

MINISTÉRIO DAS CIDADES - Secretaria Nacional da Habitação
Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H)
Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT)

Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos

DIRETRIZ SINAT

Nº 003 - Revisão 01

Sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço
conformados a frio, com fechamentos
em chapas delgadas
(*Sistemas leves tipo “Light Steel Framing”*)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETO	1
1.2 RESTRIÇÕES DE USO.....	3
1.3 CAMPO DE APLICAÇÃO.....	4
1.4 TERMINOLOGIA.....	4
1.5 DOCUMENTOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES	5
2. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO	9
3. REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	15
3.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL	15
3.1.1 <i>Resistência estrutural e estabilidade global – (Estado limite último)</i>	15
3.1.2 <i>Deformações ou estados de fissuração do sistema estrutural – (Estado limite de serviço)</i>	16
3.1.3 <i>Solicitações de montagem ou manutenção: cargas concentradas na cobertura</i>	16
3.1.4 <i>Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários.....</i>	16
3.1.5 <i>Resistência a impactos de corpo mole</i>	16
3.1.6 <i>Resistência a impacto de corpo duro</i>	20
3.1.7 <i>Solicitações transmitidas por portas para as paredes</i>	21
3.1.8 <i>Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas.....</i>	21
3.2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.....	22
3.2.1 <i>Dificuldade de inflamação generalizada</i>	23
3.2.2 <i>Limitação da densidade ótica de fumaça.....</i>	25
3.2.3 <i>Resistência ao fogo</i>	26
3.3 ESTANQUEIDADE À ÁGUA	26
3.3.1 <i>Estanqueidade à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)</i>	26
3.3.2 <i>Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água de uso ..</i>	27
3.3.3 <i>Estanqueidade de juntas (encontros) entre paredes e entre paredes e lajes.....</i>	27
3.3.4 <i>Estanqueidade de pisos em contato com o solo</i>	27
3.3.5 <i>Estanqueidade do sistema de cobertura (SC)</i>	27
3.3.6 <i>Impermeabilidade do sistema de cobertura (telhado).</i>	27
3.4 DESEMPENHO TÉRMICO	28
3.4.1 <i>Critérios para o Procedimento Simplificado</i>	28
3.4.2 <i>Critérios para os Procedimentos de Simulação ou de Medição</i>	29
3.4.3 <i>Abertura mínima de ventilação nas paredes.....</i>	30
3.5 DESEMPENHO ACÚSTICO	30
3.5.1 <i>Isolação sonora promovida pelos elementos da envoltória – ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$</i>	30
3.5.2 <i>Isolação sonora promovida pelos elementos da fachada – ensaio de laboratório - R_w.....</i>	31
3.5.3 <i>Isolação sonora entre ambientes promovida pelas vedações verticais internas - $D_{2m,nT,w}$.....</i>	31
3.5.4 <i>Isolação sonora entre ambientes promovida pelas vedações verticais internas - R_w.....</i>	31
3.5.5 <i>Isolação sonora de lajes de pisos entre unidades habitacionais</i>	32
3.5.6 <i>Característica acústica quanto a ruídos de impacto em lajes de piso.....</i>	32
3.5.7 <i>Isolação sonora promovida pela cobertura de casas devida a sons aéreos - $D_{2m,nT,w}$.....</i>	33
3.5.8 <i>Isolação sonora promovida pela cobertura – ensaio de laboratório - R_w.....</i>	33
3.6 DURABILIDADE E MANUTENIBILIDADE	33
3.6.1 <i>Vida útil de projeto dos elementos</i>	34
3.6.2 <i>Manutenibilidade dos elementos.....</i>	35
3.6.3 <i>Resistência à corrosão dos perfis metálicos</i>	35

3.6.4	<i>Resistência à corrosão de dispositivos de fixação – parafusos e chumbadores</i>	36
3.6.5	<i>Proteção contra a corrosão bimetálica – interfaces entre peças metálicas</i>	36
3.6.6	<i>Comportamento das juntas entre chapas de vedação externas</i>	36
3.6.7	<i>Comportamento das juntas entre chapas de vedação internas</i>	36
3.6.8	<i>Resistência ao calor e choque térmico – paredes de fachada</i>	36
4.	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	37
4.1	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS COMPONENTES	37
4.2	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS	39
4.2.1	<i>Desempenho estrutural</i>	39
4.2.2	<i>Segurança contra incêndio</i>	41
4.2.3	<i>Estanqueidade à água</i>	41
4.2.4	<i>Desempenho térmico</i>	42
4.2.5	<i>Desempenho acústico</i>	43
4.2.6	<i>Durabilidade e manutenabilidade</i>	44
5.	ANÁLISE GLOBAL DO DESEMPENHO DO PRODUTO	45
6.	CONTROLE DA QUALIDADE NA MONTAGEM.....	45
6.1	CONTROLE DE ACEITAÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES EM CANTEIRO DE OBRAS	46
6.2	CONTROLE DA MONTAGEM EM CANTEIRO DE OBRAS	47

DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS ESTRUTURADOS EM PERFIS LEVES DE AÇO CONFORMADOS A FRIO, COM FECHAMENTOS EM CHAPAS DELGADAS

(SISTEMAS LEVES TIPO “LIGHT STEEL FRAMING”)

1. Introdução

1.1 Objeto

Sistemas construtivos cuja principal característica é ser estruturado por perfis de aço conformados a frio, com revestimento metálico, e fechamentos em chapas delgadas (Sistemas Leves tipo *Light Steel Framing*). Os sistemas construtivos objetos dessa diretriz referem-se a estruturas, paredes (vedação vertical externa ou interna), pisos e coberturas formados pelos componentes descritos a seguir:

1. quadros formados por perfis estruturais de aço conformados a frio (perfis de aço leve) com revestimento metálico (proteção anticorrosiva). Esses perfis denominados de guias, montantes, cartola, travessas ou diagonais, estão representados na Tabela 1. Os tipos de proteção anticorrosiva aplicados nos perfis de aço são: zinçado pelo processo contínuo de imersão a quente ou liga alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente. A estrutura da cobertura geralmente é formada por perfis-montantes que funcionam como tesouras ou terças. Sobre as tesouras fixam-se os perfis cartola que funcionam como ripas;
2. componentes de fechamento constituídos de chapas delgadas, como placas cimentícias, réguas cimentícias (*siding*), chapas de OSB (*Oriented Strand Board*) e chapas de gesso acartonado (*drywall*);
3. contraventamentos. Os perfis metálicos e as chapas de OSB estrutural poderão ser consideradas como componentes de contraventamento, desde que atendam aos requisitos mencionados nesta diretriz. Para edifícios de mais de dois pavimentos, o contraventamento não pode ser exercido exclusivamente pelas chapas de OSB, devendo ser considerado em conjunto com perfis metálicos de contraventamento.
4. isolantes térmicos, como placas de lã de rocha ou lã de vidro, poliestireno expandido ou outro material, cuja condutividade térmica seja menor que $0,06\text{W/m}^{\circ}\text{C}$ (condutividade térmica máxima de um material considerado isolante) e resistência térmica $\geq 0,5\text{m}^2\text{K/W}$;
5. materiais absorventes acústicos, como placas de lã de rocha ou lã de vidro e fibras cerâmicas;
6. **barreiras impermeáveis**, não-tecidos impermeáveis à agua e permeáveis ao vapor d’água;
7. produtos para impermeabilização, na forma de mantas pré-fabricadas ou membranas moldadas no local;
8. sistemas de fixação constituídos de parafusos e chumbadores: fixação dos quadros metálicos à fundação por meio de chumbadores; fixação entre perfis de aço com parafusos; fixação das chapas aos perfis de aço com parafusos, fixação das tesouras, das treliças ou das terças às paredes, ou às vigas; fixação das telhas à estrutura; fixação das

chapas de forro à estrutura do telhado; fixação das chapas de fechamento aos perfis da estrutura de piso;

9. juntas entre as chapas de vedação, seja do tipo visível ou dissimulada;
10. revestimento ou acabamento, como réguas vinílicas ou metálicas (*siding*), pinturas e texturas, desde que compatíveis com os componentes de vedação;
11. subcoberturas, como barreiras impermeáveis e refletivas.

NOTA: Não necessariamente são empregados todos os componentes descritos acima nas paredes, nos pisos ou nas coberturas.

Observa-se que lajes tipo *steeldeck* não são objeto desta Diretriz de avaliação técnica.

Qualquer outro componente diferente dos anteriormente descritos pode ser empregado mediante identificação de suas características, segundo normas técnicas pertinentes ou critérios específicos, e mediante comprovação de adequação com o desempenho esperado do sistema.

A Tabela 1 exemplifica os tipos de perfis de aço formados a frio que estruturam os sistemas construtivos objetos desta Diretriz; tais perfis devem atender às dimensões mínimas e tolerâncias dimensionais estabelecidas na NBR 6355.

Tabela 1 - Tipos de perfis de aços formados a frio para uso em sistema construtivo de paredes, piso e cobertura (NBR 6355)

SEÇÃO TRANSVERSAL	SÉRIE Designação NBR 6355:2003	Utilização
	U simples U $b_w \times b_f \times t_n$	Guia Ripa Bloqueador S
	U enrijecido Ue $b_w \times b_f \times D \times t_n$	Bloqueador Enrijecedor de alma Montante Verga Viga
	Cartola Cr $b_w \times b_f \times D \times t_n$	Ripa
	Cantoneira de abas desiguais L $b_{f1} \times b_{f2} \times t_n$	Cantoneira

1.2 Restrições de uso

As restrições específicas, quando houver, devem ser consignadas nos respectivos DATec's.

Esta diretriz não se aplica a ambientes de elevada agressividade ambiental, como atmosferas industriais e atmosferas ao mesmo tempo marinhas e industriais.

Os projetos realizados com o sistema construtivo Light Steel Frame devem possuir um conjunto de detalhamentos específicos, visando evitar o contato dos perfis metálicos dos quadros estruturais e das bordas dos painéis de fechamento com a umidade. Os requisitos básicos a serem seguidos são:

- calçada externa ao redor da edificação, com no mínimo 60cm de largura;
- inclinação mínima de 1% do piso da calçada no sentido oposto à fachada;
- para vedações externas, o desnível entre o piso externo acabado (calçada) e a base dos quadros estruturais da fachada será de no mínimo 5 cm.
- diferença de cota mínima de 2 cm entre a base dos quadros estruturais e o piso **acabado** das áreas molhadas (banheiros e áreas de serviço); e desnível mínimo de 4 cm entre a base dos quadros estruturais e o piso **acabado** do box, posicionando, nos dois casos, o perfil no nível mais elevado
- para vedações que delimitem áreas molháveis e molhadas, a impermeabilização deverá ser constituída por mantas ou membranas apropriadas para esta finalidade, na interface entre a base dos quadros estruturais e o piso e nas laterais das paredes até a altura mínima de 20 cm.
- Em todos os cômodos do pavimento térreo é obrigatório a existência de rodapé com material impermeável com pelo menos 7 cm de altura.
- medidas de projeto que permitam o rápido escoamento da água em fachadas expostas a chuvas, como rufos, beirais maiores que 60cm, pingadeiras nos peitoris de janelas, e detalhamentos dos perfis de acabamento que impeçam o acúmulo de água:

Para as chapas de OSB com ou sem função de contraventamento, não se prescreve o tipo de tratamento preservativo, mas seu desempenho quando expostas a ensaios, conforme explicitado nas tabelas 3 e 4.

As chapas de OSB estrutural poderão ser consideradas como componentes de contraventamento desde que atendam os requisitos mencionados nesta diretriz. Para edifícios multifamiliares de até cinco pavimentos, recomenda-se o uso de contraventamentos através de perfis metálicos em complementação aos contraventamentos em chapas estruturais de OSB.

O tratamento contra cupins é sempre obrigatório. Caso as chapas de OSB **não** possuam tratamento fungicida, para algumas aplicações específicas, conforme a tabela 3 e 4, os seguintes requisitos de projeto complementares devem ser atendidos:

- emprego de barreiras impermeáveis à água e permeáveis ao vapor sobre as chapas de OSB **com função de contraventamento** ou de fechamento, em paredes externas. Na face externa das chapas, a barreira é aplicada em toda a área da parede e na face interna, no mínimo 20 cm de altura a partir da base da chapa, por toda a extensão da parede.
- emprego de barreira impermeável à água e permeável ao vapor na face interna das chapas de OSB em toda a área da parede que possua instalações hidráulicas internas.

1.3 Campo de aplicação

Sistema construtivo destinados a unidades térreas e sobrados, isoladas e geminadas, unifamiliares, e edifícios multifamiliares de até 05 pavimentos, destinados à construção de habitações.

Os subsistemas convencionais, como fundações, esquadrias, instalações hidráulicas e elétricas e demais elementos ou componentes convencionais não são objeto desta diretriz, porém devem ser consideradas as interfaces entre subsistemas convencionais e inovadores, como interfaces entre paredes e pisos, externos e internos, entre paredes e esquadrias, entre paredes ou pisos e instalações.

1.4 Terminologia

Para efeito desta Diretriz valem as definições constantes na NBR 15.253, NBR 15.575, NBR 6355 e nos demais documentos técnicos complementares. São definições específicas, ou importantes, dessa Diretriz:

Absorventes acústicos: são denominados de absorventes acústicos os materiais, de baixa densidade, que se destacam por absorver o som. Em geral, são materiais porosos (lã de vidro, lã de rocha, poliuretano, fibras de madeira, vermiculita, fibras cerâmicas, cortiça, tecidos, tapetes, etc.).

barreiras impermeáveis: não-tecidos impermeáveis à agua e permeáveis ao vapor d'água;

Bloqueador: perfil utilizado horizontalmente no travamento lateral de montantes e vigas.

Chapa de OSB: chapa estrutural constituída por tiras de madeira, unidas com resinas resistentes à água, orientada em camadas perpendiculares entre si e prensadas sob alta pressão e temperatura.

Chapa de OSB com acabamento na face externa: chapa de OSB com acabamento em uma de suas superfícies e necessariamente resistente à ação de fungos e insetos.

Chapas de gesso para drywall: chapas fabricadas industrialmente mediante um processo de laminação contínua de uma mistura de gesso, água e aditivos entre duas lâminas de cartão, onde uma é virada sobre as bordas longitudinais e coladas sobre a outra.

Componentes de fechamento: placas ou chapas fixadas nos quadros formados por perfis estruturais de aço leve, constituindo as faces das paredes.

Componentes de revestimento ou acabamento: argamassas, pastas, pinturas, *sidings*, cerâmicas e outros materiais que não colaboram na estruturação das paredes, tendo funções estéticas e papel relevante na durabilidade do sistema construtivo.

Contraverga: perfil utilizado horizontalmente no limite inferior das aberturas (janelas e outras).

Espessura nominal: espessura da chapa de aço que constitui o perfil, com o revestimento, representado pela letra *tn*.

Espessura: espessura da chapa de aço que constitui o perfil, sem o revestimento, representado pela letra *t*.

Guia: perfil utilizado como base e topo de paredes.

Montante: perfil utilizado verticalmente na composição de paredes.

Perfil estrutural de aço formado a frio: perfil obtido por dobramento em prensa dobradeira de tiras cortadas de chapas ou bobinas, ou por conformação contínua em conjunto de matrizes rotativas a partir de bobinas laminadas a frio ou a quente, ambas as operações realizadas com o aço em temperatura ambiente (NBR 6355).

Placa cimentícia: placas planas formadas pela mistura de pasta de cimento e fibras, ou pasta de cimento e agregados, com reforços em fibras.

Terça: perfil utilizado para apoio de telhas.

Vedaçāo vertical: entende-se neste documento que a vedação vertical, interna ou externa, é formada por um conjunto de componentes, ou seja, pelos perfis estruturais, pelos componentes de fechamento e revestimento e pelas fixações.

Verga: perfil utilizado horizontalmente no limite superior das aberturas (portas, janelas e outras).

Viga: perfil utilizado horizontalmente na altura do pé-direito.

1.5 Documentos técnicos complementares

A seguir listam-se as normas técnicas referenciadas no decorrer desta diretriz.

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

NBR 5628/2001 - Componentes construtivos estruturais - Determinação da resistência ao fogo.

NBR 5642/ 1993 - Telha de fibrocimento - Verificação da impermeabilidade.

NBR 6123/1998 - Forças Devidas ao Vento em Edificações.

NBR 6355/2003 Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização.

NBR 6673/1981- Produtos planos de aço - Determinação das propriedades mecânicas à tração.

NBR 7008/2012 - Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente

NBR 7013/2003 - Chapas e bobinas de aço revestidas pelo processo contínuo de imersão a quente – Requisitos gerais

NBR 7397/2007 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área - Método de ensaio

NBR 8051/1983 - Porta de madeira de edificação - Verificação da resistência a impactos da folha.

NBR 8054/ 1983- Verificação do comportamento da folha submetida a manobras anormais.

NBR 8094/1983 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina

NBR 9442/ 1986. Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante.

NBR 10152/1987 - Níveis de ruído para conforto acústico.

NBR 11675/1990 - Divisórias leves internas moduladas - Verificação da resistência a impactos.

NBR 14715/ 2001 - Chapas de gesso acartonado – Requisitos.

NBR 14717/ 2001 - Chapas de gesso acartonado - Determinação das características físicas

NBR 14432/2001 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificação - Procedimento; Emenda em 2001.

NBR 14762/2001 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio – Procedimento.

NBR 14913/2009 - Fechadura de embutir - Requisitos, classificação e métodos de ensaio.

NBR 15200/2004 – Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio.

NBR 15220-1/2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 1: Definições, símbolos e unidades.

NBR 15220-2/2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.

NBR 15220-3/2005 - Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.

NBR 15253/2005 Perfis de aço formados a frio, com revestimento metálico, para painéis reticulados em edificações - Requisitos gerais.

NBR 15498/2007 - Placa plana cimentícia sem amianto - Requisitos e métodos de ensaio.

NBR 15575-1/2008 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais.

NBR 15575-2/2008 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

NBR 15575-3/2008 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos.

NBR 15575-4/2008 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas.

NBR 15575-5/2008 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas.

NBR 15578 – Bobinas e chapas de aço revestidas com liga 55% alumínio - zinco pelo processo contínuo de imersão a quente - Especificação

NM 278/2001 – Determinação da massa de zinco no revestimento de chapas e tubos de aço galvanizado ou eletrogalvanizado.

• International Organization Standardization (ISO)

ISO 354/2003- Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room.

ISO 4892 /2003 Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 3 : Flourescent UV Lamp, part 3.

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 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 7389/ 2002- Building construction - Jointing products - Determination of elastic recovery of sealants.

ISO 10666/1999 Drilling screws with tapping screw thread – Mechanical and functional properties

ISO 8256/2004 - Plastics - Determination of tensile-impact strength

DIN EN ISO 527-2/ 1996 - Determination of tensile properties of plastics - Test conditions for moulding and extrusion plastics (ISO 527-2:1993, including Corr 1:1994)

DIN EN ISO 179/2006 - Plastics - Determination of Charpy impact properties - Part 1: Non-instrumented impact test

• American National Standards Institute (ANSI)

ANSI / ASHRAE 55/1981 - Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.

• American Society for Testing Materials (ASTM)

ASTM D 3273-00/2005 Standard Test Method for Resistance to Growth of Mold on the Surface of Interior Coatings in an Environmental Chamber.

ASTM D 1037/2006 - Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials.

ASTM B 117/2007 – Standard Practice for Operating Salt Spray (FOG) Apparatus.

ASTM C920/1998 - Standard Specification for Elastomeric Joints Selants. ASTM E 662/2009 - Standard Test Method for Specific Optical Density of Smoke Generated by Solid Materials

ASTM D 3723-05/2006 -Test Method for Pigment Content of Water-Emulsion Paints by Low-Temperature Ashing

ASTM C474-05/1996 - Standard Test Methods for Joint Treatment Materials for Gypsum Board Construction

ASTM G154/ 2006 - Standard Practice for Operating Fluorescent Light Apparatus for UV Exposure of Nonmetallic Materials

ASTM D790 - 07e1/ 2007- Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials

• Normas européias - EN

BS EN 322/2201- Wood-based panels - Determination of moisture content.

EN 310/1993. Wood-based panels. Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.

EN 317/ 1993. Particleboards and fibreboards. Determination of swelling in thickness after immersion in water.

EN 300/2006/ Oriented Strand Boards (OSB) –Definitions, classification and specifications.

EN 14566/2008 + A1/2009 Mechanical fasteners for gypsum plasterboard systems – Definitions, requirements and test methods.

DIN EN ISO 527/ 1996 Determination of tensile properties of plastics - Test conditions for moulding and extrusion plastics.

DIN EN ISO 179:2001 Determination of Charpy impact properties - Part 1: Non-instrumented impact test (ISO 179-1:2010).

UBC26-3/2002 – Uniform Building Code Standard 26-3, Room fire test standard for interior of foam plastic system.

2. Caracterização do produto

As principais características dos materiais e componentes que formam os sistemas construtivos objetos desta Diretriz, as quais devem constar em projetos e ser objeto de análise são descritas na Tabela 2. Outros materiais diferentes dos que constam da tabela 2 podem ser empregados desde que sejam caracterizados e avaliados conforme normas técnicas pertinentes.

Tabela 2 - Requisitos para caracterização dos materiais e componentes que formam os sistemas construtivos objetos desta Diretriz

Item	Requisitos	Indicador de conformidade		
A	Perfis metálicos dos quadros estruturais			
A.1	Resistência mínima de escoamento	230 MPa, segundo a NBR 6673		
A.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento	Tipo de revestimento	Perfis estruturais	
			massa mínima ⁽¹⁾ de revestimento (g/m ²)	Nomenclatura
A.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento	Zincado por imersão a quente	275 ⁽²⁾ 350 ⁽³⁾	Z275 e Z350 (ABNT NBR 7008)
		Ligas de alumínio-zinco por imersão a quente ou outros revestimentos equivalentes	150 ⁽²⁾	AZ150 ABNT NBR 15578
<small>(1) massa mínima refere-se ao total nas duas faces (2) espessura mínima de revestimento para atmosferas rurais e urbanas (3) espessura mínima de revestimento para atmosferas marinhas (aqueles distantes até 2.000m da orla marítima)</small>				
A.3	Espessura nominal mínima dos perfis (tn)			
A.3.1	Montante e guias - perfis U/ simples ou enrijecidos	$\geq 0,80\text{mm}$ (segundo NBR 15253)		
A.3.2	Perfil cartola	$\geq 0,65\text{mm}$		
B	Componentes de vedação internos e/ou externos - Placas cimentícias			
B.1	Classificação	Classe A – para uso externo e interno em áreas molháveis Classe B – para uso interno em áreas secas		
B.2	Resistência mecânica (resistência à tração na flexão)	A média dos resultados de ensaio realizados nas duas direções deve ser: Classe A - Categoria 2 > 4MPa Categoria 5 > 18MPa (condição saturada) Classe B – Categoria 2 > 7MPa; Categoria 5 >22MPa (condição de equilíbrio) (critério da NBR 15.498)		
B.3	Reação ao fogo	Materiais Classe I (incombustível) a Classe II-B (combustível com índice de propagação de chamas menor que 25) (critério adotado da CB – IT 10, 2001)		
B.4	Permeabilidade à água	Baixa / em situações de ensaios pode aparecer traços de umidade na face inferior das placas, porém sem surgimento de gotas de água (critério da NBR 15.498)		
B.5	Absorção de água	$A \leq 25\%$		
B.6	Durabilidade: resistência após ciclos de imersão em água e secagem	A resistência à flexão após ensaio não deve ser inferior a 70% da resistência de referência (critério da NBR 15498)		

B.7	Durabilidade: resistência à água quente	A resistência à flexão após ensaio não deve ser inferior a 70% da resistência de referência
B.8	Variação dimensional em função de gradientes higrotérmicos	A variação dimensional da chapa, considerado o tratamento empregado nas juntas, não pode permitir a ocorrência de falhas, como fissuras, destacamentos e descolamentos, conforme critério definido para a resistência à ação de calor e choque térmico (ver item 3.6.8)
C	Componentes de vedação internos – Chapas de gesso para drywall	
C.1	Aspecto	Conforme NBR 14715
C.2	Resistência mínima à ruptura na flexão	
C.3	Dureza superficial	
C.4	Absorção máxima de água	
C.5	Absorção superficial máxima de água para chapa resistente à umidade	
D	Componentes de vedação e contraventamentos– chapas de OSB estrutural ou chapas de OSB com acabamento na face externa	
D.1	Classificação	Tipo 2 (para uso em ambientes secos) Tipo 3 (para uso em ambientes úmidos), segundo DIN EN 300
D.2	Índice de umidade	2 a 12%, conforme DIN EN 300
D.3	Resistência à flexão (maior e menor eixo)	Conforme EN 300 (parâmetro definido em função do tipo de OSB, 2 ou 3, e da espessura da chapa)
D.4	Inchamento da chapa (espessura)	$\leq 20\%$ para OSB tipo 2; e 15% para OSB tipo 3 (segundo EN 300)
D.5	Resistência ao ataque de cupins	Conforme tabela 3 e 4
D.6	Resistência ao crescimento de fungos	Conforme tabela 3 e 4
E	Componentes de revestimento - Siding de PVC	
E.1	Resistência do PVC aos raios ultravioletas (exposição de placas em câmara de CUV-UVB)	2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada de UVB
E.2	Módulo de elasticidade na flexão (antes e após CUV)	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$
E.3	Resistência ao impacto: realizar ensaio de impacto Charpy ou ensaio de impacto na tração (antes e após exposição em câmara de CUV)	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$
E.4	Aspecto visual após ensaio de envelhecimento acelerado	As duas faces do corpo de prova devem ser avaliadas: Sem bolhas, sem fissuras, ou escamações, após exposição de 2000 horas em câmara de CUV, com avaliação a 500h, 1000h, 1500h e 2000h
F	Componentes de revestimento	Identificar as características principais dos componentes do revestimento, realizando ensaios de caracterização nesses componentes segundo normas técnicas pertinentes ou critérios específicos, além de mostrar compatibilidade física e química com o substrato a ser aplicado
G	Selantes – material de preenchimento de juntas visíveis	
G.1	Alongamento	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G.2	Resistência de ruptura à tração antes e após ciclos de envelhecimento	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G.3	Dureza inicial (1 a 6 meses) (20°C)	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G.4	Resistência à umidade	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G.5	Resistência aos raios ultravioletas	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G.6	Resistência à produtos	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico

	químicos	
G.7	Temperatura de trabalho °C	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G.8	Tempo de cura (horas)	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
H	Massa para preenchimento de juntas dissimuladas	
H.1	Teor de resina	
H.2	Aptidão para dissimular fissura	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
H.3	Craqueamento/ Fissuração	
H.4	Retração	
I	Fita ou de tela usada na junta dissimulada	
I.1	Dimensões	
I.2	Resistência à tração	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
J	Materiais acústicos	
J.1	Descrição do material	
J.2	Espessura ou densidade	
J.3	Coeficiente de absorção sonora	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
L	Produtos isolantes térmicos	
L.1	Espessura	
L.2	Densidade	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
L.3	Condutividade térmica	$\leq 0,06 \text{W/m}^{\circ}\text{C}$
L.4	Resistência térmica	$\geq 0,5 \text{m}^2\text{K/W}$
M	barreiras impermeáveis a água e permeáveis ao vapor	
M.1	Gramatura	
M.2	Passagem de vapor	
M.3	Absorção de água	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
N	Parafusos e chumbadores	
N.1	Descrição/ tipo e uso	
.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento'	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
.3	Resistência à corrosão (Tempo mínimo para aparecimento de corrosão vermelha no material base quando exposto em câmara de névoa salina)	Parafusos aplicados para fixação das chapas internas de fechamento dos quadros estruturais de áreas secas: 96 horas Parafusos aplicados para a fixação das chapas internas de fechamento dos quadros estruturais áreas molhadas ou molháveis: 240 horas Parafusos aplicados entre perfis metálicos para a fixação dos quadros estruturais e nos chumbadores de fixação desses quadros à fundação: 240 horas; Parafusos para fixação das chapas externas aos quadros estruturais em ambientes rurais: 240 horas Parafusos para fixação de chapas externas aos quadros estruturais em ambientes urbanos, industriais leves, ou a mais que 2.000 metros da orla marítima: 480 horas Parafusos para fixação de chapas externas aos quadros estruturais em ambientes marinhos: 720 horas.

Tabela 3 - Critérios dos ensaios laboratoriais de biodeterioração por organismos xilófagos na madeira e em produtos da madeira com função de contraventamento (adaptação da EN 13986, EN 355 e projeto de norma ABNT CE: 31:000.15)

Categoria de uso	Condição de uso da madeira	Umidade da peça em uso	Critérios				Componentes de madeira	
			Resistência a Fungos		Resistência a Cupins			
			Apodrecedor	Embolorador/manchador	Subterrâneo	Madeira-seca		
3	Interior de construções, fora do contato com o solo, protegido das intempéries, que ocasionalmente, são expostos a fontes de umidade; ou exterior das construções protegidos por barreira impermeável, revestimento ou câmara de ar.	Ocasionalmente > 20%	Perda de massa <10% conforme tabela 5 ⁽¹⁾	Nota ≤ 2, conforme tabela 6 ⁽¹⁾	Nota ≥ 9, conforme tabela 7	Nota ≤ 1 conforme tabela 8	chapas de OSB aplicadas em paredes externas e internas, com função de contraventamento, não expostas.	
4	Uso exterior, fora de contato com o solo e sujeito as intempéries.	frequentemente > 20%	Perda de massa <10% conforme tabela 5	Nota ≤ 2 conforme tabela 6	Nota ≥ 9, conforme tabela 7	Nota ≤ 1 conforme tabela 8	faces expostas da chapas de fechamento, também com função de contraventamento, como face acabada da chapa de OSB	

(1) Caso sejam adotados os requisitos complementares de projeto, conforme previstos no item 1.2, dispensa-se o atendimento a esse critério.

Tabela 4 - Critérios dos ensaios laboratoriais de biodeterioração por organismos xilófagos na madeira e em produtos da madeira sem função de contraventamento (adaptação da EN 13986, EN 355 e projeto de norma ABNT CE: 31:000.15)

Categoria de uso	Condição de uso da madeira	Umidade da peça em uso	Critérios				Componentes de madeira	
			Resistência a Fungos		Resistência a Cupins			
			Apodrecedor	Embolorador/manchador	Subterrâneo	Madeira-seca		
1	Interior das construções, fora de contato com o solo ou fundações, protegido das intempéries e das fontes internas de umidade e locais livres do acesso de cupins-subterrâneos ou arborícolas	Seca (a)	-	-	-	Nota ≤ 2 Conforme tabela 8	Chapas de OSB aplicadas em fechamento de paredes internas e de piso do 2º pavimento, não expostas, ambientes secos	
2	Interior das construções, fora de contato com o solo, ou fundações, protegido das intempéries e das fontes internas de umidade	Seca (a)	-	-	Nota ≥ 7 Conforme tabela 7	Nota ≤ 2 Conforme tabela 8	chapas de OSB aplicadas em fechamento não expostos, de paredes internas, de piso do 2º pavimento e de forro da cobertura de ambientes secos.	
3	Interior de construções, fora do contato com o solo, protegido das intempéries, ocasionalmente, expostos a fontes de umidade; ou exterior das construções protegidos por barreira impermeável, revestimento ou câmara de ar	Ocasionalmente > 20%	Perda de massa <24% conforme tabela 5 ⁽¹⁾	Nota ≤ 3, Conforme tabela 6 ⁽¹⁾	Nota ≥ 7, Conforme tabela 7	Nota ≤ 2 Conforme tabela 8	chapas de OSB aplicadas em fechamento de paredes externas não expostas, chapas de fechamento de paredes internas e de forros de áreas molháveis.	
4	Uso exterior, fora de contato com o solo e sujeito as intempéries	Frequente-mente > 20%	Perda de massa <24% conforme tabela 5	Nota ≤ 3, Conforme tabela 6	Nota ≥ 7, Conforme tabela 7	Nota ≤ 2 Conforme tabela 8	Reguas de acabamento, expostas sem proteção e sem função estrutural: <i>siding</i> em OSB.	

(1) Caso sejam adotados os requisitos complementares de projeto, conforme previstos no item 1.2, dispensa-se o atendimento a esse critério.

Tabela 5 – Critérios para avaliação da Resistência Natural da Madeira e Produtos a Base de Madeira a Fungos Apodrecedores (ASTM D 2017–05:2006*)

Perda Média de Massa (%)	Descrição
0 a 10	Resistência Alta
11 a 24	Resistente
25 a 44	Resistência Moderada
45 ou superior	Resistência Baixa ou Não Resistente

OBS: No método de ensaio, a avaliação comparativa com espécies de madeira de reconhecida resistência natural pode também ser realizada.

(*) ASTM D 2017–05:2006 - Standard Test Method of Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods

Tabela 6 - – Avaliação visual do crescimento superficial de fungos em chapas de OSB¹

NOTA	DESCRIÇÃO(*)
0	Ausência de crescimento
1	Traços de crescimento
2	1 a 10 % de crescimento sobre a área total do painel
3	Mais do que 10 %, até 30 % de crescimento sobre a área total do painel
4	Mais do que 30 %, até 70 % de crescimento sobre a área total do painel
5	Mais do que 70 % de crescimento sobre a área total do painel

(*) Percentual da área da superfície avaliada por face do painel

Tabela 7 – Critérios para avaliação da Resistência ao Ataque de Cupins Subterrâneos na Madeira e em Produtos a Base de Madeira (ASTM D 3345–74:1999 *)

Nota	Descrição
10	Sem ataque, mínimos sinais de ataque superficial
9	Ataque leve, apresentando desgaste com profundidade suficiente para ser medida
7	Ataque moderado, com início de formação de galerias
4	Ataque intenso, com desgaste profundo ou perfurações isoladas

¹ FONTE: BRAVERY, A.F., BARRY, S. and COLEMAN, L.J. (1978). Collaborative experiments on testing the mould resistance of paint films. Int. Biod. Bull. 14(1). 1-10

Tabela 8 – Notas de avaliação de Desgaste por Cupins de Madeira Seca na Madeira e nos Produtos da Madeira (Publicação IPT 1157:1980*)

Nota	Avaliação
0	Nenhum desgaste, nem sinal de ataque superficial
1	Desgaste superficial, mínimos sinais de ataque superficial com profundidade suficiente para ser medida
2	Desgaste moderado, com o início de formação de galerias
3	Desgaste acentuado, com desgaste profundo ou perfurações isoladas
4	Desgaste profundo ou perfurações tendendo a formar cavidades no interior do corpo-de-prova ou ruptura do corpo-de-prova.

(*) Publicação IPT 1157 : 1980. Métodos de Ensaio e Análise em Preservação de Madeiras - Método D2 Ensaio Acelerado de Laboratório da Resistência Natural ou de Madeira preservada ao ataque de térmitas do gênero Cryptotermes (fam. Kalotermitidae). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

3. Requisitos e critérios de desempenho

Os requisitos e critérios a seguir transcritos correspondem àqueles especificados na NBR 15.575 (parte 1 a 5), NBR15.253 e outras normas pertinentes.

3.1 Desempenho estrutural

3.1.1 Resistência estrutural e estabilidade global – (Estado limite último)

Para cada tipo de unidade habitacional e para cada local de implantação é essencial que seja elaborado um cálculo estrutural específico, por profissional habilitado, com a respectiva memória de cálculo. No caso de paredes, o espaçamento entre montantes, a quantidade de travessas, bloqueadores e de barras de contraventamento dependerão de cada projeto específico.

As cargas laterais (cargas de vento) devem ser consideradas conforme a NBR 6123, sendo que o deslocamento horizontal no topo da edificação deve atender ao critério estabelecido na NBR 14762.

As memórias de cálculo devem apresentar hipóteses de cálculo, cargas consideradas, verificação da estabilidade dos perfis, conforme a NBR 14.762, dimensionamento dos chumbadores e dimensionamento da estrutura do telhado, quando essa for constituída de perfis de aço conformados a frio.

O dispositivo de fixação (chumbador) empregado para fixar os quadros metálicos à fundação e à laje deve ser verificado em função das cargas de vento e da agressividade característica da região onde serão implantadas as unidades habitacionais. A distância entre os chumbadores depende de cálculo estrutural, devendo atender a resistência mínima de 240 horas sob exposição a névoa salina e a resistência mecânica mínima prevista em projeto. No caso de coberturas considerar peso próprio dos materiais e cargas de vento característica da região, atentando para a resistência das fixações entre perfis e para o espaçamento e espessura dos perfis cartola.

3.1.2 Deformações ou estados de fissuração do sistema estrutural – (Estado limite de serviço)

Não ocasionar deslocamentos ou fissuras excessivas aos elementos de fechamento vinculados ao sistema estrutural, levando-se em consideração as ações permanentes e de utilização, nem impedir o livre funcionamento de elementos e componentes do edifício, tais como portas e janelas, nem repercutir no funcionamento das instalações.

Portanto, sob a ação de cargas gravitacionais, de temperatura, de vento, recalques diferenciais das fundações ou quaisquer outras solicitações passíveis de atuarem sobre a construção, os componentes estruturais (perfis de aço) não devem apresentar deslocamentos maiores que os estabelecidos nas normas de projeto estrutural, na NBR 14762 e na NBR 15.575-2.

3.1.3 Solicitações de montagem ou manutenção: cargas concentradas na cobertura

Os componentes da estrutura da cobertura devem possibilitar apoio de pessoas e objetos nas fases de montagem ou manutenção. Os componentes das estruturas reticuladas ou treliçadas devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1 kN aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os seguintes limites de deslocamento:

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

3.1.4 Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários

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

3.1.5 Resistência a impactos de corpo mole

Não sofrer ruptura ou instabilidade sob energias de impacto, conforme critérios expostos nas tabelas 9 a 14.

3.1.5.1 *Impactos de corpo-mole para paredes externas*

Atender aos critérios das Tabela 9a tabela 14, conforme NBR 15575-4.

Tabela 9 – Resistência a impactos de corpo mole sobre montantes (parede analisada com função estrutural) – edifícios com mais de um pavimento – Paredes externas

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Impactos externos (ensaio a ser feito no pavimento térreo)	960	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	720	
	480	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
	360	
	240	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250^*$; $d_{hr} \leq h/1250$
	180	
	120	
Impacto interno (ensaio a ser feito em qualquer pavimento)	480	Não ocorrência de ruína e nem traspasse da parede pelo corpo percursor de impacto (estado-limite último)
	240	
	180	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$
	120	

* caso os valores de deslocamento instantâneo ultrapassem os limites estabelecidos, sem surgimento de falhas, e os valores de deslocamento residual atendam ao estabelecido, pode-se considerar o resultado como aceitável para sistemas leves ($G \leq 60 \text{ kg/m}^2$)

Tabela 10 – Resistência a impactos de corpo mole entre montantes – vedação leve - $G \leq 60 \text{ kg/m}^2$ (parede analisada com função de vedação) – edifícios com mais de um pavimento - Paredes externas

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Impactos externos (acesso externo do público; normalmente andar térreo)	720	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	360	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
	240	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/62,5$; $d_{hr} \leq h/625$
Impactos internos (paramento interno considerado como revestimento*)	120	Não ocorrência de ruína (estado-limite último); são permitidas falhas localizadas. Não comprometimento à segurança e estanqueidade
	60	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/125$; $d_{hr} \leq h/625$

Tabela 11 - Resistência a impactos de corpo mole sobre montantes (parede analisada com função estrutural) – casas térreas - Paredes externas

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critérios de desempenho
Impacto externo (acesso externo do público)	720	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	480	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	360	
	240	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250^a$; $d_{hr} \leq h/1250$
	180	Não ocorrências de falhas (estado-limite de serviço)
	120	
Impacto interno	480	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	240	
	180	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
	120	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250^a$; $d_{hr} \leq h/1250$
a Para sistemas leves ($G \leq 60\text{Kg/m}^2$)podem ser permitidos deslocamentos horizontais instantâneos iguais ao dobro do valor mencionado, desde que os deslocamentos residuais atendam ao valor máximo definido; tal condição também pode ser adotada no caso de sistemas destinados a sobrados unifamiliares.		

Tabela 12- Resistência a impactos de corpo mole entre montantes – vedação leve - $G \leq 60 \text{ kg/m}^2$ (parede analisada com função de vedação) – casas térreas - Paredes externas

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Impactos externos (acesso externo do público)	360	Não ocorrência de ruína
	180	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço)
	120	Não ocorrência de falhas (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/62,5$; $d_{hr} \leq h/625$
Impactos internos (paramento interno considerado como revestimento*)	120	Não ocorrência de rupturas localizadas . Não comprometimento à segurança e estanqueidade
	60	Não ocorrência de falhas

* critério para aquelas chapas que não são integrantes da estrutura da parede, nem exercem função de contraventamento e são de fácil reposição pelo usuário

3.1.5.2 Impactos de corpo-mole para paredes internas

Atender aos critérios da Tabela 13, conforme NBR 15575-4.

Tabela 13 – Resistência a impactos de corpo mole em paredes internas – casas térreas e edifícios de mais de 01 pavimento – paredes internas

Elemento	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Parede com função estrutural (impacto sobre montante)	360	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	240	São admitidas falhas localizadas nas chapas de fechamento (fissuras, mossas e frestas)
	180	Não ocorrência de falhas nas chapas de fechamento estado-limite de serviço)
	120	Não ocorrência de falhas nas chapas de fechamento (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$
	60	Não ocorrência de falhas nas chapas de fechamento (estado-limite de serviço)
Parede com função estrutural que divide unidades – parede de geminação (impacto entre montantes)	240	Não ocorrência de ruína (estado-limite último)
	180	São admitidas falhas localizadas
	120	Não ocorrência de rupturas localizadas . São admitidas falhas localizadas
	60	Não ocorrência de falhas nas chapas de fechamento (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/125^{**}$; $d_{hr} \leq h/625$
Parede sem função estrutural (impacto entre montantes)*	120	Não ocorrência de ruína (estado-limite último) São admitidas falhas localizadas
	60	Não ocorrência de falhas nas chapas de fechamento (estado-limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/125^{**}$; $d_{hr} \leq h/625$

* critério para aquelas chapas que não são integrantes da estrutura da parede, nem exercem função de contraventamento e são de fácil reposição pelo usuário

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

3.1.5.3 Impactos de corpo-mole em pisos internos

Atender aos critérios da Tabela 14, conforme NBR 15575-2.

Tabela 14- Impacto de corpo mole em pisos com função estrutural

Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
960	<p>Não ocorrência de ruína e traspassamento</p> <p>Permitidas: falhas superficiais como mossas, fissuras, lascamentos, destacamentos e desagregações</p>
720	<p>Não ocorrência de ruína e traspassamento;</p> <p>Permitidas: falhas superficiais como mossas, fissuras, lascamentos, destacamentos e desagregações</p>
480	<p>Não ocorrência de ruína e traspassamento;</p> <p>Permitidas: falhas superficiais como mossas, fissuras, lascamentos, destacamentos e desagregações</p>
360	Não ocorrência de falhas
240	Não ocorrência de falhas; Limitação de deslocamento vertical: $d_v < L/300^a$; $d_{vr} < L/900$
120	Não ocorrência de falhas

^{a)} para os componentes estruturais leves, ou seja, aqueles com massa específica menor ou igual a 1200 kg/m³ ou peso próprio menor ou igual a 60 kg/m², são permitidos deslocamentos instantâneos equivalentes ao dobro dos valores indicados

3.1.6 Resistência a impacto de corpo duro

3.1.6.1 Impactos de corpo-duro para paredes externas

Atender aos critérios da Tabela 15, conforme NBR 15575-4.

Tabela 15 – Impactos de corpo-duro para paredes de fachadas, com ou sem função estrutural

Impacto	Energia de impacto de corpo duro J	Critério de desempenho
Impacto externo (acesso externo do público)	3,75	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço
	20	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado-limite último)
Impacto interno (todos os pavimentos)	2,5	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço
	10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado-limite último)

3.1.6.2 Impactos de corpo-duro para paredes internas

Atender aos critérios da Tabela 16 conforme NBR 15575-4.

Tabela 16 – Impactos de corpo-duro para paredes internas, com ou sem função estrutural

Energia de impacto de corpo-duro J	Critério de desempenho
2,5	Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço
10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou transpassamento (estado-limite último)

3.1.6.3 Impactos de corpo-duro em pisos internos

Atender aos critérios da Tabela 17, conforme NBR 15575-4.

Tabela 17 – Impacto de corpo duro em lajes de pisos

Energia de impacto de corpo duro J	Critério de desempenho
5	Não ocorrência de falhas no elemento estrutural; Permitidas: Mossas com qualquer profundidade
30	Não ocorrência de ruína e traspassamento; Permitidas: falhas superficiais como mossas, fissuras e desagregações

3.1.7 Solicitações transmitidas por portas para as paredes

Atender aos critérios especificados na NBR 15575-4.

As paredes externas e internas, 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 nas seguintes condições:

- a) 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 com a parede, destacamentos em juntas entre componentes das paredes e outros;
- b) 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 fissuração e estilhaçamentos.

Premissas de projeto: o projeto deve mostrar a quantidade e tipo de fixação a ser usada entre marco de porta e parede, bem como os eventuais reforços.

3.1.8 Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações verticais

Resistir às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (armários, prateleiras, lavatórios, hidrantes, quadros e outros); atendendo ao critério da NBR 15.575 -4.

Tabela 18 - Peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão

Carga de ensaio aplicada em cada ponto	Carga de ensaio aplicada em cada peça, considerando dois pontos	Critérios de desempenho
0,4 kN	0,8 kN	<p>Não ocorrência de falhas que comprometam o estado-limite de serviço, fissuras toleráveis. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$; $d_{hr} < h/2500$</p> <p>Onde: h é altura do elemento parede; d_h é o deslocamento horizontal; d_{hr} é o deslocamento residual.</p>

Critérios para avaliação de outros dispositivos

- além da mão-francesa padrão, prevista na Tabela 18, podem ser considerados outros tipos de peças suspensas. Podem ser considerados outros tipos de mão-francesa além da mão francesa padrão. Convém que sejam considerados, pelo menos, mais dois tipos de fixação:
 - a) cantoneira, L, com lados de comprimento igual a 100 mm, largura de 25 mm, para um ponto de aplicação de carga, com excentricidade de 75 mm 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 25 mm de diâmetro e 3 mm de espessura, como corpo de apoio.
- pode-se considerar que a carga de ensaio mencionada na Tabela 18, de longa duração (24 h no ensaio), contempla um coeficiente de segurança da ordem de dois, em relação a situações típicas de uso; a carga de serviço ou de uso, neste caso, é a metade da carga adotada no ensaio. 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 as cargas de uso ou de serviço das fixações, em relação à carga de ruptura, verificando-se a resistência dos sistemas de fixação possíveis de serem empregados no tipo de sistema considerado. De forma geral, a carga de uso ou de serviço 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 $h/500$;
- para qualquer sistema de fixação recomendado deve ser estabelecida a carga máxima 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 50 cm 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 2 kN, aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação. Nesta situação, pode-se permitir um coeficiente de segurança igual a 2 (dois) para a carga de ruptura. Não pode haver ocorrência de destacamento dos dispositivos de fixação ou falhas que prejudiquem o estado-limite de utilização para as cargas de serviço. Este critério aplica-se somente se prevista tal condição de uso para a edificação.

Premissas de projeto: O projeto deve estabelecer as cargas de uso ou de serviço a serem aplicadas, para cada situação específica, os dispositivos ou sistemas de fixação previstos, os locais permitidos para fixação de peças suspensas, se houver restrições, devendo mencionar também as recomendações e limitações de uso. Havendo limitações quanto ao tipo de mão-francesa, o fornecedor deve informá-las e deve fazer constar de seus catálogos técnicos.

3.2 Segurança contra incêndio

Os requisitos de segurança contra incêndio de elementos construtivos são expressos por:

- a) reação ao fogo dos materiais de acabamento dos pisos, tetos e paredes (dificuldade de inflamação generalizada);
- b) facilidade de fuga, avaliada pelas características de desenvolvimento de fumaça (limitação da densidade ótica de fumaça);
- c) resistência ao fogo dos elementos construtivos, particularmente dos elementos estruturais e de compartimentação.

3.2.1 *Dificuldade de inflamação generalizada*

Atender ao critério de propagação superficial de chamas especificado na NBR 15575-1: os materiais de revestimento, acabamento e isolamento termoacústico empregados na face interna dos sistemas ou elementos que compõem a edificação devem ter as características de propagação de chamas controladas, de forma a atender aos requisitos estabelecidos nas NBR 15575-3 e NBR 15575-5. **Avaliação da reação ao fogo da face interna dos sistemas de vedações verticais, dos respectivos miolos isolantes térmicos e absorventes acústicos e da face do sistema de pisos**

As superfícies internas das vedações verticais externas (fachadas) e ambas as superfícies das vedações verticais internas e das faces superior do sistema de pisos devem classificar-se como:

- a) I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;
- b) I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;
- c) I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação;
- d) I ou II A, quando estiverem associadas ao interior das escadas, porém com D_m inferior a 100.

Os materiais empregados no meio das paredes (miolo), sejam externas ou internas, devem ser classificados como I, II A ou III A.

Os materiais empregados nas camadas do sistema de piso, desde que protegidos por barreiras incombustíveis que possam se desagregar em situação de incêndio, ou que contenham juntas através das quais o miolo possa ser afetado, devem classificar-se como I, II A ou III A

Estas classificações constam na Tabela 19 e Tabela 20, de acordo com o método de avaliação previsto.

Avaliação da reação ao fogo das superfícies de coberturas, forros e materiais isolantes do sistema de coberturas

A superfície inferior das coberturas e subcoberturas, ambas as superfícies de forros, ambas as superfícies de materiais isolantes térmicos e absorventes acústicos e outros incorporados ao sistema de cobertura do lado interno da edificação devem classificar-se como I, II A ou III A de acordo com a Tabela 19 e Tabela 20, conforme o método de avaliação previsto. No caso de cozinhas, a classificação deve ser I ou II A.

Tabela 19 – Classificação dos materiais tendo como base o método ABNT NBR 9442

Método de ensaio		ISO 1182	NBR 9442	ASTM E 662
Classe				
I		Incombustível $\Delta T \leq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$; $\Delta m \leq 50 \text{ \%}$; $t_f \leq 10 \text{ s}$	-	-
II	A	Combustível	$Ip \leq 25$ (classe A)	$Dm \leq 450$
	B	Combustível	$Ip \leq 25$ (classe A)	$Dm > 450$
III	A	Combustível	$25 < Ip \leq 75$ (classe B)	$Dm \leq 450$
	B	Combustível	$25 < Ip \leq 75$ (classe B)	$Dm > 450$
IV	A	Combustível	$75 < Ip \leq 150$ (classe C)	$Dm \leq 450$
	B	Combustível	$75 < Ip \leq 150$ (classe C)	$Dm > 450$
V	A	Combustível	$150 < Ip \leq 400$ (classe D)	$Dm \leq 450$
	B	Combustível	$150 < Ip \leq 400$ (classe D)	$Dm > 450$
VI		Combustível	$Ip > 400$ (classe E)	-

Ip - Índice médio de propagação superficial de chama;

Dm - Densidade ótica específica máxima de fumaça, para ensaios com e sem chama.

Tabela 20: Classificação dos materiais tendo como base o método EN 13823

Classe	Método de ensaio		
	ISO 1182	EN 13823	ISO 11925-2 (exp. = 30 s)
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{ s}$	–	–
II	A	Combustível FIGRA $\leq 120\text{ W/s}$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 7,5\text{ MJ}$ SMOGRA $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 60 s}$
	B	Combustível FIGRA $\leq 120\text{ W/s}$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 7,5\text{ MJ}$ SMOGRA $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 60 s}$
III	A	Combustível FIGRA $\leq 250\text{ W/s}$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 15\text{ MJ}$ SMOGRA $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 60 s}$
	B	Combustível FIGRA $\leq 250\text{ W/s}$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 15\text{ MJ}$ SMOGRA $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 60 s}$
IV	A	Combustível FIGRA $\leq 750\text{ W/s}$ SMOGRA $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 60 s}$
	B	Combustível FIGRA $\leq 750\text{ W/s}$ SMOGRA $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 60 s}$
V	A	Combustível FIGRA $> 750\text{ W/s}$ SMOGRA $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 20 s}$
	B	Combustível FIGRA $> 750\text{ W/s}$ SMOGRA $> 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $> 200\text{ m}^2$	FS $\leq 150\text{ mm em 20 s}$
VI	–	–	FS $> 150\text{ mm em 20 s}$
NOTAS			
FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.			
LFS – Propagação lateral da chama.			
THR600s – Liberação total de calor do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.			
TSP600s – Produção total de fumaça do corpo de prova nos primeiros 600 s de exposição às chamas.			
SMOGRA – Taxa de desenvolvimento de fumaça, correspondendo ao máximo do quociente de produção de fumaça do corpo de prova e o tempo de sua ocorrência.			
FS – Tempo em que a frente da chama leva para atingir a marca de 150 mm indicada na face do material ensaiado.			

Quando houver possibilidade de propagação de chamas pelo interior dos painéis através dos materiais empregados como isolantes térmicos ou absorventes acústicos (materiais combustíveis) deve-se considerar a avaliação pelo ensaio SBI tendo com base EN 13823 e a ISO 11925-2, conforme NBR 15.575-4.

3.2.2 Limitação da densidade ótica de fumaça

Os materiais de revestimento e acabamento interno empregados em paredes, pisos, forros ou face interna de telhados e os materiais empregados no meio das paredes (miolo) devem ter as características de desenvolvimento de fumaça – medida pela densidade ótica de fumaça –

controladas, sendo especificada densidade ótica de fumaça – $D_m \leq 450$ (categoria A) na Tabela 19.

Os materiais de forro, enquadrados na categoria II da NBR 9442 e NBR 15.575, ou que não sofrem ignição no ensaio realizado conforme a UBC 26-3, podem ser incluídos na categoria II-A, sendo dispensados da avaliação segundo ASTM E 662, desde que sejam submetidos ao ensaio de acordo com a UBC 26-3; e nos primeiros 5 minutos deste ensaio, todo o material se desprenda do substrato ou se solte da estrutura que o sustenta e, mesmo nessa condição, o material não sofra ignição.

Quando houver possibilidade de desenvolvimento de fumaça pelo interior dos painéis através dos materiais empregados como isolantes térmicos ou absorventes acústicos (materiais combustíveis) deve-se considerar a avaliação pelo ensaio SBI tendo com base EN 13823 e a ISO 11925-2, conforme NBR 15.575-4.

3.2.3 Resistência ao fogo

Os sistemas ou elementos que integram os edifícios habitacionais devem atender a ABNT NBR 14432 para minimizar a propagação do incêndio, assegurando estabilidade, estanqueidade e isolamento.

No caso de edifícios habitacionais de até 05 pavimentos, multifamiliares, os elementos estruturais (paredes e lajes) devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos. As paredes entre unidades habitacionais, mesmo sem função estrutural, também devem atender a este critério de desempenho.

Considera-se que as paredes de geminação (paredes entre unidades) de casas térreas unifamiliares geminadas e de sobrados unifamiliares geminados são elementos de compartimentação horizontal e devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos, assegurando estanqueidade a chamas, isolamento térmico e estabilidade ou integridade estrutural.

O sistema de cobertura deve atender a NBR 14432, conforme definido na NBR 15575-5.

3.3 Estanqueidade à água

No caso da estanqueidade à água de edifícios são consideradas duas fontes de umidade:

- a) externas, como ascenção de umidade do solo pelas fundações e infiltração de água de chuva pelas fachadas, lajes expostas e coberturas;
- b) internas, como água decorrente dos processos de uso e limpeza dos ambientes, vapor de água gerado nas atividades normais de uso, condensação de vapor de água e vazamentos de instalações.

3.3.1 Estanqueidade à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)

O sistema de vedação vertical externa deve atender à NBR 15.575-4, considerando-se a ação dos ventos.

Premissas de projeto: o projeto deve especificar detalhes que favoreçam a estanqueidade à água das fachadas, como pingadeiras, ressaltos, detalhes no encontro com a calçada externa, beirais de telhado e barras impermeáveis na base das paredes.

3.3.2 Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água de uso e lavagem dos ambientes

O sistema de vedação vertical externa e interna deve atender à NBR 15.575-4.

Premissas de projeto: o projeto deve especificar detalhes construtivos que minimizem o contato da base da parede (perfis e chapas de vedação) com a água proveniente de ações de uso e de lavagem do piso, e que pode acumular nessa região. Rodapés impermeáveis ou embasamento acima do piso, em concreto ou alvenaria estrutural revestida com produtos impermeabilizantes, são possíveis soluções de detalhes construtivos para esta finalidade. Na utilização de sistemas de pisos constituídos com chapas de OSB em áreas molhadas ou molháveis, devem existir detalhes do sistema de impermeabilização que impeçam a infiltração da água até estas chapas, constando no manual do usuário a especificação do tempo de durabilidade deste sistema e o procedimento para sua manutenção. A instituição técnica avaliadora, ITA, deve avaliar a funcionalidade e o desempenho desses detalhes.

Nota importante: No caso de banheiros, cozinhas e áreas de serviço situadas no pavimento térreo, o embasamento^{Erro! Indicador não definido.} é recomendável. Na inexistência deste embasamento, deverão ser previstos detalhes para garantir a impermeabilização dos quadros estruturais em pelo menos 20 cm acima do nível do piso.. A Instituição Técnica Avaliadora deve verificar tais detalhes em projeto e nos procedimentos de controle da execução desta impermeabilização, na auditoria técnica, bem como os processos de manutenção recomendados ao longo da vida útil da vedação. De qualquer forma, o emprego de rodapés impermeáveis é necessário.

3.3.3 Estanqueidade de juntas (encontros) entre paredes e entre paredes e lajes

Não permitir infiltração de água pelas juntas entre paredes e entre paredes e lajes.

3.3.4 Estanqueidade de pisos em contato com o solo

Os pisos em contato com o solo devem ser estanques à água, considerando-se a máxima altura do lençol freático prevista para o local da obra. Não são permitidas manchas de umidade e empoçamentos.

Premissas de projeto: verificar o tipo de impermeabilização prevista para evitar percolação de umidade da fundação para as paredes. Prever também que a laje-piso, em contato com o solo, seja de concreto com no mínimo 10 cm de espessura, relação água-cimento menor que 0,52, com consumo de cimento da ordem de 350kg por metro cúbico de concreto.

3.3.5 Estanqueidade do sistema de cobertura (SC)

Atender ao critério da NBR 15.575-5.

Premissas de projeto: o projeto deve estabelecer a necessidade do cumprimento da regularidade geométrica da trama de cobertura durante a Vida Útil de Projeto (VUP), a fim de não resultar prejuízo à estanqueidade do telhado, além de prever detalhes construtivos que assegurem a estanqueidade do sistema.

3.3.6 Impermeabilidade do sistema de cobertura (telhado).

O telhado não deve apresentar escorramento, gotejamento de água ou gotas aderentes. Aceita-se o aparecimento de manchas de umidade, na face interna do telhado, desde que restritas a no máximo 35% da área das telhas.

3.4 Desempenho térmico

A NBR 15575 permite que o desempenho térmico seja avaliado para um sistema construtivo, de forma independente, ou para a edificação como um todo, considerando o sistema construtivo como parte integrante do edifício.

A edificação deve reunir características que atendam às exigências de desempenho térmico estabelecidas na NBR 15575, respeitando as características bioclimáticas das diferentes regiões brasileiras definidas na NBR 15220-3.

Podem ser adotados três procedimentos alternativos para avaliação do desempenho térmico do edifício: Procedimento Simplificado, Procedimento de Simulação e Procedimento de Medição.

Os critérios de desempenho térmico devem ser avaliados, primeiramente, conforme o Procedimento Simplificado e, caso o sistema construtivo alvo dessa Diretriz não atenda às exigências do Procedimento Simplificado, deve-se proceder à análise do edifício de acordo com o Procedimento de Simulação ou de Medição.

Outro critério a ser avaliado, exposto no item 3.4.3., refere-se às aberturas mínimas de ventilação a serem consideradas nas paredes.

3.4.1 Critérios para o Procedimento Simplificado

No Procedimento Simplificado deve-se verificar o atendimento aos critérios de desempenho térmico estabelecidos para as paredes externas e a cobertura, conforme apresentado nos subitens a seguir.

3.4.1.1 Exigências para as paredes externas do edifício

Para o sistema de vedação do edifício devem ser atendidos os requisitos e critérios relativos aos seguintes itens:

- transmitância das paredes externas;
- capacidade térmica das paredes externas;

Com relação à transmitância térmica das paredes externas, os valores máximos admissíveis devem ser os estabelecidos na Tabela 21, conforme NBR 15575-4.

Tabela 21 – Transmitância térmica de paredes externas

Transmitância Térmica (U, em W/(m ² .K))		
Zonas 1 e 2	Zonas 3, 4, 5, 6, 7 e 8	
	$\infty^{(1)} \leq 0,6$	$\infty^{(1)} > 0,6$
U ≤ 2,5	U ≤ 3,7	U ≤ 2,5

(1) ∞ é absorvância à radiação solar da superfície externa da parede.

Para a capacidade térmica das paredes externas, os valores mínimos admissíveis são apresentados na Tabela 22, conforme item 11.2.2 da NBR 15575-4.

Tabela 22 – Capacidade térmica de paredes externas

Capacidade térmica (CT, em $\text{kJ}/(\text{m}^2\text{K})$)	
Zona 8	Zonas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7
Sem exigência	≥ 130

3.4.1.2 Exigências para a cobertura do edifício

Para a isolamento térmica da cobertura, esta deve apresentar transmitância térmica e absorção à radiação solar que proporcionem um desempenho térmico apropriado para cada zona bioclimática.

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica das coberturas, considerando fluxo térmico descendente, em função das zonas bioclimáticas, encontram-se indicados na Tabela 233, conforme item 11.2 da NBR 15575-5.

Tabela 23 – Transmitância térmica de coberturas

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

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

Em todas as zonas bioclimáticas, com exceção da zona 7, recomenda-se que elementos de cobertura com capacidade térmica maior ou igual a $150 \text{ kJ}/(\text{m}^2\text{K})$ não sejam empregados sem isolamento térmico ou sombreamento.

3.4.2 Critérios para os Procedimentos de Simulação ou de Medição

O Procedimento de Simulação é feito por meio de simulação computacional do desempenho térmico, a partir dos dados de projeto do edifício. Já o Procedimento de Medição é feito por meio de medições em edifícios ou protótipos construídos.

Tanto para o Procedimento de Simulação quanto para o de Medição, tem-se que o sistema construtivo alvo dessa Diretriz deve possibilitar que a edificação apresente desempenho térmico que se enquadre, pelo menos, no nível mínimo (M) dos critérios estabelecidos no anexo A da NBR 15575-1, ou seja, para edificações implantadas nas diferentes zonas climáticas brasileiras, considerando as situações limítrofes de calor e frio no interior dessas edificações com relação ao ambiente externo, no verão e no inverno, respectivamente, os critérios de desempenho térmico são os seguintes:

- Desempenho térmico do edifício no verão:** o valor máximo diário da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo salas e dormitórios, sem a presença de fontes internas de calor (ocupantes, lâmpadas,

outros equipamentos em geral), deve ser sempre menor ou igual ao valor máximo diário da temperatura do ar exterior.

- b) Desempenho térmico do edifício no inverno:** os valores mínimos diários da temperatura do ar interior de recintos de permanência prolongada, como por exemplo salas e dormitórios, no dia típico de inverno, devem ser sempre maiores ou iguais à temperatura mínima externa acrescida de 3°C.

3.4.3 Abertura mínima de ventilação nas paredes

Para o cálculo da área da abertura, deve ser considerada sua área livre efetiva para a circulação de ar, ou seja, descontando-se as áreas de perfis, vidros ou outros obstáculos, não devendo ser computadas as áreas de portas. A Tabela 24 mostra as áreas mínimas de aberturas para ventilação, segundo a NBR 15.575-4.

Tabela 24 - Área mínimas de aberturas para ventilação em função da área de pisos dos ambientes de permanência prolongada

Nível de desempenho	Aberturas para ventilação (A) - % da área do piso do ambiente		
	Zonas 1 a 7		Zona 8
Mínimo	A≥7		$A \geq 12\% \text{ da área de piso REGIÃO NORTE DO BRASIL}$ $A \geq 8\% \text{ da área de piso REGIÃO NORDESTE E SUDESTE DO BRASIL}$
NOTA Nas zonas de 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.			

3.5 Desempenho acústico

No caso dos sistemas construtivos objeto desta diretriz, é considerado o isolamento sonoro aos ruídos externos, proporcionado por produtos dispostos em fachadas; o isolamento sonoro aos ruídos internos, proporcionados por paredes, pisos e cobertura; e o isolamento sonoro a ruídos de impacto, proporcionado pelos pisos.

Para verificação do atendimento ao requisito de isolamento sonora, seja de paredes externas ou internas, pode-se optar por realizar medições do isolamento em campo ou em laboratório; cujos critérios de desempenho são diferentes, conforme descrito a seguir.

3.5.1 Isolação sonora promovida pelos elementos da envoltória – ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

Os elementos de vedação vertical de fachada devem atender aos critérios mínimos apresentados na Tabela 255 (no caso de edifício localizado junto a vias de tráfego intenso, seja rodoviário, ferroviário ou aéreo, deve-se utilizar o valor mínimo acrescido de 5 dB), conforme NBR 15575-4.

NOTA: Entende-se, para esse critério, a vedação externa como sendo a fachada e a cobertura no caso de casas térreas e somente a fachada no caso dos edifícios multipiso.

Tabela 25 – Valores mínimos recomendados da 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)

Vedações externas de dormitórios	25	30
Nota 1: Para vedação externa de cozinhas, lavanderias e banheiros não há exigências específicas.		
Nota 2: A diferença ponderada de nível, $D_{nT,w}$, 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} , de acordo com o procedimento especificado na ISO 717-1.		

3.5.2 Isolação sonora promovida pelos elementos da fachada – ensaio de laboratório - R_w

Os elementos de fachada devem apresentar índice de redução sonora ponderado, R_w , conforme os valores mínimos indicados na Tabela 26 e conforme NBR 15575-4.

Tabela 26 - Índice mínimo recomendado de redução sonora ponderado da fachada , R_w ,

Elemento	R_w (dB)	$R_w +5$ (dB)
Fachada	30	35

Nota: Valores referenciais para fachadas cegas, por isso deve ser observado a isolação sonora do caixilho a ser empregado para garantir desempenho acústico da parede

3.5.3 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas vedações verticais internas - em ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

O sistema de vedação vertical interna deve apresentar, no mínimo, os valores da Tabela 27 , conforme NBR 15575-4.

Tabela 27 – Valores mínimos recomendados da diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes, $D_{nT,w}$, para ensaio de campo

Elemento	$D_{nT,w}$ (dB)
Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	30
Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	40
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, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	45
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	40

3.5.4 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas vedações verticais internas - em ensaio de laboratório - R_w

Os elementos de vedação entre ambientes devem apresentar índice de redução sonora ponderado, R_w conforme os valores mínimos da Tabela 28, de acordo com NBR 15575-4. Quando o sistema entre ambientes for constituído por mais do que um elemento, deve ser ensaiado o sistema ou cada elemento e calculada a isolação resultante.

Tabela 28 – Índice mínimo de Redução Sonora Ponderado dos componentes construtivos, R_w , para ensaio de laboratório

Elemento	R_w (dB)
Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas de corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	35
Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	45
Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas	50
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	45
NOTA: Valores referenciais para paredes cegas.	

3.5.5 Isolação sonora de lajes de pisos entre unidades habitacionais

Deve-se atenuar a passagem de som aéreo resultante de ruídos de uso normal (fala, TV, conversas, música, impactos, caminhamento, queda de objetos e outros).

O isolamento sonoro do piso, ou do conjunto piso e forro da unidade habitacional, deve atender ao índice de redução sonora ponderado (R_w), ou diferença de nível ponderada ($D_{nT,w}$) como indicado na Tabela 2929 (conforme item 12.3.1 da norma NBR 15575-3).

Tabela 29 – Critérios de diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$ para ensaios de campo e R_w para ensaios em laboratório

Elemento	Campo $D_{nT,w}$ dB	Laboratório R_w dB
Piso de unidade habitacional, posicionado sobre áreas comuns, como corredores	35	40
Piso separando unidades habitacionais autônomas (piso separando unidades habitacionais posicionadas em pavimentos distintos)	40	45
NOTA: Quando o sistema entre os ambientes consiste de mais de um componente, pode ser ensaiado o sistema composto ou ensaiado cada componente e calculada a isolação resultante.		

3.5.6 Característica acústica quanto a ruídos de impacto em lajes de piso

Os pisos devem atenuar a passagem de som resultante de ruídos de impacto (caminhamento, queda de objetos e outros) entre unidades habitacionais, devendo apresentar nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, $L_{nT,w}$, proporcionado pelo entrepiso, conforme indicado na Tabela 30, de acordo com a NBR 15575-3.

Tabela 30 – Critério e nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, $L'_{nT,w}$, para ensaios de campo

Elemento	$L'_{nT,w}$ dB
Laje, ou outro elemento portante, com ou sem contrapiso, sem tratamento acústico	< 80

NOTAS:

- 1) Este critério tem por base o denominado nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, $L'_{nT,w}$, ou seja é o número único do isolamento de ruído de impacto em edificações, derivado dos valores em bandas de oitava do nível de pressão sonora de impacto padronizado, L'_{nT} , de acordo com o procedimento especificado na ISO 717-2.
- 2) O valor mínimo exigido corresponde a valores representativos de ensaios realizados em pisos de concreto maciço, com espessura de 10 cm a 12 cm, sem acabamento.

3.5.7 Isolação sonora promovida pela cobertura de casas devida a sons aéreos – em ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

A envoltória (vedação vertical + cobertura) da unidade habitacional deve apresentar $D_{2m,nT,w}$, conforme os limites e níveis de desempenho indicados na Tabela 3131.

Tabela 31 – Valores mínimos recomendados da 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)
Envoltória (vedação vertical + cobertura)	25	30

3.5.8 Isolação sonora promovida pela cobertura –em ensaio de laboratório - R_w

A cobertura deve apresentar índice de redução sonora ponderado, R_w , conforme os valores mínimos indicados na Tabela 32 e conforme NBR 15575-5.

Tabela 32 - Índice mínimo recomendado de redução sonora ponderada da fachada , R_w ,

Elemento	R_w (dB)	$R_w +5$ (dB)
Cobertura	35	40

Nota: Valores referenciais para fachadas cegas

3.6 Durabilidade e manutenabilidade

Manter a capacidade funcional dos sistemas durante a vida útil de projeto, desde que sejam realizadas as intervenções de manutenção pré-estabelecidas.

Não faz parte desta Diretriz especificar os prazos de garantia, mas sim os prazos de vida útil de projeto (VUP). Os prazos de garantia devem ser estabelecidos pelos fornecedores/fabricantes dos materiais e componentes, segundo legislações ou acordos pertinentes.

3.6.1 Vida útil de projeto dos elementos

Considerar que os elementos do sistema construtivo tenham vida útil de projeto (VUP) no mínimo igual aos períodos sugeridos na NBR 15.575-1 (Anexo C) e transcritos na Tabela 333, se submetidos a manutenções preventivas (sistêmicas) e, sempre que necessário, a manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.

Tabela 33 – Vida útil de projeto mínima

Sistema	VUP anos
	Mínimo
Estrutura	≥ 40
Vedaçāo vertical externa	≥ 40
Vedaçāo vertical interna	≥ 20
Pisos internos	≥ 13
Cobertura	≥ 20

Os componentes de acabamento e revestimento integram o subsistema de vedação vertical e são essenciais para o atendimento aos critérios de durabilidade e manutenabilidade estabelecidos nesta diretriz. Por isso, informações relativas a períodos de inspeção e procedimentos de manutenção preventiva (repinturas, substituição periódica de materiais, entre outros) devem ser consideradas no manual de uso e operação do sistema, considerando a VUP das vedações verticais interna e externa.

Premissas de projeto

O proponente do sistema, o construtor, o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar em projeto todas as condições de uso, operação e manutenção do sistema, especialmente com relação às:

- interfaces entre paredes e caixilhos, parede e piso/forro, parede e laje, e parede e instalações; e demais interfaces que possam comprometer o desempenho da unidade habitacional;
- 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 vāos em paredes com função estrutural, limpeza com água de pinturas não laváveis, travamento impróprio de janelas tipo guilhotina e outros);

- detalhes que garantam que a base da parede não tenha contato prolongado com a umidade do piso, considerando interfaces como: parede/calçada externa e parede/piso de áreas molhadas;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções;
- periodicidade, forma de realização e forma de registro das manutenções;
- técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção, incluindo-se não restritivamente as pinturas, tratamento de fissuras, limpeza.

3.6.2 Manutenabilidade dos elementos

Estabelecer em manual de uso e manutenção do sistema construtivo os prazos de Vida Útil de Projeto de suas diversas partes ou elementos construtivos, especificando o programa de manutenção a ser adotado, com os procedimentos necessários e materiais a serem empregados em limpezas, serviços de manutenção preventiva e reparos ou substituições de materiais e componentes. Além disso, devem existir informações importantes sobre as condições de uso, como fixação de peças suspensas nas paredes, localização das instalações (elétricas e hidráulicas), formas de realizar inspeções e manutenções nessas instalações, eventuais restrições de uso, cuidados necessários com ação de água nas bases de fachadas e de paredes internas de áreas molháveis, entre outras informações pertinentes ao uso desse sistema

Esse manual deve ser apresentado à ITA (Instituição Técnica Avaliadora) na fase de auditoria técnica, como pré-requisito para a obtenção do DATEC.

As manutenções devem ser realizadas em estrita obediência ao manual de operação, uso e manutenção do sistema construtivo fornecido pelo proponente e/ou executor do sistema construtivo.

3.6.3 Resistência à corrosão dos perfis metálicos

A durabilidade do sistema construtivo também está ligada à agressividade ambiental, às propriedades inerentes dos elementos, de seus componentes e dos materiais, e à interação entre eles ao longo do tempo.

Para a proteção do aço dos perfis quanto ao aspecto da corrosão, são feitas as considerações a seguir:

- para regiões rurais ou urbanas, considera-se como satisfatória a adoção de perfis com revestimento de zinco no mínimo Z275 ou revestimento alumínio - zinco AZ150, desde que apresente, pelo menos, o mesmo tempo de resistência a corrosão quando expostos em câmara de umidade e em câmara de névoa salina, tanto para a estrutura das paredes, lajes e cobertura (perfis protegidos das intempéries);
- para ambientes marinhos, o revestimento mínimo de zinco é Z350 para os perfis da estrutura das paredes, lajes e cobertura; no caso do emprego de ligas de zinco/alumínio deve ser comprovado o seu desempenho.

A especificação da proteção do aço deve ser compatível com a agressividade do meio onde estará inserida a edificação habitacional. Os proponentes do sistema construtivo deverão apresentar as condições de durabilidade específicas para cada atmosfera, orientando o usuário, informando os prazos de vida útil de projeto e as condições de manutenção necessárias.

3.6.4 Resistência à corrosão de dispositivos de fixação – parafusos e chumbadores

Analizar se a resistência à corrosão dos dispositivos de fixação é compatível com a VUP. Essa análise deve ser feita considerando o sistema de proteção contra corrosão e também as seguintes condições de exposição à névoa salina:

- Parafusos aplicados para a fixação das chapas internas de fechamento dos quadros estruturais de áreas secas: 96 horas;
- Parafusos aplicados para a fixação das chapas internas de fechamento dos quadros estruturais em áreas molhadas ou molháveis: 240 horas;
- Parafusos aplicados entre perfis metálicos para a fixação dos quadros estruturais e nos chumbadores de fixação desses quadros à fundação: 240 horas;
- Parafusos para fixação das chapas externas aos quadros estruturais em ambientes rurais: 240 horas;
- Parafusos para fixação de chapas externas aos quadros estruturais em ambientes urbanos, industriais leves, ou a mais que 2.000 metros da orla marítima: 480 horas;
- Parafusos para fixação de chapas externas aos quadros estruturais em ambientes marinhos: 720 horas.

3.6.5 Proteção contra a corrosão bimetálica – interfaces entre peças metálicas

Deve ser evitado o desenvolvimento de corrosão galvânica, verificando-se se não há este tipo de risco, como por exemplo, o contato de tubulações de cobre ou esquadrias de alumínio com o aço zinkado.

3.6.6 Comportamento das juntas entre chapas de vedação externas

O tratamento dado às juntas dissimuladas ou visíveis deve ser capaz de suportar as movimentações das chapas da face externa da vedação e outras movimentações provenientes da estrutura de perfis, sem apresentar fissuras e descolamentos que comprometam a estanqueidade dos fechamentos e o aspecto psicológico do usuário.

No caso de juntas visíveis tratadas com selantes, recomenda-se adotar fator de forma (relação entre a largura e a profundidade do selante) ao menos de 1:1, conforme ASTM C920.

3.6.7 Comportamento das juntas entre chapas de vedação internas

O tratamento dado às juntas deve ser capaz de suportar as movimentações das chapas da face interna da vedação e outras movimentações provenientes da estrutura de perfis, sem apresentar fissuras e descolamentos que comprometam a estanqueidade das vedações de áreas molháveis e o aspecto psicológico do usuário.

3.6.8 Resistência ao calor e choque térmico – paredes de fachada

Os painéis das paredes de fachada, incluindo seus tratamentos de juntas e revestimentos, submetidas a dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, não devem apresentar:

- deslocamento horizontal instantâneo, 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.

4. Métodos de avaliação

4.1 Métodos de avaliação das características dos componentes

A Tabela 3434 mostra os requisitos a serem especificados para os componentes, seus parâmetros quantitativos e os métodos de avaliação, seja ensaios, inspeção ou medição.

Tabela 34 – Método de avaliação das características dos componentes

Item	Requisitos	Indicador (conforme Tabela 2)	Método de avaliação
A	Perfis metálicos dos quadros		
A.1	Resistência mínima de escoamento	230 MPa, determinado segundo a ABNT	NBR 6673
A.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento	Tabela 2 deste documento	NM 278 e NBR 7397 NBR 15578 e NBR 7013
A.2.1	Resistência a corrosão em câmara de névoa salina e câmara úmida	Equivalência mínima da resistência apresentada pelo Z275.	NBR 8094
A.3	Espessura mínima dos perfis	-	-
A.3.1	Montante – perfis U / simples ou enrijecidos	$\geq 0,80\text{mm}$ (segundo ABNT NBR 15.253)	Uso de paquímetro
A.3.2	Perfil cartola	$> 0,65\text{mm}$	Uso de paquímetro
B	Placas cimentícias		
B.1	Resistência mecânica (resistência à tração na flexão)	Conforme especificação de projeto e da NBR 15.498	Avaliação feita em placas saturadas (Classe A) e em condição de equilíbrio (Classe B) Ensaio conforme NBR 15498
B.2	Reação ao fogo	Baixa combustibilidade - materiais Classe I a Classe II-A (critério do CB – IT 10)	NBR 9442
B.3	Permeabilidade à água	Baixa / em situações de ensaios pode aparecer traços de umidade na face inferior das placas, porém sem surgimento de gotas de água (critério da NBR 15.498)	NBR 15498
B.4	Absorção de água	$\leq 25\%$	NBR 15498
B.5	Durabilidade: resistência após ciclos de imersão em água e secagem	A resistência à flexão após ensaio não deve ser inferior a 0,70 da resistência de referência (critério adotado da NBR 15.498)	NBR 15498
B.6	Durabilidade: resistência à água quente	A resistência à flexão após ensaio não deve ser inferior a 0,70 da resistência de referência	NBR 15498
B.7	Variação dimensional em função de gradientes higrotérmicos	conforme especificação de projeto	NBR 15498

C Siding de PVC			
C.1	Resistência do PVC aos raios ultravioletas (ensaio de envelhecimento acelerado)	Ver item 2	Exposição em câmara de CUV, com lâmpada de UVB, por 2000 horas (ASTM G154 e ISO 4892)
C.2	Módulo de elasticidade na flexão	ver item 2	ASTM D790
C.3	Resistência ao impacto (impacto charpy)	Ver item 2	DIN EN ISO 179
C.4	Resistência ao impacto na tração	Ver item 2	ISO 8256
C.5	Observação visual	Ver item 2	Avaliar as duas faces dos corpos-de-prova; Realizar inspeção visual a 0,5m de distância em amostras de no mínimo 5cm x 5cm, antes e após exposição ao envelhecimento acelerado
D Chapas de gesso acartonado			
D.1	Aspecto	As chapas devem ser sólidas, ter faces planas, sem ondulação aparente e sem manchas. O cartão deve estar solidário ao gesso (NBR 14715)	Inspeção visual
D.2	Resistência mínima à ruptura na flexão	Conforme especificação de projeto e NBR 14715	NBR 14717
D.3	Dureza superficial		
D.4	Absorção máxima de água		
D.5	Absorção superficial máxima de água para chapa resistente à umidade		
E Chapas de OSB			
E.1	Índice de umidade (<i>moisture content</i>)	2 a 12%	BS EN 322
E.2	Resistência à flexão (maior e menor eixo)	Conforme especificação de projeto e EN 300 (parâmetro definido em função do tipo de OSB e da espessura da chapa)	EN 310
E.3	Inchamento da chapa (espessura)	20% para OSB tipo 2; e 15% para OSB tipo 3 (segundo EN 300)	EN 317
E.4	Resistência ao ataque de cupins	Ver item 2	Métodos de Ensaio e Análises em Preservação de Madeiras - D2. Publ. IPT nº157
E.5	Resistência ao crescimento de fungos	ver item 2	Método de ensaio adaptado da ASTM D-2017-05 (2006) ASTM D 3273-00/2005
F Selantes – material de preenchimento de juntas visíveis			
F.1	Alongamento	conforme especificação de projeto	ISO 7389
F.2	Resistência de ruptura à tração antes e após ciclos de envelhecimento	conforme especificação de projeto	Normas técnicas pertinentes (ISO ou ASTM)
F.3	Dureza inicial (1 a 6 meses) (20°C)	conforme especificação de projeto	
F.4	Resistência à umidade	conforme especificação de projeto	
F.5	Resistência aos raios ultravioletas	conforme especificação de projeto	
F.6	Resistência à produtos	conforme especificação de	

	químicos	projeto	
G	Massa para preenchimento de juntas dissimuladas		
G.1	Teor de resina	conforme especificação de projeto	ASTM D 3723-05
G.2	Aptidão para dissimular fissura	conforme especificação de projeto	UEATc
G.3	Craqueamento/ Fissuração	conforme especificação de projeto	ASTM C 474-05
G.4	Retração	conforme especificação de projeto	ASTM C 474-05
H	Fita de tela de vidro resistente		
H.1	Dimensões	Especificação de projeto	Normas técnicas pertinentes
H.2	Resistência à tração	Especificação de projeto	Normas técnicas pertinentes
I	Absorventes acústicos		
I.1	Espessura e densidade	conforme especificação de projeto	Normas técnicas pertinentes
I.2	Coeficiente de absorção sonora	conforme especificação de projeto	ISO 354
J	Barreira impermeável		
J.1	Gramatura	Especificação de projeto	Normas técnicas pertinentes
J.2	Passagem de vapor	Especificação de projeto	Normas técnicas pertinentes
J.			
J.3	Absorção de água	Especificação de projeto	Normas técnicas pertinentes
K	Parafusos		
K1	Resistência a corrosão	Conforme tabela 2	NBR 8094
K2	Poder de perfuração	Ponta tipo agulha: ≤ 1 s Ponta tipo broca: ≤ 4 s	ISO 10.666
K3	Resistência a torção	Não apresentar ruptura com torque $\leq 4,7$ N.m	EN 14.566+A1

4.2 Métodos de avaliação do desempenho dos sistemas construtivos

4.2.1 Desempenho estrutural

4.2.1.1 Resistência estrutural e estabilidade global – (Estado limite último)

- Análise do projeto estrutural e memória de cálculo, verificando sua conformidade com as normas brasileiras pertinentes; ou
- Ensaio: quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais e componentes que constituem o sistema, ou dos sistemas que constituem a estrutura, não for conhecida e consolidada por experimentação, ou não existir norma técnica, permite-se, para edifícios até 05 pavimentos, estabelecer uma resistência última de projeto através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento, conforme indicado no Anexo A da NBR 15.575-2.

4.2.1.2 Deformações ou estados de fissuração do sistema estrutural – (Estado limite de serviço)

- Análise do projeto estrutural e memória de cálculo, verificando sua conformidade com as normas brasileiras pertinentes. Nos casos mais gerais, na análise das deformações podem ser consideradas apenas as ações permanentes e accidentais (sobrecargas) características, tomando-se para ψ_g o valor 1,0 e para ψ_q o valor 0,7.

$$S_d = S_{gk} + 0,7S_{qk}$$

b) Ensaio: quando a modelagem matemática do comportamento conjunto dos materiais e componentes que constituem o sistema, ou dos sistemas que constituem a estrutura, não for conhecida e consolidada por experimentação, ou não existir norma técnica, permite-se estabelecer uma resistência última de projeto através de ensaios destrutivos e do traçado do correspondente diagrama carga x deslocamento, conforme indicado no Anexo B da NBR 15.575-2.

4.2.1.3 Solicitações de montagem ou manutenção: cargas concentradas na cobertura

As deformações sob ação de carga concentrada podem ser determinadas por meio de cálculo estrutural quando as propriedades dos materiais e componentes da cobertura forem conhecidas, ou quando se dispuser de modelos de cálculos apropriados, ou por meio da realização de ensaios.

Os ensaios são realizados em campo ou em laboratório, nas estruturas principais ou secundárias, incluindo-se a análise das ligações, vínculos e acessórios.

4.2.1.4 Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários

As deformações sob ação de carga concentrada podem ser determinadas por meio de cálculo estrutural quando as propriedades dos materiais e componentes da cobertura forem conhecidas, ou quando se dispuser de modelos de cálculos apropriados, ou por meio da realização de ensaios.

Os ensaios são realizados em campo ou em laboratório, nas estruturas principais ou secundárias, incluindo-se a análise das ligações, vínculos e acessórios.

4.2.1.5 Resistência a impactos de corpo mole

4.2.1.5.1 Impactos de corpo mole para paredes externas e internas

A verificação da resistência e do deslocamento das paredes deve ser feita por meio de ensaios de impacto de corpo mole a serem realizados em laboratório, em protótipo ou em obra. O corpo-de-prova deve incluir todos os componentes típicos do sistema. Adota-se o método de ensaio de impacto de corpo mole definido na NBR 11675.

4.2.1.5.2 Impactos de corpo-mole para lajes de piso

As verificações da resistência e deslocamento dos elementos estruturais devem ser feitas por meio de ensaios de impacto de corpo mole, realizados em laboratório ou em protótipo ou obra, devendo, o corpo-de-prova, representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio / vinculações, conforme método de ensaio indicado no Anexo C da norma NBR 15575-2.

4.2.1.6 Resistência a impacto de corpo duro

4.2.1.6.1 Impactos de corpo-duro para paredes

A verificação da resistência e indentação provocada pelo impacto de corpo duro deve ser feita por meio de ensaios em laboratório, protótipo ou obra, devendo o corpo-de-prova representar fielmente as condições de obra, inclusive tipos de apoio / vinculações. Adota-se o método de ensaio de impacto de corpo duro definido na NBR 11675, ou no Anexo B da norma NBR 15575-4.

4.2.1.6.2 Impactos de corpo-duro para lajes de piso

Verificação da resistência e depressão provocada pelo impacto de corpo duro, por meio de ensaios em laboratório executados em protótipos ou obra, devendo, o corpo-de-prova, representar fielmente as condições executivas da obra, inclusive tipos de apoio / vinculações, conforme método de ensaio indicado no Anexo D norma NBR 15575-2.

4.2.1.7 Solicitações transmitidas por portas para as paredes

O fechamento brusco da porta deve ser realizado segundo a NBR 8054, enquanto o impacto de corpo-mole deve ser aplicado conforme a NBR 8051. Na montagem da porta para o ensaio, as fechaduras devem ser instaladas de acordo com o que prescreve o anexo O da NBR 14913.

Opcionalmente, esta avaliação poderá ser feita mediante análise de projeto. Entretanto, as observações constantes da premissa de projetos, apresentadas no item 3.1.7, devem constar nos projetos executivos, a serem analisados pela ITA.

4.2.1.8 Resistência à solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nos sistemas de vedações verticais

Método de avaliação conforme 7.3.1.1 da NBR 15.575-4

4.2.2 Segurança contra incêndio

4.2.2.1 Dificuldade de inflamação generalizada

A comprovação, dependendo dos materiais de revestimento, acabamento e isolamento, deve ser feita mediante a realização de ensaios conforme a NBR 9442, EN 13823 ou a ISO 11925-2

4.2.2.2 Limitação da densidade ótica de fumaça

A comprovação do índice de densidade ótica de fumaça de materiais de acabamento de paredes e coberturas deve ser feita mediante a realização de ensaios conforme ASTM E 662, EN 13823 e a ISO 11925-2.

Alguns materiais, como os perfis de PVC de forro, podem ser dispensados da avaliação segundo ASTM E 662, desde que sejam submetidos ao ensaio de acordo com a UBC 26-3.

4.2.2.3 Resistência ao fogo

Análise do projeto estrutural em situação de incêndio (Atendimento às Normas de projeto estrutural, como a NBR 15200 para estruturas de concreto), ou realização de ensaios conforme a NBR 5628, quando o comportamento ao fogo do sistema não for conhecido.

4.2.3 Estanqueidade à água

4.2.3.1 Estanqueidade à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)

Método de avaliação conforme NBR 15.575-4.

Os corpos-de-prova (paredes e janelas) a serem ensaiados devem reproduzir fielmente o projeto, as especificações e características construtivas dos sistemas de vedações verticais externas, com especial atenção às juntas entre os elementos ou componentes.

Análise de projeto, das demais interfaces das fachadas com outros componentes construtivos, tais como janelas e caixilhos, caso não seja necessária a realização de ensaio.

4.2.3.2 Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água – Áreas molháveis

Realização de ensaio de estanqueidade, conforme método estabelecido na NBR 15.575-4 anexo D, e análise de projeto. Verificar se as premissas constam do projeto executivo.

4.2.3.3 Estanqueidade de juntas (encontros) entre paredes e entre paredes e lajes

Análise de projeto

4.2.3.4 Estanqueidade de laje - piso em contato com o solo

Proceder a inspeção visual a 1 m de distância, em protótipo, ou obra, em execução ou finalizada;

Além disso, é necessária a análise de projeto e verificação das características da laje-piso e do seu respectivo concreto.

4.2.3.5 Estanqueidade do sistema de cobertura (SC)

Ensaio de acordo com o método do Anexo D da NBR 15.575-5.

4.2.3.6 Impermeabilidade do sistema de cobertura (SC)

Ensaio de impermeabilidade conforme NBR 5642.

4.2.4 Desempenho térmico

A avaliação do desempenho térmico do sistema construtivo objeto desta diretriz deve ser feita considerando as condições climáticas da região na qual será implantado o edifício e as respectivas características bioclimáticas definidas na NBR 15220-3.

Podem ser adotados três procedimentos alternativos para avaliação da adequação do edifício às diferentes zonas bioclimáticas: Procedimento Simplificado, Procedimento de Simulação e Procedimento de Medição.

Em relação à avaliação do desempenho térmico do sistema construtivo alvo dessa Diretriz, considerando-se que o desempenho térmico global do edifício depende do comportamento interativo das paredes externas e cobertura, um edifício que não atender aos requisitos quando avaliado pelo Procedimento Simplificado, deve ser avaliado por um dos outros dois métodos (Procedimento de Simulação ou Procedimento de Medição).

4.2.4.1 Análise pelo Procedimento Simplificado

4.2.4.1.1 Avaliação das paredes externas do edifício

Verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para paredes externas e estabelecidos na NBR 15575-4; (Procedimento normativo, conforme NBR 15575-1).

- a) Transmitância térmica: a avaliação da transmitância térmica das paredes externas deve ser feita por meio de cálculos conforme procedimentos especificados na NBR 15220-2.
- b) Capacidade térmica: a avaliação da capacidade térmica das paredes externas deve ser feita por meio de cálculos conforme procedimentos especificados na NBR 15220-2. No caso de paredes que tenham na sua composição materiais isolantes térmicos de condutividade térmica menor ou igual a 0,065 W/(m.K) e resistência térmica maior que 0,5 (m².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.

4.2.4.1.2 Avaliação da cobertura do edifício

- a) Verificação do atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para cobertura, estabelecidos na NBR 15575-5; (Procedimento normativo, conforme NBR 15575-1).
- b) A determinação da transmitância térmica deve ser feita por meio de cálculo, conforme procedimentos apresentados na ABNT NBR 15220-2.

4.2.4.2 Análise pelo Procedimento de Simulação ou de Medição

- a) Procedimento de Simulação: Os SVVE podem ser avaliados, primeiramente, considerando o procedimento simplificado de análise. Caso o SVVE não atenda aos critérios analisados conforme o procedimento simplificado, é necessário aplicar o procedimento de análise de acordo com a ABNT NBR 15575-1, considerando o procedimento de simulação do desempenho térmico. No procedimento de simulação do desempenho térmico podem ser consideradas condições de ventilação e de sombreamento, conforme ABNT NBR 15575-1. No caso da ventilação pode ser considerada uma condição “padrão”, com taxa de 1 ren/h, ou seja, uma renovação de ar por hora do ambiente (renovação por frestas), e uma condição “ventilada”, com taxa de 5 ren/h, ou seja, cinco renovações de ar por hora do ambiente sala ou dormitório. No caso do sombreamento das aberturas pode ser considerada uma condição “padrão”, na qual não há nenhuma proteção da abertura contra a entrada da radiação solar, e uma condição “sombreada”, na qual há proteção da abertura que corte pelo menos 50 % da radiação solar incidente no ambiente sala ou dormitório.
- b) Procedimento de Medição: verificação do atendimento aos requisitos e critérios por meio da realização de medições em edifícios ou protótipos construídos; (Procedimento informativo, conforme anexo A da NBR 15575-1).

4.2.4.3 Avaliação da área mínima de abertura de ventilação

Análise de projeto

4.2.5 Desempenho acústico

4.2.5.1 Isolação sonora promovida pelos elementos da envoltória – critério para medição em ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

Método de avaliação segundo item 12.2.1.1 da NBR 15.575-4

4.2.5.2 Isolação sonora promovida pelos elementos da fachada – critério para medição em ensaio de laboratório - R_w

Método de avaliação segundo item 12.2.2.1 da NBR 15.575-4:

Utilizar a Norma ISO 140-3 para a determinação dos valores do índice de redução sonora, R , em bandas de terço de oitava entre 100 Hz e 5 000 Hz.

Utilizar o procedimento especificado na ISO 717-1 para a determinação do valor do índice de redução sonora ponderado, R_w , a partir do conjunto de valores do índice de redução sonora de cada faixa de freqüências.

4.2.5.3 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas vedações verticais internas em ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

Método de avaliação segundo item 12.2.3.1 da NBR 15.575-4

4.2.5.4 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas vedações verticais internas em ensaio de laboratório - R_w

Método de avaliação segundo item 12.2.3.1 da NBR 15.575-4.

4.2.5.5 Isolação sonora de lajes de pisos entre unidades habitacionais

Método de avaliação segundo item 12.3.1.1 da NBR 15.575-3 e análise de projeto.

4.2.5.6 Característica acústica quanto a ruídos de impacto em lajes de piso

Método de avaliação segundo item 12.2.1.1 da NBR 15.575-3.

4.2.5.7 Isolação sonora promovida pela cobertura de casas devida a sons aéreos – critério para medição em ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

Conforme 12.2.1.1 da NBR 15.575-5

4.2.5.8 Isolação sonora promovida pela cobertura – critério para medição em ensaio de laboratório - R_w

Utilizar o procedimento especificado na ISO 717-1

4.2.6 Durabilidade e manutenabilidade

4.2.6.1 Vida útil de projeto dos elementos

Verificação do atendimento aos prazos constantes do Anexo C da NBR 15.575-1 e verificação das intervenções previstas no manual de operação, uso e manutenção fornecido pelo proponente do sistema, incorporador e/ou construtora, bem como evidências das correções.

4.2.6.2 Manutenabilidade dos elementos

Análise de projeto e do Manual de operação, uso e manutenção do sistema construtivo.

4.2.6.3 Resistência à corrosão dos perfis metálicos

Determinação da espessura de revestimento de zinco – método da NBR 7397.

4.2.6.4 Resistência à corrosão de dispositivos de fixação

Verificar se o projeto define: proteção contra corrosão (revestimento de zinco ou sistema de pintura), e espessura dessa proteção; além de prevenir o contato entre metais de diferentes potenciais eletrolíticos, evitando corrosão galvânica.

Os parafusos e chumbadores devem ser colocados em câmara de exposição de névoa salina, segundo a ASTM B 117/2007 ou NBR 8094.

4.2.6.5 Proteção contra a corrosão bimetálica – interfaces entre peças metálicas

Análise de projeto

4.2.6.6 Comportamento das juntas entre placas de vedação externas

- Avaliação do comportamento das juntas após ensaio de choque térmico;

- Análise de projetos;
- Inspeção em protótipos, ou obras, em execução ou finalizadas

4.2.6.7 Comportamento das juntas entre placas de vedação internas

- Análise de projetos; e
- Inspeção em protótipos, ou obras, em execução ou finalizadas.

4.2.6.8 Resistência a ação de calor e choque térmico – parede de fachada

Realizar ensaio para averiguar a resistência a choque térmico dos painéis-parede, conforme Anexo E da NBR 15.575-4, considerando um corpo-de-prova de no mínimo 2,40m x altura equivalente ao pé-direito com as juntas características do sistema consideradas nesse corpo-de-prova.

5. Análise global do desempenho do produto

Os relatórios específicos de análise e de ensaios são consolidados em um Relatório Técnico de Avaliação, no qual é apresentada uma síntese do desempenho global do produto, considerando a análise de todos os resultados obtidos no processo de avaliação técnica do sistema construtivo, realizado no âmbito do SINAT, incluindo os ensaios de caracterização e de desempenho do sistema construtivo, com base nas exigências especificadas nesta Diretriz.

6. Controle da qualidade na montagem

O controle da qualidade deve ser realizado pelo proponente na fase de montagem da unidade habitacional. A montagem pode ocorrer tanto no canteiro de obras quanto em unidades industriais, externas ao canteiro. No caso da montagem ocorrer em unidades industriais o controle de aceitação dos materiais ocorrerá nesses locais, e o controle das etapas de montagem ocorrerá tanto nessas unidades quanto no canteiro.

A auditoria inicial, antes da concessão do DATec será realizada na fase de produção e montagem. As auditorias técnicas, após concessão do DATec, podem ser realizadas na produção, em fase de montagem ou em obras acabadas e serão realizadas no mínimo a cada seis meses.

A Tabela 35 mostra as atividades a serem controladas pelo produtor, e as tabelas subsequentes mostram os documentos que devem balizar tal controle e a freqüência que esses controles (verificação) devem ocorrer.

A instituição técnica avaliadora, ITA, pode, a seu critério, solicitar a verificação de resultados de ensaios (realizar ensaios de controle – contra prova) e verificar a conformidade do procedimento de execução com a prática de controle da empresa.

Tabela 35 – Atividades objeto de controle na fase de montagem

Atividade a ser controlada pelo produtor	Procedimentos de controle a serem elaborados pelo produtor e verificados pela ITA
Controle de aceitação de materiais	Procedimento de controle de aceitação de materiais (itens e freqüência de controle – ver Tabela 36)
Controle e inspeção das etapas de montagem	Procedimento que conste a verificação das atividades de montagem.

6.1 Controle de aceitação de materiais e componentes em canteiro de obras

Tabela 36 – Controle de aceitação de materiais: métodos e freqüências de avaliação

Item	Material/ componente	Requisito	Método de avaliação	Amostragem/ Freqüência de inspeção	
1					
			Perfis metálicos		
1.1	Espessura dos perfis	Especificação de projeto	Conferência com micrômetros	Lote de perfis recebido em obra	
1.2	Tipo e espessura do revestimento de proteção	Z275 ou Z350,	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*, e conferência em obra (método magnético)	Lote de perfis recebido em obra	
2					
2.1	Aspecto	Ausência de ondulações	Inspeção visual	Lote recebido na obra	
2.2	Tolerâncias geométricas	Conforme NBR 15.498	Conferência com uso de trena		
2.3	Resistência mecânica, absorção de água e variação higroscópica	Especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*		
3					
3.1	Tolerâncias geométricas	Conforme norma técnica pertinente	Conferência com uso de trena	Lote recebido na obra	
3.2	Cor (antes e após exposição ao envelhecimento acelerado)	Especificação de projeto	Inspeção visual		
3.3	Resistência à tração	Especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*		
3.4	Resistência ao impacto (antes e após envelhecimento acelerado)	Especificação de projeto			
4					
4.1	Aspecto	Ausência de ondulações e manchas	Inspeção visual	Aceitar somente chapas qualificadas no PSQ	
4.1	Tolerâncias geométricas	NBR 14715	Conferência com uso de trena		
4.2	Resistência mecânica e absorção de água	Especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*		
5					
5.1	Tolerâncias geométricas	Conforme norma técnica pertinente	Conferência com uso de trena	Lote recebido na obra	
5.2	Inchamento da chapa e resistência à flexão	Conforme especificação de projeto e EN 300	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*		
5.3	Resistência ao ataque de fungos e cupins, para chapas com função estrutural (elemento de contraventamento)	Conforme especificação de projeto e EN 300	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*		
6					
Selantes – material de preenchimento de juntas visíveis					
6.1	Alongamento e Fator de acomodação	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*	Lote recebido na obra	
6.2	Dureza		Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*		

6.3	Resistência ao UV			
7	Massa para juntas dissimuladas			
7.1	Teor de resina	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*	Lote recebido na obra
8	Fita de tela de fibra de vidro			
8.1	Dimensões	Conforme especificação de projeto	Conferência/ medição com trena	Lote recebido na obra
8.2	Resistência à tração	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*	
9	Absorventes acústicos			
9.1	Tipo de material	Conforme especificação de projeto	Inspeção visual	Lote recebido na obra
9.2	Espessura			
10	Barreira impermeável			
10.1	Gramatura	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*	Lote recebido na obra
10.2	Passagem de vapor			
10.3	Absorção de água			
11	Sistema de fixação – Parafusos e chumbadores			
11.	Tipo	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio ou certificado de conformidade*	Lote recebido na obra
11.2	Tipo de proteção contra corrosão			
11.3	Poder de perfuração			
11.4	Resistência a torção			

* Os relatórios de ensaio e certificados de conformidade devem ser de terceira parte

Caso outros materiais diferentes dos que constam da tabela anterior sejam empregados, precisam também ser avaliados antes do seu recebimento em canteiro-de-obra.

6.2 Controle da montagem em canteiro de obras

A Tabela 37 exemplifica as principais atividades a serem controladas pelo executor/ montador dos elementos. Estas atividades devem constar de procedimento de montagem do sistema. A conformidade e aplicação desse procedimento serão verificadas pela ITA. Cada obra deve ter seu procedimento de execução específico.

No projeto para produção deve constar também planejamento de armazenamento das peças e equipamentos de transportes que serão necessários.

Tabela 37 – Exemplo das principais atividades a verificar durante a montagem – parede

Item	Etapas	Requisito	Método de avaliação
1	marcação da obra	Conforme especificação de projeto (projeto executivo e projeto para produção)	Inspeção visual baseada em projeto e procedimento de execução
2	nivelamento do terreno e marcação da fundação		
3	Concretagem da fundação		
4	marcação do eixo das paredes externas		

5	Execução de detalhe que evite o contato do perfil-guia com umidade		
6	posicionamento e fixação preliminar de alinhamento de perfis-tipo guia sobre fundação		
7	fixação definitiva dos perfis tipo-guia à fundação (emprego de chumbadores)		
8	posicionamento dos perfis tipo montante e tipo guia, formando quadros metálicos		
9	fixação dos quadros metálicos de canto		
10	posicionamento e fixação dos elementos de contraventamento		
11	colocação e fixação dos caixilhos aos perfis metálicos (montantes) da estrutura das paredes		
12	vedação das juntas entre marcos de janela e parede		
13	tratamento das juntas		
14	Proteção contra água-de-chuva dos materiais durante o armazenamento		
15	Controle/medidas visando dificultar que os elementos/materiais tenham contato com umidade durante a montagem		

Depois de finalizada a montagem é necessária realizar inspeção visual do sistema construtivo montado para identificar a existência de eventuais não conformidades, como deformações excessivas das chapas de vedação, deformação dos perfis, falhas nas juntas ou outros, que possam causar prejuízos ao desempenho do sistema. Caso alguma não-conformidade seja encontrada, é imprescindível a identificação de suas causas e sua correção de forma adequada.