspeções periódicas, visando rápida correção de defeitos ou vícios que eventualmente se manifestem logo após a entrega da obra, além de examinarem sua correta utilização e a efetiva implementação dos programas de manutenção por parte dos proprietários ou usuários da edificação;
- Relativamente à manutenção das paredes, caixilhos e outros componentes é essencial que o manual a ser fornecido pelo construtor e/ou incorporador contemple (sempre que aplicável): materiais e processos usuais de limpeza e conservação; forma de remoção de manchas; reparos em fissuras que possam se manifestar ao longo do tempo; reassentamento de azulejos ou outros materiais de revestimento, materiais e processos de repintura; conservação de peitoris; reaplicação periódica de selantes nos encontros de caixilhos com as paredes; substituição periódica de roldanas, escovas, massas de vedação e outros componentes dos caixilhos; inspeção do ataque de madeiras por cupins e brocas, bem como a forma de erradicação; processo de reaplicação de tratamento preservativo das madeiras, etc.

13 ADEQUAÇÃO AMBIENTAL

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

//ANEXO

Anexo A (normativo)

Verificação da estanqueidade à água de paredes externas – Método de Ensaio – Procedimento de laboratório**1. Objetivo**

Verificar a estanqueidade à água de paredes externas, revestidas ou pintadas. O ensaio consiste em submeter, durante um tempo determinado, a face externa de um corpo-de-prova de parede a uma vazão de água, criando uma película homogênea e contínua, com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática sobre essa face.

2. Aparelhagem**2.1 Câmara de ensaio**

Para realização do ensaio, é necessária uma câmara de formato prismático, de dimensões compatíveis como corpo-de-prova, estanque e provida de:

2.1.1 Abertura em uma das faces para fixação do corpo-de-prova.

2.1.2 Orifício da saída de água na base, provido de sifão que possibilite a formação de um fecho hídrico no interior da câmara.

2.1.3 Orifício para ligação da alimentação de água, do sistema de aplicação de pressão, do manômetro e da saída de ar.

2.2 Aplicação de pressão

O sistema constituído por ventoinha, tubulação e registros reguladores de pressão deve possibilitar a aplicação de pressão pneumática uniforme de até 50 Pa (50 mmca) no interior da câmara durante o ensaio. O ar deve ser introduzido no interior da câmara por uma de suas faces laterais, a fim de impedir a incidência direta do ar sobre o corpo-de-prova.

2.3 Medida de pressão

O equipamento para medida de pressão deve ser instalado de maneira que a medida não seja afetada pela velocidade do ar e tenha resolução de 0,5 Pa (0,5 mmca).

2.4 Dispersão de água

O sistema, constituído de reservatório de água, tubulações, registros e tubo com dispersores de água, deve permitir a aplicação de vazão constante e igual a 3,0 dm³/minuto junto à parede superior da face externa, criando uma película homogênea e contínua.

2.5 Medida de vazão

Devem ser utilizados equipamentos que permitam o controle da vazão durante o ensaio, tais como venturis, rotâmetros etc., com resolução igual a 1% do fundo de escala. A Figura 1 mostra esquema de funcionamento da aparelhagem.

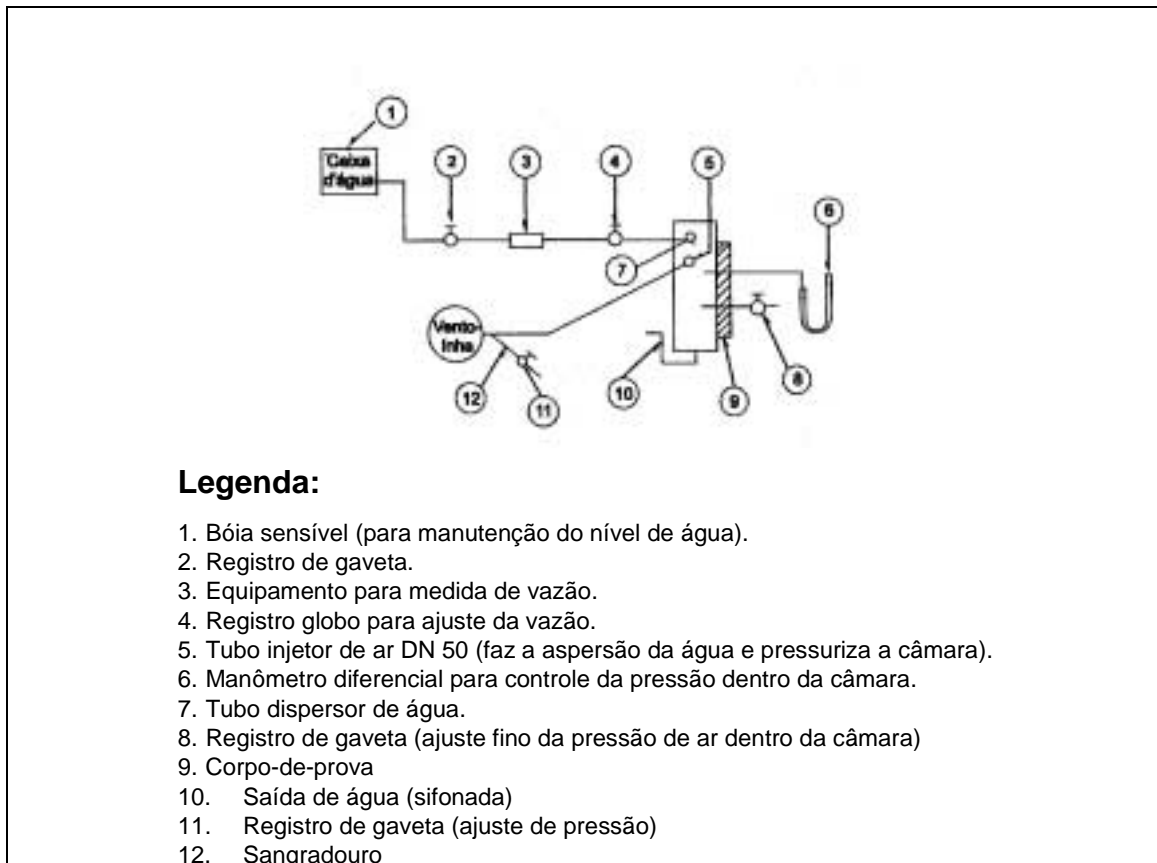


Figura 1 – Esquema de dispositivos para medida de vazão

2.6 Grampos para fixação do corpo-de-prova

São necessários grampos em número não inferior a seis para fixação do corpo-de-prova às bordas da abertura da câmara.

3. Execução do ensaio

3.1 O corpo-de-prova é constituído pela parede, com ou sem pintura ou revestimento. A parede (corpo-de-prova) deve ser plana, estar perfeitamente na vertical e possuir largura e comprimento, no mínimo, iguais a 105 cm e 135 cm, respectivamente. Não há restrições quanto à sua espessura.

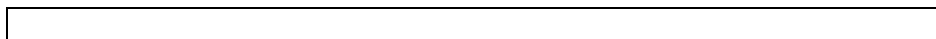
No caso de pintura, a tinta deve ser aplicada sobre a face externa da parede e suas superfícies adjacentes, exceto na face interna, de acordo com as recomendações do fabricante. O tempo de secagem da pintura, antes do início do ensaio, não deve ser inferior a sete dias.

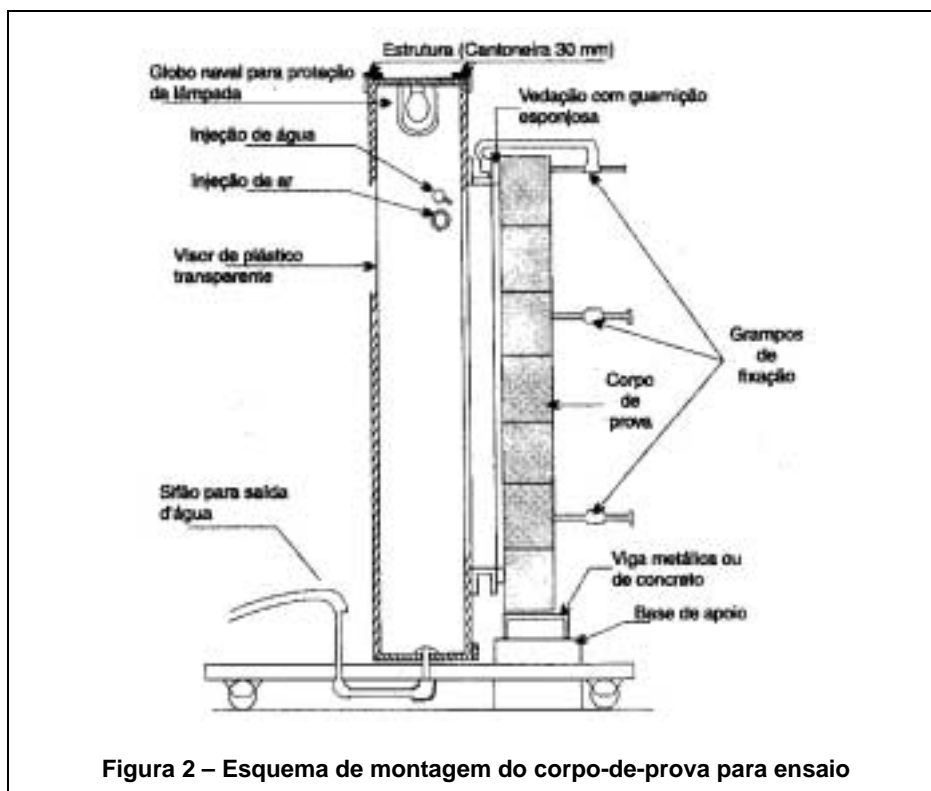
3.2 O ensaio deve ser realizado em pelo menos dois corpos-de-prova preparados de maneira idêntica, conforme o procedimento descrito nos itens seguintes:

O corpo-de-prova deve ser fixado à câmara de ensaio com sua face externa voltada para o interior da câmara. As áreas de contato entre o corpo-de-prova e a câmara devem ser vedadas por meio de guarnição esponjosa, empregando-se, onde necessário, cera de abelha ou similar (Figura 2).

O sistema de dispersão de água deve ser acionado e estabelecida uma vazão igual a $3,0 \pm 0,3 \text{ dm}^3/\text{minuto}$, que deve ser mantida constante durante o ensaio. Em seguida, aplica-se a pressão pneumática especificada, que deve ser mantida constante durante o ensaio.

A duração do ensaio é de sete horas. Após este período, a pressão pneumática deve ser anulada e a dispersão de água, interrompida.





4. Resultados

4.1 Devem ser consignados para cada um dos corpos-de-prova ensaiados:

- O tempo de ensaio quando do aparecimento da primeira mancha de umidade na face interna, oposta à incidência da água e pressão.
- A porcentagem da área da mancha de umidade ao final do ensaio em relação à área total da face interna, oposta à incidência da água sob pressão.

4.2 O documento técnico contendo os resultados do ensaio deve ainda apresentar as seguintes informações:

- Identificação dos constituintes da parede, inclusive, se for o caso, da argamassa de assentamento.
- Dimensões do corpo-de-prova.
- No caso de revestimento ou pintura, devem ser identificados:
 - os materiais ou produtos empregados no revestimento ou pintura, e respectivos fabricantes.
 - modo de execução dos serviços de pintura ou de revestimento, explicitando número de demãos ou camadas de cada produto, ferramentas empregadas, tempo de secagem entre demãos ou camadas, tempo de secagem antes do início do ensaio.
- Características dos equipamentos utilizados para medida da pressão e da vazão.

Anexo B (normativo)

Verificação da estanqueidade à água de revestimento de paredes – Método de Ensaio – Procedimento de campo**1 Objetivo**

Este ensaio tem por objetivo determinar a estanqueidade à água de chuva em paredes tanto em laboratório como em obra ou edificação em uso.

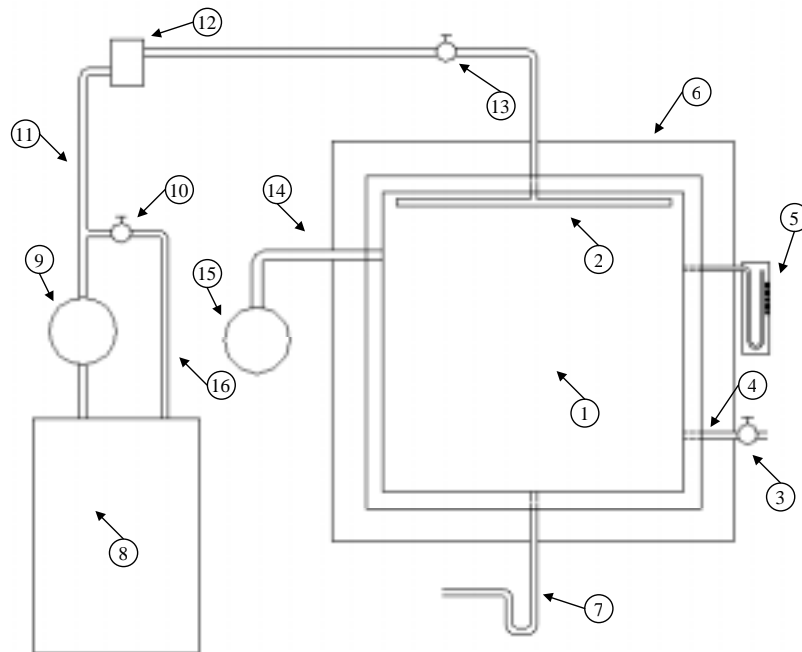
2 Equipamentos**2.1 Câmara de ensaio**

A câmara simuladora de chuva incidente deve ser construída de acordo com a Figura 1. Sua área de ensaio deve possuir dimensões de 70 x 70 cm.

A interface entre a câmara e o corpo-de-prova ou a parede deve ser vedada com um perfil de borracha, empregando-se selante onde necessário.

A estrutura da câmara deve ser metálica e o fechamento frontal deve ser em material transparente (policarbonato ou acrílico), para permitir visualização.

Parafusos de fixação devem ser utilizados para fixar a câmara ao corpo-de-prova ou à parede.

**LEGENDA**

- 1 Câmara simuladora de chuva incidente
- 2 Tubulação de aspersão de água
- 3 Válvula para controle da pressão dentro na câmara
- 4 Tubulação para controle da pressão dentro da câmara
- 5 Manômetro diferencial para controle da pressão dentro da câmara
- 6 Corpo-de-prova ou parede
- 7 Tubulação de saída de água
- 8 Reservatório de água
- 9 Bomba centrífuga de água
- 10 Válvula para regulagem da pressão de saída da bomba
- 11 Tubulação de alimentação de água
- 12 Sistema de medição de vazão (rotâmetro ou tubo de Venturi)

- 13 Válvula para controle da vazão de entrada de água na câmara
- 14 Tubulação de alimentação de ar pressurizado
- 15 Bomba centrífuga de ar
- 16 Tubulação de controle da pressão de saída da bomba

Figura 1- Câmara simuladora de chuva incidente

Na Figura 2 tem-se uma foto da câmara simuladora de chuva incidente.



Figura 2 Câmara simuladora de chuva incidente

2.2 Aplicação de pressão

O sistema bomba centrífuga, manômetro, registros e tubulações devem ser dimensionados de forma que se tenha uma pressão constante de 500 Pa (50 mmca) dentro da câmara simuladora de chuva incidente.

2.3 Dispersão de água

O sistema constituído de bomba centrífuga, medidor de vazão, tubulações e registros deve ser dimensionado de forma que possa conduzir uma vazão de 1,13 dm³/min.

O tubo de aspersão de água deverá ter 19 mm de diâmetro, além de possuir furos de 1 mm de diâmetro espaçados de 25 mm. Este deve ser posicionado com pelo menos 75 mm abaixo do topo da câmara.

2.4 Medidores

O termômetro deve possuir uma precisão de 0,5°C e o higrômetro ter uma precisão de 1%.

O equipamento para medir pressão deve possuir uma precisão de 5 Pa (0,5 mmca) e o equipamento para medir vazão deve ter uma precisão equivalente a 1% do fundo de escala.

2.5 Drenagem de água da câmara

Consiste em uma tubulação sifonafa com saída na base da câmara. O sifão deve possuir um selo hídrico mínimo de 5 cm de altura.

3 Materiais

Os corpos-de-prova ou paredes a serem avaliados precisam ter pelo menos 28 dias de cura e as revestidas 21 dias a partir da execução do revestimento.

Os corpos-de-prova ou paredes a serem ensaiados devem possuir pelo menos 200 mm de área desobstruída a partir das faces da câmara instalada.

Os corpos-de-prova ou paredes devem possuir a face interna oposta ao ensaio sem revestimento. No lado oposto pode ser aplicada uma solução de água e cal para facilitar a visualização da umidade, caso necessário.

Deverão ser ensaiados pelo menos três corpos-de-prova ou paredes em cada avaliação de cada tipo.

4 Procedimento de ensaio

Posicione a câmara de ensaio, fixando-a firmemente contra o corpo-de-prova ou o corpo da parede, de forma que a interface dos dois fique devidamente vedada.

Regular os equipamentos para 1,13 dm³ de água por minuto. Simultaneamente com a aplicação de água, aumente a pressão de ar na câmara até que atinja 500 Pa (50 mmca). Manter as condições do ensaio por pelo menos 7 horas.

4.1 Dados a serem coletados

Durante as 7 horas de ensaio deverão ser observados:

- Tempo de aparecimento de umidade na face oposta de ensaio;
- Tempo de aparecimento de água na face oposta de ensaio;
- Área de umidade na face oposta de ensaio findo o período de 4 horas de ensaio, expressa como porcentagem em função da área testada;

5 Relatório

Deve apresentar as seguintes anotações:

- Descrição de todos os materiais, incluindo pinturas, unidades de alvenaria, materiais da argamassa e composição da argamassa usada para construir os corpos-de-prova ou as paredes;
- Descrição do formato dos corpos-de-prova ou das paredes e seus detalhes, incluindo fotografias e desenhos, se necessário;
- Descrição detalhada da mão-de-obra utilizada na construção dos corpos-de-prova ou das paredes;
- Condições do teste;
- Relatório dos resultados, de acordo com o item 4.1;
- Relatório da temperatura e umidade durante a construção, estocagem e ensaio.

ANEXO C (Normativo)

Verificação da permeabilidade à água de paredes – Método de ensaio**1 OBJETIVO**

Verificação da permeabilidade à água de paredes. O ensaio consiste em submeter um trecho de parede à presença de água, com pressão constante, por meio de uma câmara acoplada à parede.

2 APARELHAGEM

2.1 Câmara com formato de caixa, com dimensões internas da boca de 16 cm e 34 cm, contendo no seu perímetro uma moldura para acoplamento com a parede (Fig. A .1)

2.2 Bureta graduada em cm^3 , para manutenção da pressão constante no interior da câmara e para medida do volume de água eventualmente infiltrado na parede. A bureta é emborcada na câmara, de tal forma que sua boca tangencie o nível de água no seu interior; caso haja infiltração de água na parede, o mesmo volume de água infiltrada será repostado pela água contida na bureta, mantendo-se constante o nível de água no interior da câmara e permitindo-se a quantificação da água infiltrada, conforme ilustrado na figura A.1.

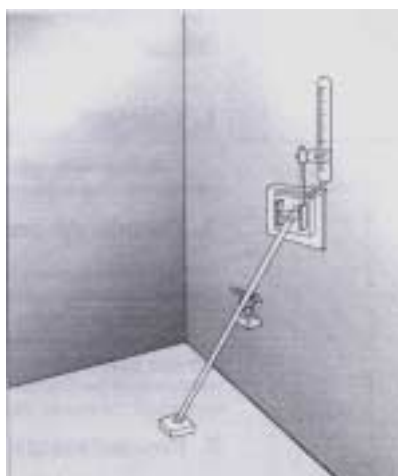


Figura A.1 – Acoplamento de câmara de ensaio à parede

3 PROCEDIMENTO

- 3.1 Acoplar a câmara de ensaio na região desejada da parede, selando-se suas bordas com mastique ou outro material.
- 3.2 Preencher a câmara e a bureta com água; registrar o nível inicial de água.
- 3.3 Registrar o nível de água na bureta após os seguintes períodos: meia hora; uma hora; quatro horas; seis horas e 24 horas.

4 RESULTADOS

Para cada um dos períodos acima determinados, registrar o volume de água infiltrado, obtido pela diferença entre o nível de cada período e o nível inicial da água contida na bureta.

ANEXO D (Normativo)

Verificação do comportamento de paredes expostas à ação do calor e choque térmico – Método de ensaio**1. OBJETIVO**

Verificar o comportamento de paredes externas submetidas a ciclos sucessivos de calor, proveniente de fonte radiante, e resfriamento por meio de jatos de água.

2. APARELHAGEM

2.1 Painel radiante capaz de fornecer calor em quantidade tal que a face externa da parede atinja a temperatura igual a $353 \pm 3\text{K}$ ($80 \pm 3^\circ\text{C}$).

2.2 Dispositivo para aspersão de água sobre o corpo de prova em sua face externa.

2.3 Termopares e registrador das temperaturas superficiais da parede.

2.4 Defletômetro de haste, resolução de 0,02mm.

2.5 Dispositivo para fixação do corpo de prova de forma a deixá-lo simplesmente apoiado em seus bordos inferior e superior, conforme Figura 1.b.

3. CORPO DE PROVA

O corpo de prova deve ser constituído por um trecho de parede acabada, executada com os detalhes construtivos a serem empregados em obra, com extensão de $1,20 \pm 0,20\text{m}$ e a espessura característica.

4. PROCEDIMENTO DE ENSAIO

O ensaio deve ser realizado em pelo menos 2 corpos de prova da seguinte forma:

4.1 Os termopares devem ser colocados na face do corpo de prova, em número de cinco, conforme Figura 1a.

4.2 O corpo de prova deve ser fixado na posição vertical, conforme Figura 1b, e o defletômetro instalado no ponto central do corpo de prova, na face oposta à incidência de radiação.

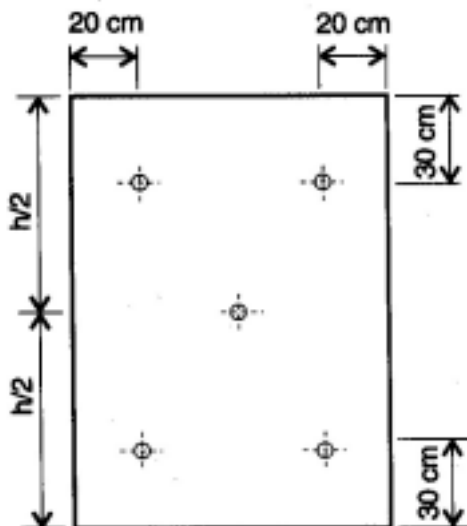


Figura 1a – Posicionamento dos termopares na superfície do corpo-de-prova

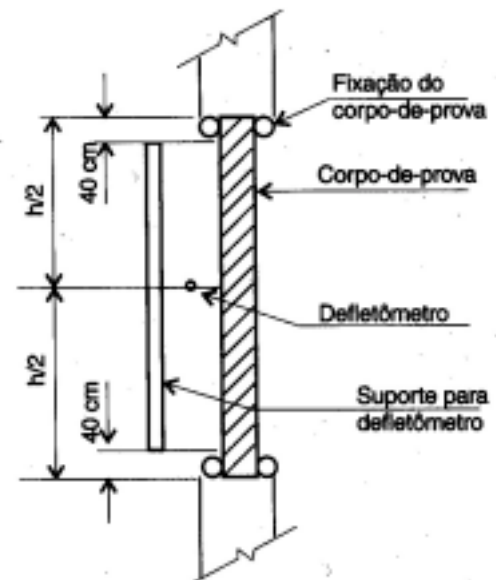


Figura 1b – Posicionamento do defletômetro

FIGURA 1: Esquema de montagem e instrumentação dos corpos de prova

4.3 O painel radiante deve ser ver disposto defronte o corpo de prova, à distância tal que a temperatura superficial da face exterior se mantenha uniforme e igual a $353 \pm 3\text{K}$ ($80 \pm 3^\circ\text{C}$).

4.4 O corpo de prova deve ser submetido a 10 ciclos de ação do calor e da água, consistindo cada ciclo de:

- ação do calor: após atingida a temperatura superficial de $353 \pm 3\text{K}$ ($80 \pm 3^\circ\text{C}$) mantê-la durante 1 hora;

- ação da água: imediatamente após a supressão da radiação, resfriar a face exterior do corpo de prova por meio de jatos de água aspergidos sobre toda sua superfície, até se atingir temperatura superficial igual a $293 \pm 3\text{K}$ ($20 \pm 3^{\circ}\text{C}$).

4.5 Durante o ensaio e ao seu final devem ser registradas:

- a ocorrência de fissuras, trincas, descolamentos, ou outras deteriorações em ambas as faces do corpo de prova;
- o deslocamento horizontal após 45 minutos da estabilização da temperatura superficial em $80 \pm 3^{\circ}\text{C}$, e imediatamente após o resfriamento.

5. RESULTADOS

Devem ser consignados como resultados:

5.1 A ocorrência de degradações ao longo do ensaio, indicando o instante de ocorrência e o tipo.

5.2 Os deslocamentos horizontais em mm, em cada ciclo, durante a ação do calor e após o resfriamento.