

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 010

Sistemas construtivos formados por painéis
pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por
núcleo de isolante térmico rígido

Brasília, fevereiro de 2014

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
1.1	OBJETO	4
1.2	RESTRICÇÕES DE USO	5
1.3	CAMPO DE APLICAÇÃO	6
1.4	TERMINOLOGIA	7
1.5	DOCUMENTOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES	7
2	CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO	11
3	REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	14
3.1	COBERTURAS	14
3.1.1	<i>Desempenho estrutural</i>	14
3.1.1.1	Resistência e deformabilidade - Comportamento estático	14
3.1.1.2	Risco de arrancamento de componentes sob ação do vento	14
3.1.1.3	Solicitações de montagem ou manutenção à cargas concentradas	14
3.1.1.4	Solicitações em forros de peças fixadas	15
3.1.1.5	Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados - Resistência ao impacto	15
3.1.2	<i>Segurança no uso e na operação - quanto a possibilidade de caminhar de pessoas sobre o sistema de cobertura</i>	15
3.1.3	<i>Segurança contra incêndio</i>	15
3.1.3.1	Reação ao fogo da face interna do sistema de coberturas: painéis de forro ou face interna de coberturas compostas por painéis sanduiche	15
3.1.3.2	Reação ao fogo da face externa do sistema de coberturas: telhas/painéis sanduiche	16
3.1.3.3	Resistência ao fogo do Sistema de Cobertura	16
3.1.4	<i>Estanqueidade</i>	17
3.1.4.1	Condições de salubridade no ambiente habitável – impermeabilidade à água	17
3.1.4.2	Estanqueidade do sistema de cobertura	17
3.1.5	<i>Desempenho térmico - isolamento térmico da cobertura</i>	18
3.1.6	<i>Desempenho acústico</i>	18
3.1.6.1	Isolação sonora promovida pela cobertura de casas devida a sons aéreos – em ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$	18
3.1.6.2	Isolação sonora promovida pela cobertura- Índice de redução sonora ponderado da cobertura pelo ensaio de laboratório (informativo)	19
3.1.7	<i>Durabilidade</i>	19
3.2	PAREDES ESTRUTURAIS OU DE VEDAÇÃO	19
3.2.1	<i>Desempenho estrutural</i>	19
3.2.1.1	Resistência estrutural e estabilidade global	19
3.2.1.2	Limitação de deslocamentos, fissuras e descolamentos	20
3.2.1.3	Resistência a impactos de corpo mole	20
3.2.1.4	Resistência a impacto de corpo duro	21
3.2.1.5	Solicitações transmitidas por portas para as paredes	22
3.2.1.6	Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nas paredes	22
3.2.2	<i>Segurança contra incêndio</i>	23
3.2.2.1	Reação ao fogo dos materiais da face interna das vedações	23
3.2.2.2	Reação ao fogo da face externa das vedações verticais	24
3.2.2.3	Resistência ao fogo	24
3.2.3	<i>Estanqueidade à água</i>	25
3.2.3.1	Estanqueidade à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)	25
3.2.4	<i>Desempenho térmico</i>	25
3.2.4.1	Critérios para o Procedimento Simplificado	26
3.2.4.2	Critérios para os Procedimentos de Simulação ou de Medição	26
3.2.5	<i>Desempenho acústico</i>	26
3.2.5.1	Isolação sonora promovida pelos elementos da envoltória – ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$	26
3.2.5.2	Isolação sonora promovida pelos elementos da fachada – ensaio de laboratório - R_w	27
3.2.5.3	Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$	27
3.2.5.4	Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - ensaio de laboratório - R_w	27
3.2.6	<i>Durabilidade e manutenibilidade</i>	28
3.2.6.1	Vida útil de projeto dos elementos	28_Toc367705100
3.2.6.2	Manutenibilidade dos elementos	29
3.2.6.3	Resistência à corrosão de dispositivos de fixação – parafusos, pregos, chumbadores e perfis	29
3.2.6.4	Resistência à corrosão galvânica entre componentes metálicos	29
3.2.6.5	Resistência à corrosão das chapas de aço pré-pintadas	29
3.2.6.6	Resistência à umidade das chapas de aço pré-pintadas	29

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

3.2.6.7	Resistência de aderência dos isolantes às chapas após exposição a variação de temperatura.....	29
3.2.6.8	Resistência aos raios ultravioletas das chapas de aço e das chapas sintéticas.....	30
3.2.6.9	Resistência ao calor e choque térmico – paredes de fachada	30
4	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO	30
4.1	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO.....	30
4.2	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	32
4.2.1	<i>Coberturas.....</i>	<i>32</i>
4.2.1.1	Desempenho estrutural.....	32
4.2.1.1.1	Resistência e deformabilidade - Comportamento estático.....	32
4.2.1.1.2	Risco de arrancamento de componentes sob ação do vento.....	32
4.2.1.1.3	Solicitações de montagem ou manutenção à cargas concentradas.....	33
4.2.1.1.4	Solicitações em forros de peças fixadas.....	33
4.2.1.1.5	Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados - Resistência ao impacto.....	33
4.2.1.2	Segurança no uso e na operação - quanto a possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura	33
4.2.1.3	Segurança contra incêndio.....	33
4.2.1.3.1	Reação ao fogo do sistema de cobertura das edificações.....	33
4.2.1.3.2	Resistência ao fogo do sistema de cobertura das edificações.....	34
4.2.1.4	Estanqueidade	34
4.2.1.4.1	Condições de salubridade no ambiente habitável – impermeabilidade à água	34
4.2.1.4.2	Estanqueidade do sistema de cobertura	34
4.2.1.5	Desempenho térmico - isolamento térmico da cobertura.....	34
4.2.1.6	Desempenho acústico.....	34
4.2.1.6.1	Isolação sonora promovida pela cobertura de casas devida a sons aéreos – em ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$	34
4.2.1.6.2	Isolação sonora promovida pelos elementos da cobertura – ensaio de laboratório - R_w	34
4.2.1.7	Durabilidade.....	34
4.2.2	<i>Paredes estruturais ou de vedação.....</i>	<i>34</i>
4.2.2.1	Desempenho estrutural.....	34
4.2.2.1.1	Resistência estrutural e estabilidade global	34
4.2.2.1.2	Limitação de deslocamentos, fissuras e descolamentos.....	35
	Para avaliar <i>in loco</i> o funcionamento dos componentes, deve ser realizada verificação de campo	35
4.2.2.1.3	Resistência a impactos de corpo mole	36
4.2.2.1.4	Resistência a impacto de corpo duro	36
4.2.2.1.5	Solicitações transmitidas por portas para as paredes	36
4.2.2.1.6	Resistência à solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nas paredes	36
4.2.2.2	Segurança contra incêndio.....	36
4.2.2.2.1	Reação ao fogo (Propagação de chama) e limitação da densidade ótica de fumaça	36
4.2.2.2.2	Resistência ao fogo.....	36
4.2.2.3	Estanqueidade à água	37
4.2.2.3.1	Estanqueidade à água de chuva em sistemas de vedações verticais externas (fachadas)	37
4.2.2.3.2	Estanqueidade de vedações verticais internas e externas com incidência direta de água de uso e lavagem dos ambientes.....	37
4.2.2.4	Desempenho térmico	37
4.2.2.4.1	Análise pelo Procedimento Simplificado.....	37
4.2.2.4.2	Análise pelo Procedimento de Simulação ou de Medição	37
4.2.2.5	Desempenho acústico.....	37
4.2.2.5.1	Isolação sonora promovida pelos elementos da envoltória – ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$	37
4.2.2.5.2	Isolação sonora promovida pelos elementos da fachada – ensaio de laboratório - R_w	37
4.2.2.5.3	Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$	38
4.2.2.5.4	Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - ensaio de laboratório - R_w	38
4.2.2.6	Durabilidade e manutenibilidade	38
4.2.2.6.1	Vida útil de projeto dos elementos.....	38
4.2.2.6.2	Manutenibilidade dos elementos.....	38
4.2.2.6.3	Resistência à corrosão de dispositivos de fixação – parafusos, pregos, chumbadores e perfis	38
4.2.2.6.4	Resistência à corrosão galvânica entre componentes metálicos.....	38
4.2.2.6.5	Resistência à corrosão das chapas de aço pré-pintadas.....	38
4.2.2.6.6	Resistência à umidade das chapas de aço pré-pintadas.....	38
4.2.2.6.7	Resistência de aderência dos isolantes às chapas após exposição a variação de temperatura	38
4.2.2.6.8	Resistência aos raios ultravioletas das chapas de aço e das chapas sintéticas	38
4.2.2.6.9	Resistência à ação de calor e choque térmico – parede de fachada	38
5	ANÁLISE GLOBAL DO DESEMPENHO DO PRODUTO	39
6	CONTROLE DA QUALIDADE NA FABRICAÇÃO E MONTAGEM	39

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

6.1	CONTROLE DE ACEITAÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES EM FÁBRICA	40
6.2	CONTROLE DE ACEITAÇÃO DOS PAINÉIS PÓS – FABRICAÇÃO, ANTES DE ENVIO PARA O CANTEIRO DE OBRAS	41
6.3	CONTROLE DE ACEITAÇÃO DE MATERIAIS E DA MONTAGEM EM CANTEIRO DE OBRAS.....	41
6.3.1	<i>Controle de aceitação de materiais</i>	41
6.3.1.1	Método para realização de teste prático em canteiro, para avaliar reação ao fogo do isolante:	42
6.3.2	<i>Controle da montagem</i>	42

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

1 Introdução

1.1 Objeto

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido. As chapas delgadas consideradas nessa Diretriz são: chapas de aço pré-pintadas e chapas de composto polimérico (resina de poliéster ou resina epóxi reforçada com fibra de vidro). Os núcleos considerados são: poliestireno expandido (EPS), poliestireno extrudado (XPS), poliuretano (PUR) e poli-isocianurato (poliuretano modificado - PIR).

Os painéis podem formar os seguintes elementos construtivos:

- Paredes com função estrutural (internas e externas);
- Paredes sem função estrutural (internas e externas);
- Sistemas de cobertura.

Os painéis que formam as paredes e coberturas podem ou não ter função estrutural. No caso de paredes com painéis estruturais, podem existir perfis de aço (guias e montantes) para complementar a ligação entre painéis (ver figura 1). No caso de painéis sem função estrutural, existem perfis estruturais de aço (guias e montantes) que são os responsáveis pela estrutura da edificação. Os perfis podem ser incorporados ao painel na fase de fabricação ou serem montados no local definitivo juntamente com a montagem dos painéis.

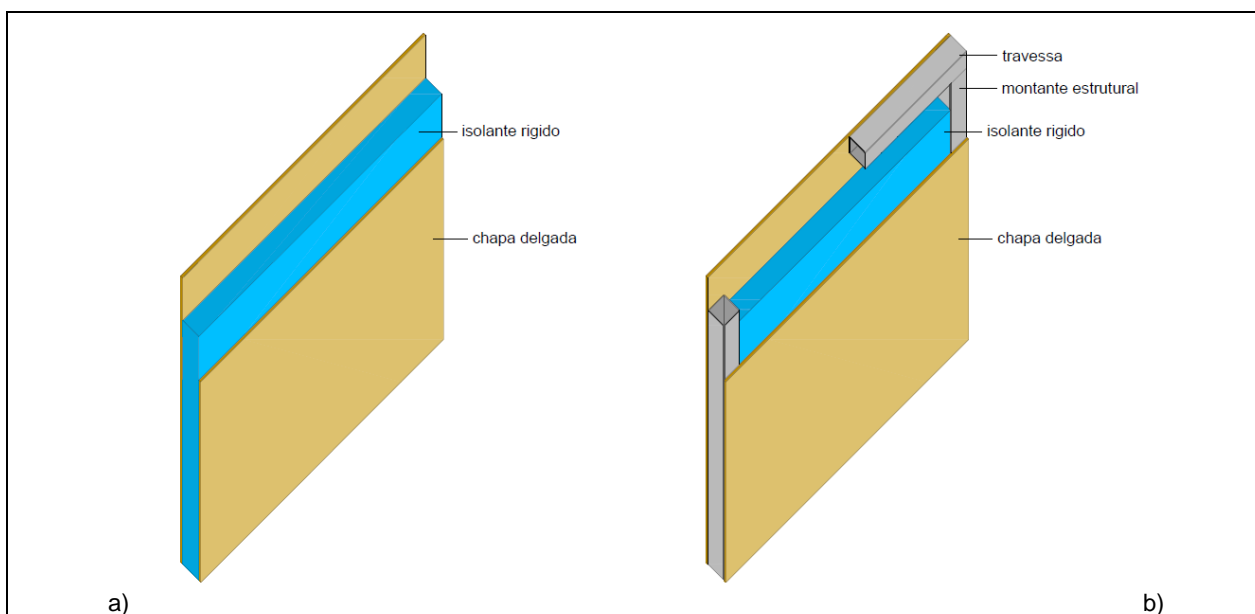


Figura 1 – a) painéis estruturais, sem reforços; b) painéis estruturais com perfis de reforços integrados na fase de fabricação

O sistema construtivo objeto desta Diretriz destina-se à construção de casas térreas isoladas e geminadas.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

Assim, os seguintes componentes integram os sistemas construtivos objeto dessa diretriz:

1. chapas delgadas da face externa dos painéis: chapas de aço pré-pintadas ou chapas de compósito polimérico (resina de poliéster ou resina epóxi reforçada com fibra de vidro);
2. chapas delgadas da face interna dos painéis: chapas de aço pré-pintada ou chapas de compósito polimérico (resina de poliéster ou resina epóxi reforçada com fibra de vidro);
3. isolantes térmicos rígidos: são materiais disponíveis em placas de tamanhos variados, que apresentam condutividade térmica menor que $0,065 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}$ (condutividade térmica máxima de um material considerado isolante);
4. barreiras impermeáveis à água e permeáveis ao vapor;
5. sistemas de fixação constituídos de pregos, parafusos e chumbadores;
6. juntas: entre as chapas de vedação, seja do tipo visível ou dissimulada;
7. revestimento ou acabamento, como réguas (chapas) vinílicas, cimentícias ou metálicas (siding), chapas de gesso para drwall, pinturas e texturas, desde que compatíveis com os componentes de vedação e consideradas devidamente na avaliação, segundo documentos técnicos pertinentes.

Outras chapas delgadas, além das descritas anteriormente, podem ser incluídas, como componente complementar sem função estrutural, para auxiliar na melhoria do comportamento do sistema construtivo, desde que devidamente consideradas na avaliação.

1.2 Restrições de uso

Os sistemas e elementos convencionais, como pisos, instalações hidráulicas e elétricas, esquadrias e fundações não são objeto desta Diretriz; somente serão tratadas as interfaces com o sistema construtivo objeto dessa diretriz. As restrições específicas, quando houver, devem ser consignadas nos respectivos DATec's.

As interfaces entre subsistemas convencionais e inovadores devem ser consideradas e detalhadas nos projetos, tais como: detalhes de juntas entre painéis de parede, juntas entre painéis de vedação e a estrutura, vínculos e juntas com a fundação, juntas entre painéis e o piso ou laje, juntas e ligações com a cobertura, detalhes de fixação e de junta entre esquadrias e painéis, interface com as instalações elétricas, hidráulicas e de gás, entre outros.

As unidades habitacionais que empregam os sistemas construtivos objeto desta Diretriz devem ser projetadas, construídas e monitoradas considerando aspectos que podem afetar a segurança e a durabilidade dessas unidades, particularmente: risco de propagação de incêndio devido à reação ao fogo dos isolantes térmicos rígidos, corrosão de componentes metálicos quando em contato com umidade (regiões de piso, calçada, banheiro e cozinha), corrosão galvânica das ligações aparafusadas, em razão do uso de parafusos e substratos com diferentes potenciais eletroquímicos, e deformação das chapas poliméricas em razão da exposição à radiação solar e às temperaturas maiores do que as temperaturas de distorção (HDT) das resinas poliméricas utilizadas.

Os isolantes térmicos rígidos utilizados no sistema devem atender ao critério de baixa ignitabilidade ($F_s \leq 150 \text{ mm}$ em 60s), conforme método EN ISO 11.925-2.

Tubulações de hidráulica e de gás devem ser posicionadas externamente aos painéis ou em *shafts* específicos, de acordo com normas técnicas específicas.

Aterramentos, visando proteção contra descargas atmosféricas, devem ser analisados em projeto e previstos, quando necessários, em coberturas construídas com painéis sanduiche com chapas de aço, de acordo com a NBR 5419.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

A face exposta a intempéries dos painéis de parede e de cobertura formados por chapas de compósito polimérico somente poderão ter cores claras e médias (absortância (α) $\leq 0,6$), de modo que a temperatura das faces expostas permaneçam abaixo da temperatura de distorção (HDT) das resinas poliméricas utilizadas.

As faces expostas das chapas de compósito polimérico devem receber um tratamento protetivo na fabricação, denominado *topcoat*. Caso esse tratamento não exista, é obrigatória a aplicação de sistema de pintura sobre estas faces.

Os sistemas de painéis com chapas de aço ou com perfis de aço expostos às intempéries, somente podem ser utilizados em ambientes rurais e urbanos (classes de agressividade ambiental I e II). São considerados ambientes marinhos (classe de agressividade III) aqueles distantes da orla marinha até 2.000m ou com qualquer concentração de Cl⁻. Assim, aqueles ambientes distantes mais do que 2.000m da orla marinha e sem concentração de Cl⁻, segundo avaliação pelo método da vela úmida, NBR 6211, podem ser considerados classe I ou II.

Os sistemas de paredes e coberturas que utilizam perfis de aço internos aos painéis não podem ser utilizados em atmosferas industriais e atmosferas ao mesmo tempo marinhas e industriais (classe III e IV, da NBR 6118).

Para a adoção do sistema construtivo objeto desta Diretriz, um conjunto de premissas de projeto deve ser atendido, visando evitar o contato dos componentes da base da parede com a umidade proveniente de água de chuva ou de percolação do solo:

- beiral, em todo o perímetro da edificação, com projeção horizontal de no mínimo 600mm;
- calçada externa ao redor da edificação, com no mínimo 100mm maior que a projeção do beiral;
- inclinação mínima de 1% do piso da calçada em direção oposta aos componentes da base da parede;
- desnível entre o piso externo acabado (calçada) e a base de apoio das paredes externas de no mínimo 50mm;
- diferença de cota mínima de 20mm entre a base dos painéis de parede e o piso acabado dos banheiros; e desnível mínimo de 40mm entre a base dos painéis de parede e o piso acabado do box, posicionando, nos dois casos, o painel de parede no nível mais elevado, minimizando contato com água;
- promover impermeabilização, ou proteção, dos painéis de parede na região de interface entre parede e o elemento de fundação; no caso de paredes externas e paredes de áreas molháveis e molhadas devem ser adotados detalhes construtivos para proteção da base da parede contra a ação de umidade;
- promover impermeabilização, ou proteção contra ação da água, na base da parede em contato com o piso de áreas molháveis e molhadas (cozinha, área de serviço e banheiro).

1.3 Campo de aplicação

Sistema construtivo destinado a paredes e/ou cobertura de unidades habitacionais unifamiliares térreas, isoladas e geminadas.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

1.4 Terminologia

Para efeito desta Diretriz valem as definições constantes na NBR 7190, NBR 15575, e nos demais documentos técnicos complementares. Tratam-se de definições específicas, ou importantes, desta Diretriz:

Barreiras impermeáveis: produtos permeáveis ao vapor de água e impermeáveis à água.

Chapa de aço pré-pintada: chapa com revestimento metálico do tipo alumínio-zinco ou somente zinco por imersão a quente e pré-pintura.

Chapa de compósito polimérico: chapa formada por resina de poliéster, ou resina epóxi, e reforço com fibras de vidro.

Componentes de revestimento ou acabamento: argamassas, pinturas, *sidings* (*réguas metálicas, de madeira, vinílica etc.*), chapas de gesso para drywall, cerâmicas e outros materiais sem função estrutural, com função de acabamento.

Filme de acabamento: película aplicada durante a produção do painel em fábrica, em uma das faces do painel, para limitação de expansão do isolante, não devendo ficar exposto a intempéries.

Guia: perfil utilizado como elemento estruturante, como base e topo de paredes.

Isolante térmico rígido: material com condutividade térmica menor do que 0,065 W/(m.K) e resistência térmica total maior do que 0,5 m².K/W.

Montante: perfil metálico, utilizado na posição vertical, como elemento estruturante.

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).

Resinas Termofixas: resinas sintéticas que sob a ação do calor sofrem um processo de reticulação interna (*crosslinking*), o que é tecnicamente chamado de processo de cura. O filme final é insolúvel em solventes.

Resinas Termoplásticas: resinas sintéticas cujo processo de formação de filme ocorre exclusivamente pela secagem física (evaporação de solventes). Se exposto aos solventes adequados, o filme é solubilizado novamente.

Compósito (polimérico): material conjugado formado por pelo menos duas fases ou dois componentes, sendo geralmente uma fase polimérica (matriz polimérica) e uma outra fase de reforço, normalmente na forma de fibras.

1.5 Documentos técnicos complementares

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

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão.

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

NBR 5643:2012 - Telha de fibrocimento — Verificação da resistência a cargas uniformemente distribuídas.

NBR 5419: 2005 - Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.

NBR 5674:2012 - Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

NBR 6118:2007 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 6123:1998 - Forças devidas ao vento em edificações.

NBR 6211: 2001 - Corrosão atmosférica - Determinação de cloretos na atmosfera pelo método da vela úmida.

NBR 6355:2012 - Perfis estruturais de aço formados a frio — Padronização.

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

NBR 7008-1: 2012 - Chapas e bobinas de aço revestidas com zinco ou liga zinco-ferro pelo processo contínuo de imersão a quente Parte 1: Requisitos.

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 7581:2012 - Telha de fibrocimento - Verificação da impermeabilidade.

NBR 7973:2007 - Poliestireno expandido para isolamento térmico - Determinação de absorção de água.

NBR 8800:2008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.

NBR 8094:1983 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à névoa salina - Método de ensaio.

NBR 9062:2006 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.

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

NBR 10636: 1989 - Paredes divisórias sem função estrutural - resistência ao fogo.

NBR 11003:2009 – Tintas – Determinação da Aderência.

NBR 9574:2008 - Execução de impermeabilização.

NBR 10821-3:2011 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.

NBR 11003:2010 - Tintas — Determinação da aderência.

NBR 11675:2011 - Divisórias leves internas moduladas - Verificação da resistência a impactos - Método de ensaio.

NBR 13753:1996 – Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento.

NBR 13754:1996 – Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento.

NBR 13755:1997 – Revestimento de paredes internas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante.

NBR 13528:2010 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração.

NBR 14037:2011 - Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos.

NBR 14115:1998 - Poliéster reforçado com fibras de vidro - Chapas planas ou onduladas – Requisitos.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

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

NBR 14762:2010 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.

NBR 14913:2011 - Fechadura de embutir – Requisitos, classificação e métodos de ensaio.

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 15575-1:2013 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais.

NBR 15575-2:2013 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais.

NBR 15575-3:2013 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos.

NBR 15575-4:2013 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas.

NBR 15575-5:2013 - Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: Desempenho - Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas.

NBR 15578:2008 – Bobinas e chapas de aço revestidas com liga 55% alumínio-zinco pelo processo contínuo de imersão a quente - Especificação.

NBR 15758-1: 2009 – Sistemas construtivos em chapas de gesso para drywall – Projetos e procedimentos executivos para montagem. Parte 1: Requisitos para sistemas usados como paredes.

NBR 15930:2011 - Portas de madeira para edificações Parte 1: Requisitos.

NBR 16143: 2013 - Preservação de Madeiras - Sistema de categoria de uso.

NM 278:2002 - Determinação da massa de zinco no revestimento de chapas e tubos de aço galvanizado ou eletrogalvanizado.

- International Organization Standardization (ISO)

ISO 1182:2010 Reaction to fire tests for products -- Non-combustibility test.

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 179:2010 – Determination of Charpy impact properties.

ISO 572:1976 – Textile machinery and accessories – Shuttles for pirn changing automatic looms – Dimensions.

ISO 717-1:1996 Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 1: Airborne sound insulation.

EN ISO 11925-2: 2010 - Reaction to fire tests - Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame - Part 2: Single-flame source test.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

- American Society for Testing Materials (ASTM)

ASTM D1360-98: 2011 Standard Test Method for Fire Retardancy of Paints (Cabinet Method).

ASTM C481-99: 2011 – *Standard Test Method for Laboratory Aging of Sandwich Constructions.*

ASTM D543:2006 – Standard Practices for Evaluating the Resistances of Plastics to Chemical Reagents.

ASTM D792:2008 - Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics by Displacement.

ASTM D 2017:2006 - Standard Test Method of Accelerated Laboratory Test of Natural Decay Resistance of Woods.

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 D3677-10e1:2010 – Standard Test Methods for Rubber – Identification by Infrared Spectrophotometry.

- Normas europeias – EN

EN13.163:2012 - Thermal insulation products for buildings — Factory made expanded polystyrene (EPS) products — Specification.

EN13.164:2012 - Thermal insulation products for buildings — Factory made extruded polystyrene foam (XPS) products — Specification.

EN13.165:2012 - Thermal insulation products for buildings — Factory made rigid polyurethane foam (PU) products — Specification.

EN 14.509:2003 – Self-supporting double skin metal faced insulating panels – Factory made products – Specifications.

EN 1607:1997 - Thermal insulating products for building applications — Determination of tensile strength perpendicular to faces.

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

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

EN 317:1993 - Particleboards and fiberboards - Determination of swelling in thickness after immersion in water.

EN 322:1993 - Wood-based panels - Determination of moisture content.

EN 13823:2010 - Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item – SBI.

ENV 1187:2002 – Test methods for external fire exposure to roofs.

- Outras referências

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.

Publicação IPT 1157: 1980. Métodos de Ensaio e Análises em Preservação de Madeiras – Método D2 Ensaio Acelerado de Laboratório da Resistência Natural ou de Madeira preservada

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

ao ataque de térmitas do gênero *Cryptotermes* (fam. Kalotermitidae). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.

Publicação IPT 3010: 2009. Madeira: uso sustentável na construção civil. 2º edição. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT.

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.

CORPO DE BOMBEIROS DO ESTADO DE SÃO PAULO: 2011- Instrução Técnica – IT nº 10/11. Controle de materiais de acabamento e revestimento.

Caso os documentos aqui referenciados sejam atualizados, passa a ser válida sua versão mais atualizada.

2 Caracterização do produto

As principais características dos materiais e componentes que formam os sistemas construtivos objeto desta Diretriz, as quais devem constar em projetos e ser objeto de ensaios e análise, são descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Requisitos para caracterização dos materiais e componentes

Item	Requisitos	Indicador de conformidade		
A	Perfis de aço (peças estruturais principais ou complementares)			
A.1	Resistência mínima de escoamento e tipos de perfis	conforme projeto		
A.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento de perfis internos aos painéis sem nenhuma face de exposição às intempéries ¹	Tipo de revestimento	Perfis estruturais internos aos painéis, sem nenhuma face exposta	
			massa mínima ⁽¹⁾ de revestimento (g/m ²)	Nomenclatura conforme normas técnicas
		Zincado por imersão a quente	275 ⁽²⁾ 350 ⁽³⁾	Z275 e Z350 (NBR 7008)
Alumínio-zinco por imersão a quente ou outros revestimentos equivalentes	150 ⁽²⁾	AZ150 (NBR 15578)		
⁽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 de zinco em atmosferas marinhas – Z350 (aquelas com distâncias da orla marinha até 2.000m ou com presença de Cloreto)				

¹ Requisito não válido para atmosferas industriais e atmosferas ao mesmo tempo marinhas e industriais (classe III e IV).

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

A.3	Resistência à corrosão de perfis e acessórios expostos às intempéries ²	Os perfis não devem apresentar bolhas nem pontos de corrosão após 1000 h de ensaio em câmara de névoa salina; e Os perfis não devem apresentar empolamentos ou pontos de corrosão após 720 h de ensaio em câmara de umidade; e Os perfis não devem apresentar empolamentos ou pontos de corrosão após 5 ciclos em câmara de ensaio de SO ₂ .	
B	Chapas de aço pré-pintada		
B.1	Espessura da chapa pré-pintada	Mínimo 0,5mm (tolerância ±0,03mm)	
B.2	Tipo de pintura da chapa	Especificação do tipo da resina, quantidade de camadas de aplicação e suas respectivas espessuras devem constar do projeto e do DATEC específico	
		Pré-pintura das chapas com resina sintética, sendo no mínimo 25µm de espessura (sem considerar o filme de proteção)	
		Revestimento de alumínio zinco (mínimo de AZ 150) ou revestimento de zinco (mínimo de Z275)	
B.3	Resistência aos raios ultravioletas (radiação UV-B)	após 720 h de ensaio, a pintura não pode ter perda de brilho maior que 20 % , sendo $\Delta E \leq 3$	
B.4	Resistência à corrosão (Tempo mínimo para aparecimento de corrosão vermelha no material base quando exposto a ensaios de envelhecimento acelerado)	As chapas não devem apresentar bolhas nem pontos de corrosão após 1000 h de ensaio em câmara de névoa salina; e As chapas não devem apresentar empolamentos ou pontos de corrosão após 720 h de ensaio em câmara de umidade; e As chapas não devem apresentar empolamentos ou pontos de corrosão após 5 ciclos em câmara de ensaio de SO ₂ .	
B.5	Resistência a impactos da pintura organica		
		Sem Fratura	Sem perda de Adesão
		Face Externa	2,25J
	Face Interna	2,25J	8,9J
C	Chapas de Compósito Polimérico Reforçado com Fibra de Vidro		
C.1	Densidade, tipo de polímero e teor de fibras	Determinar características das fibras, sendo que a informação deve constar no DATEC	
C.2	Resistência aos raios ultravioletas (radiação UV-B/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-B; os resultados de ensaios mecânicos (resistência à flexão, à tração e ao impacto) devem atender a relação: $R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$	
C.3	Resistência à variação de temperatura e umidade Envelhecimento acelerado (aplica-se para o painel)	Envelhecimento conforme CICLO B da ASTM C481-99:2011; Avaliação visual quanto a modificações (delaminações, escamações, deformações, bolhas, etc.); Os ensaios de cisalhamento, compressão, delaminação, tração, módulo de elasticidade e aderência do adesivo devem apresentar $R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$.	
C.4	Módulo de elasticidade	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$,	
C.5	Resistencia à tração	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$,	
C.6	Resistência ao impacto: realizar ensaio de impacto Charpy ¹	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$	

² Requisito valido somente para ambientes rurais e urbanos (classe I e II); não sendo permitido o uso de perfis expostos às intempéries em ambientes marinhos. São considerados ambientes marinhos aqueles distantes da orla marinha até 2.000m ou com concentração de Cl⁻, segundo avaliação pelo método da vela úmida, NBR 6211.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

C.7	Resistência a agentes químicos (Face Externa do painel voltada para o ambiente interno) ⁽¹⁾	Sem alteração visual após o ensaio (manchamentos, escamações, delaminações, bolhas, alterações de cor)
C.8	Compatibilidade das pinturas aplicadas sobre chapas de compósito polimérico	Ausência de descolamento da pintura após ensaio
C.9	Compatibilidade com argamassas colantes	Ensaio realizado em 06 corpos de prova, sendo que 04 devem apresentar aderência $\geq 0,30$ MPa para faces voltadas para o exterior e 0,20MPa para faces voltadas para o interior da unidade
C.10	Especificação do tipo e quantidade/gramatura dos reforços em fibra de vidro	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
C.11	Coefficiente de variação térmica linear/dimensional da chapa	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
C.12	Especificação da resina e do respectivo HDT (Temperatura de Distorção)	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
C.13	Cobrimento mínimo dos reforços em fibra de vidro	O cobrimento dos reforços em fibra de vidro é dado pela própria resina do compósito, com no mínimo 0,2mm de espessura
⁽¹⁾ O ensaio de agentes químicos deve ser feito na chapa com o seu acabamento final.		
D	EPS ou XPS	
D.1	Espessura	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
D.2	Massa específica	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
D.3	Condutividade térmica	$\leq 0,065$ W/m.K
D.4	Resistência térmica	$\geq 0,5$ m ² K/W
D.5	Absorção de água	Variação do volume original para o volume após ensaio menor igual a 5% (valor após 24 horas de ensaio)
D.6	Estabilidade térmica	Resistir a cargas de compressão de 0,10N/mm ² , com variação de espessura menor que 5%, após exposição do material por dois dias a temperatura de 90°C
D.7	Ignitabilidade	Fs ≤ 150 mm em 60s, conforme NBR 15.575 (parte 4 e 5)
E	PUR ou PIR	
E.1	Espessura	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
E.2	Massa específica	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
E.3	Condutividade térmica	$\leq 0,065$ W/m°C
E.4	Resistência térmica	$\geq 0,5$ m ² K/W
E.5	Absorção de água	Variação do volume original para o volume após ensaio menor igual a 5% (valor após 24 horas de ensaio)
E.6	Resistência à compressão após estabilidade térmica	Resistir a cargas de compressão de 0,10N/mm ² , com variação de espessura menor que 5%, após exposição do material 02 dias a temperatura de 90°C
E.7	Ignitabilidade	Fs ≤ 150 mm em 60s, conforme NBR 15.575 (parte 4 e 5)
F	Barreiras impermeáveis	
F.1	Gramatura	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
F.2	Permeabilidade ao vapor	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
F.3	Permeabilidade à água	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G	Componentes de fixação (pregos, parafusos e chumbadores)	
G.1	Descrição/ tipo e uso	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
G.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento'	
G.3	Resistência à corrosão (Tempo mínimo para aparecimento de corrosão vermelha no material base quando exposto em câmara de névoa salina)	Componentes de fixação utilizados em áreas internas secas, áreas internas de molhadas ou molháveis e áreas externas de ambientes rurais: 240 horas Componentes de fixação utilizados em áreas internas secas, áreas internas de molhadas ou molháveis e áreas externas de ambientes urbanos: 480 horas

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

		Componentes de fixação utilizados em áreas internas secas, áreas internas de molhadas ou molháveis e áreas externas de ambientes marinhos: 720 horas
H	Colas e Adesivos	
H.1	Tipo, descrição	Especificação do tipo deve constar em projeto
I	Caracterização do Painel	
I.1	Resistência à compressão	Conforme especificação de projeto
I.2	Resistência à flexão, considerando dois apoios	Conforme especificação de projeto
I.3	Características geométricas (espessura, comprimento, largura, esquadro, diagonal)	Conforme especificação de projeto
I.4	Resistência de aderência dos isolantes às chapas/ Resistência a tração perpendicular ao plano do painel (amostra no estado original)	$R_{\text{inicial}} \geq 0,10 \text{ N/mm}^2$
I.5	Resistência de aderência dos isolantes às chapas/ Resistência a tração perpendicular ao plano do painel (amostra após exposição a variação de temperatura)	$R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$, considerando exposição ao envelhecimento acelerado pelo efeito da variação de temperatura até 80°C

Qualquer outro componente diferente dos descritos na tabela 1 pode ser empregado mediante identificação de suas características, segundo normas técnicas pertinentes ou critérios específicos e mediante comprovação de adequação com o desempenho exigido do sistema, desde que atendam aos requisitos e critérios de desempenho dessa DIRETRIZ.

3 Requisitos e critérios de desempenho

Os requisitos e critérios a seguir correspondem àqueles especificados na NBR 15.575:2013 (parte 1 a 5), e outras normas pertinentes.

3.1 Coberturas

3.1.1 Desempenho estrutural

3.1.1.1 Resistência e deformabilidade - Comportamento estático

O sistema de cobertura deve ser projetado, construído e montado de forma a atender aos requisitos de 7.2.1 e 7.3.1 da NBR 15575-2.

3.1.1.2 Risco de arrancamento de componentes sob ação do vento

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

3.1.1.3 Solicitações de montagem ou manutenção a cargas concentradas

Suportar cargas transmitidas por pessoas e objetos nas fases de montagem ou de manutenção. Quando os painéis, objeto dessa diretriz, tiverem função de estrutura de telhado, esses devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1 kN aplicada na seção mais

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

desfavorável, sem que ocorram falhas ou que sejam superados os limites de deslocamento (dv) em função do vão (L): $dv \leq L / 300$, conforme NBR 15.575-5.

O cálculo estrutural deve considerar os deslocamentos medidos em ensaios, incluindo distâncias mínimas e máximas de apoios.

No caso de sistemas de cobertura acessíveis aos usuários, a estrutura de telhado deve suportar a ação simultânea de três cargas de 1,0 kN cada uma, com pontos de aplicação constituindo um triângulo equilátero com 45 cm de lado, sem que ocorram rupturas ou deslocamentos, considerando, para cobertura com revestimento flexível: $dv < L/300$.

3.1.1.4 Solicitações em forros de peças fixadas

Realização de ensaio em laboratório ou em campo, e verificação da carga máxima conforme manual de uso e operação e manutenção. O projeto do forro deve mencionar a carga máxima a ser suportada pelo forro, bem como as disposições construtivas e sistemas de fixação das peças. O construtor/incorporador deve informar a carga máxima de projeto no manual de operação, uso e manutenção.

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

3.1.1.5 Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados - Resistência ao impacto

Caso o painel tenha também a função de telhado, o mesmo, sob a ação de impactos de corpo duro, não deve sofrer ruptura ou traspassamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0 J. É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem perda de estanqueidade do telhado, nem infiltração ou acesso de água ao interior do painel.

3.1.2 Segurança no uso e na operação - quanto a possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura

Os painéis com função de coberturas devem propiciar o caminhamento de pessoas, em operações de montagem e manutenção ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto e manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas. Para tanto, o projeto deve: delimitar as posições dos componentes dos telhados que não possuem resistência mecânica suficiente para o caminhamento de pessoas; indicar a forma das pessoas se deslocarem sobre os telhados.

3.1.3 Segurança contra incêndio

3.1.3.1 Reação ao fogo da face interna do sistema de coberturas: painéis de forro ou face interna de coberturas compostas por painéis sanduiche

Requisitos válidos para coberturas formadas com painéis sanduiches (chapas delgadas e isolante).

A superfície inferior das coberturas, no caso dos painéis, deve classificar-se como I, II A ou III A da Tabela 2. No caso de cozinhas, a classificação deve ser I ou II A. O método de avaliação previsto é a EN 13.823, pois o sistema não pode ser avaliado pela NBR 9442, por ser um material composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

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

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

FIGRA – Índice da taxa de desenvolvimento de calor.

LFS – Propagação lateral da chama.

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

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

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

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

3.1.3.2 Reação ao fogo da face externa do sistema de coberturas: telhas/painéis sanduiche

Segundo a NBR 15.575-5:2013, adotando-se o método 1 da ENV 1187, os critérios de avaliação são:

- propagação de chama interna e externa no sentido ascendente deve ser inferior a 700mm;
- propagação de chama interna e externa no sentido descendente deve ser inferior a 600mm;
- comprimento máximo interno e externo queimado deve ser inferior a 800mm;
- propagação lateral não pode alcançar as extremidades do corpo de prova;
- não pode ocorrer o desprendimento de gotas ou partículas em chamas;
- não pode ocorrer a penetração de partículas de chamas no interior do sistema;
- não pode ocorrer abrasamento interno do material da cobertura;
- ocorrências de aberturas isoladas na cobertura devem ser inferiores ou iguais a 25mm^2 ;
- a soma de todas as aberturas na cobertura deve ser inferior a 4500mm^2

3.1.3.3 Resistência ao fogo do Sistema de Cobertura

No caso de unidade habitacional unifamiliar, isolada de até dois pavimentos, é requerida resistência ao fogo de 30 minutos na cobertura da cozinha e de ambiente fechado que abrigue equipamento de gás.

No caso de unidades geminadas, se o sistema de cobertura apresentar resistência ao fogo de 30 minutos somente na área de cozinha e não apresentar tal resistência nos demais ambientes, deve ser previsto um septo vertical entre as unidades habitacionais, com resistência ao fogo mínima de 30 minutos.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

3.1.4 Estanqueidade

3.1.4.1 Condições de salubridade no ambiente habitável – impermeabilidade à água

Quando os painéis forem utilizados como cobertura, esses devem ser estanques à água de chuva e evitar a formação de umidade e a proliferação de insetos e microorganismos. A face inferior dos painéis não deve apresentar escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes. Aceita-se o aparecimento de manchas de umidade, na face interna dos painéis, desde que restritas a no máximo 35 % da área da cobertura avaliada.

NOTA: Para os componentes, telhas e peças complementares, constituídos por plásticos, aços, alumínio, vidros ou quaisquer outros materiais historicamente considerados impermeáveis, este requisito pode ser considerado atendido, e a avaliação fica sob responsabilidade da ITA.

3.1.4.2 Estanqueidade do sistema de cobertura

Quando o sistema de cobertura for formado pelos painéis objeto dessa Diretriz, deve-se avaliar a estanqueidade à água do sistema de cobertura. Portanto, durante a vida útil de projeto do sistema de cobertura, não deve ocorrer penetração ou infiltração de água que acarrete escorrimento ou gotejamento, considerando-se a pressão de ensaio indicada na Tabela 3 e calculada conforme o mapa de isopletas de vento da NBR 6123. Devem ser consideradas todas as interfaces com componentes ou dispositivos (parafusos, calhas, vigas-calha, lajes planas, componentes de ancoragem, arremates, regiões de cumeeiras, espigões, águas furtadas, oitões, encontros com paredes, tabeiras e outras posições específicas, e subcoberturas), bem como as juntas entre painéis, os encontros de componentes com chaminés, tubos de ventilação, claraboias e outros, em face das movimentações térmicas diferenciadas entre os diferentes materiais, aliados aos componentes ou materiais de rejuntamento.

Tabela 3 - Condições de ensaio de estanqueidade de telhados

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

Premissas de projeto:

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

- detalhar, quando previsto a presença de barreiras:
 - à radiação solar: atender ao limite de emissividade ($\epsilon = 0,2$), conforme método ASTM C 1371;
 - de isolamento térmica: resistência térmica igual ou superior a 90 % da resistência térmica informada pelo fabricante, quando determinada segundo o método constante na NBR 15220-5;
- detalhar as sobreposições e os tamanhos das emendas;

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

- detalhar os acessórios necessários.

3.1.5 Desempenho térmico - isolamento térmica da cobertura

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

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

Os valores máximos admissíveis para a transmitância térmica (U) das coberturas, considerando fluxo térmico descendente, em função das zonas bioclimáticas, encontram-se indicados na Tabela 4.

Tabela 4 – Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica

Transmitância térmica (U) W/m ² K				
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8	
$U \leq 2,30$	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	$\alpha \leq 0,4$	$\alpha > 0,4$
	$U \leq 2,3$	$U \leq 1,5$	$U \leq 2,3$ FV	$U \leq 1,5$ FV
α é absorvância à radiação solar da superfície externa da cobertura. NOTA O fator de ventilação (FV) é estabelecido na NBR 15220-2.				

3.1.6 Desempenho acústico

O resultado do desempenho acústico da envoltória (fachada e cobertura) da edificação, no caso de ensaio realizado em campo, é dependente dos ruídos externos considerados, do comportamento das partes cegas e das esquadrias, bem como das áreas relativas das esquadrias em relação às partes cegas. Assim, o resultado deve ser apresentado em termos da isolamento sonora ($D_{2m,nT,w}$) da envoltória, da relação entre área de janela e área de parede, bem como da isolamento sonora mínima admissível para a esquadria ($R_{wesquadria}$), para garantir o desempenho acústico da envoltória.

3.1.6.1 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 5.

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

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

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

3.1.6.2 Isolação sonora promovida pela cobertura- Índice de redução sonora ponderado da cobertura pelo ensaio de laboratório (informativo)

Pode ser informado o índice de redução sonora ponderado (R_w), determinado em laboratório, quando for possível para a cobertura, em particular quando há somente painéis tipo sanduiche. A Tabela 6 apresenta alguns valores de referência, considerando-se um acréscimo de 5dB, em relação aos valores determinados em campo.. Quando o sistema de cobertura for constituído por vários componentes, além do painel sanduiche, o ensaio deve ser realizado no sistema fachada e cobertura, em campo, conforme item 3.1.6.1.

Tabela 6 - Índice mínimo de redução sonora ponderado, R_w , de coberturas de dormitório – ensaio de laboratório

Classe de ruído	Localização da habitação	R_w dB
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 25
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 30
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo a legislação.	≥ 35

NOTA 1 Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há requisitos específicos.
NOTA 2 Em regiões de aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias e ferrovias há necessidade de estudos específicos

3.1.7 Durabilidade

Conforme item 3.2.6, a menos do item 3.2.6.9 (ensaio de choque térmico).

3.2 Paredes estruturais ou de vedação

3.2.1 Desempenho estrutural

3.2.1.1 Resistência estrutural e estabilidade global

Para cada tipo de unidade habitacional e para cada local de implantação é essencial que seja elaborada memória de cálculo específica, na qual conste especificação de fixações e definição de cargas atuantes, considerando paredes estruturais ou paredes somente de vedação, neste último caso a ligação/interface entre peças estruturais e painéis de vedação devem ser também dimensionadas.

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 15575-2.

A memória de cálculo deve apresentar hipóteses de cálculo, cargas consideradas, verificação da estabilidade das peças estruturais e dimensionamento dos parafusos.

O número, distanciamento e o tipo dos ganchos de ancoragem ou chumbadores empregados como dispositivos de fixação dos painéis à fundação ou à laje de piso devem ser dimensionados de acordo com as cargas de vento e agressividade característica da região onde serão implantadas as unidades habitacionais levando-se em conta sua resistência mecânica e resistência à corrosão. Todos os fatores devem ser evidenciados na memória de cálculo.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

3.2.1.2 Limitação de deslocamentos, fissuras e descolamentos

Considerando as combinações de cargas, devem atender aos limites de deslocamentos instantâneos (d_h) e residuais (d_{hr}) indicados na Tabela 7, sem apresentar falhas que caracterizem o estado-limite de serviço. Devem atender também aos requisitos de 7.3 da NBR 15575-2.

Tabela 7 - Critérios e níveis de desempenho quanto a deslocamentos e ocorrência de falhas sob ação de cargas de serviço

Elemento	Solicitação	Critério
SVVIE com função estrutural	Cargas verticais: $S_d = S_{gk} + 0,7 S_{qk} + S_{wk}$ (desconsiderar S_{wk} no caso de alívio da compressão)	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/500$ $d_{hr} \leq h/2 500$
SVVIE com ou sem função estrutural	Cargas permanentes e deformações impostas $S_d = S_{gk} + S_{e,k}$	Não ocorrência de falhas, tanto nas paredes como nas interfaces da parede com outros componentes
SVVE (paredes de fachadas) com ou sem função estrutural	Cargas horizontais: $S_d^{(a)} = 0,9 S_{gk} + 0,8 S_{wk}$	Não ocorrência de falhas; Limitação dos deslocamentos horizontais ^(b) : $d_h \leq h/500$ (SVVE com função estrutural); $d_{hr} \leq h/2 500$ (SVVE com função estrutural); $d_h \leq h/350$ (SVVE com função de vedação); $d_{hr} \leq h/1 750$ (SVVE com função de vedação). Entende-se neste critério como SVVE as paredes de fachada
<p>^(a) No caso de ensaios de tipo considerar $S_d = S_{gk} + 0,8 S_{wk}$. ^(b) Para paredes de fachada leves ($G \leq 60 \text{ Kg/m}^2$), sem função estrutural, os valores de deslocamento instantâneo (d_h) podem atingir o dobro dos valores acima indicados nesta tabela. onde h é altura do elemento parede; d_h é o deslocamento horizontal instantâneo; d_{hr} é o deslocamento horizontal residual; S_{gk} é a solicitação característica devido à cargas permanentes; S_{ek} é o valor característico da solicitação devido à deformação específica do material; S_{qk} é o valor característico da solicitação devido à cargas acidentais ou sobrecargas de uso; S_{wk} é o valor característico da solicitação devido ao vento.</p>		

3.2.1.3 Resistência a impactos de corpo mole

A parede não deve sofrer ruptura ou instabilidade sob energias de impacto, conforme critérios expostos nas Tabelas 8 a 10.

Para os impactos de corpo-mole em paredes externas, devem ser atendidos os critérios das Tabelas 8 e 9, conforme NBR 15575-4.

Tabela 8 - Resistência a impactos de corpo mole sobre painéis de parede de fachada (parede analisada com função estrutural) – casas térreas

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critérios de desempenho
Impacto externo	720	Não ocorrência de ruína da parede
	480	Não ocorrência de ruína (estado limite último)
	360	
	240	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250^*$; $d_{hr} \leq h/1250$
	180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
120		
Impacto interno	480	Não ocorrência de ruína e traspasse da parede pelo corpo impactador
	240	
	180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

	120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$
* Caso os valores de deslocamento instantâneo ultrapassem os limites estabelecidos, sem surgimento de falhas, e o valores de deslocamento residual atendam ao estabelecido, pode-se considerar o resultado como aceitável		

Tabela 9 - Resistência a impactos de corpo mole sobre painéis de parede de fachada (parede analisada sem função estrutural) – casas térreas (elementos leves)

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Crítérios de desempenho
Impacto externo	360	Não ocorrência de ruína e traspasse da parede pelo corpo impactador
	180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
	120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/62,5$; $d_{hr} \leq h/625$

Para os impactos de corpo-mole em paredes internas, devem ser atendidos os critérios da Tabela 10, conforme NBR 15575-4.

Tabela 10 - Resistência a impactos de corpo mole em paredes internas – casas térreas

Elemento	Energia de impacto de corpo mole J	Critério de desempenho
Parede com função estrutural (impacto sobre montante)/ paredes entre ambientes e paredes de geminação	360	Não ocorrência de ruína (estado limite último)
	240	São admitidas falhas localizadas
	180	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
	120	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço) Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h \leq h/250$; $d_{hr} \leq h/1250$
	60	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
Parede sem função estrutural)	120	Não ocorrência de ruptura. São admitidas falhas localizadas
	60	Não ocorrência de falhas generalizadas nas chapas de fechamento (fissuras, mossas e frestas) 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 ($G \leq 600 \text{N/m}^2$), sem função estrutural, os valores de deslocamento instantâneos podem atingir o dobro dos valores indicados nesta tabela.		

3.2.1.4 Resistência a impacto de corpo duro

Para os impactos de corpo duro em paredes externas, sejam com função estrutural ou somente de vedação, devem ser atendidos os critérios da Tabela 11, conforme NBR 15575-4.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

Tabela 11 - Resistência a impactos de corpo duro em paredes externas

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critérios de desempenho
Impacto externo	3,75	Não ocorrência de falha inclusive no revestimento (estado limite de serviço)
	20	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último)
Impacto interno	2,5	Não ocorrência de falhas (estado limite de serviço)
	10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último)

Para os impactos de corpo duro em paredes internas, devem ser atendidos os critérios da Tabela 12, conforme NBR 15575-4.

Tabela 12- Resistência a impactos de corpo duro em paredes internas

Impacto	Energia de impacto de corpo mole J	Critérios de desempenho
Impacto	2,5	Não ocorrência de falha (estado limite de serviço)
	10	Não ocorrência de ruína, caracterizada por ruptura ou traspassamento (estado limite último)

3.2.1.5 Solicitações transmitidas por portas para as paredes

As paredes devem atender aos critérios especificados na NBR 15575-4:2013.

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) Quando as portas forem submetidas 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.

3.2.1.6 Resistência às solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nas paredes

A face interna das paredes externas e as faces das paredes internas devem resistir às solicitações originadas pela fixação de peças suspensas (prateleiras, quadros e outros); atendendo ao critério da NBR 15575-4, conforme Tabela 13 e Tabela 14. Os ensaios devem ser realizados na região das paredes onde foram previstos reforços e na região sem reforços.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

Tabela 13 - Peças suspensas fixadas por mão-francesa padrão, com aplicação de carga padrão (0,8KN)

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	Não ocorrência de falhas que comprometeram o estado limite de serviço. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$; $d_{hr} < h/2500$
Onde: h é altura do elemento parede; d_h é o deslocamento horizontal; d_{hr} é o deslocamento residual.		
A carga de ensaio é duas vezes o valor da carga considerada como carga de uso.		

Tabela 14 - Peças suspensas fixadas com mão-francesa padrão, com carga aplicada segundo especificações do fabricante ou do fornecedor

Carga de ensaio	Critério de desempenho
Carregamentos especiais previstos conforme informações do fornecedor ⁽¹⁾	Não ocorrência de fissuras. Não ocorrência de destacamento dos dispositivos de fixação. Limitação dos deslocamentos horizontais: $d_h < h/500$; $d_{hr} < h/2500$
Carga de 2 kN, aplicada em ângulo de 60° em relação à face da vedação vertical ⁽²⁾	Não ocorrência de fissuras, destacamentos ou rupturas do sistema de fixação. Coeficiente de segurança à ruptura mínimo igual dois, para ensaios de curta duração.
⁽¹⁾ A carga de ruptura deve ser três vezes maior que a carga de uso.	
⁽²⁾ Exemplo: rede de dormir.	

Caso necessário, reforços devem ser previstos em paredes nas quais serão fixadas peças suspensas, visando atendimento ao critério mínimo da NBR 15.575-3.

Premissas de projeto: o projeto deve mostrar a quantidade e tipo de fixação a ser empregada na fixação de peças suspensas, como armários, pias e barras de apoio, bem como as eventuais barras de reforços. Caso haja locais predefinidos para a instalação das fixações, tais locais devem estar explicitados no Manual de Uso e Manutenção e no DATec, bem como as demais informações acima descritas.

3.2.2 Segurança contra incêndio

Os requisitos de segurança contra incêndio dos elementos construtivos pertinentes a essa Diretriz são expressos, segundo a NBR 15.575-4:2013, por:

- dificultar a ocorrência de inflamação generalizada (reação ao fogo dos materiais da face interna das vedações);
- dificultar a propagação do incêndio (reação ao fogo da face externa das vedações verticais);
- resistência ao fogo dos elementos estruturais e dos elementos de compartimentação.

As instalações elétricas e de telefonia devem estar de acordo com as condições de segurança conforme NBR 5410:2004.

3.2.2.1 Reação ao fogo dos materiais da face interna das vedações

Independente das paredes serem estruturais ou de vedação, as superfícies dos painéis de fachada e ambas as superfícies dos painéis de paredes internas devem classificar-se como:

- I, II A ou III A, quando estiverem associadas a espaços de cozinha;
- I, II A, III A ou IV A, quando estiverem associadas a outros locais internos da habitação, exceto cozinhas;

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

c) I ou II A, quando estiverem associadas a locais de uso comum da edificação,

Estas classificações constam da Tabela 15, de acordo com o método de avaliação previsto na EN 13.823.

Tabela 15 - 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 $\Delta T \leq 30 \text{ }^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50 \%$; $t_f \leq 10 \text{ s}$	–	–
II	A	Combustível FIGRA $\leq 120 \text{ W/s}$ LSF < canto do corpo de prova THR600s $\leq 7,5 \text{ MJ}$ SMOGR $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 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 $\leq 7,5 \text{ MJ}$ SMOGR $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 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 $\leq 15 \text{ MJ}$ SMOGR $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 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 $\leq 15 \text{ MJ}$ SMOGR $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $> 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
IV	A	Combustível FIGRA $\leq 750 \text{ W/s}$ SMOGR $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
	B	Combustível FIGRA $\leq 750 \text{ W/s}$ SMOGR $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $> 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 60 s
V	A	Combustível FIGRA $> 750 \text{ W/s}$ SMOGR $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200 \text{ m}^2$	FS $\leq 150 \text{ mm}$ em 20 s
	B	Combustível FIGRA $> 750 \text{ W/s}$ SMOGR $> 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ 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; ; ISO 1182 – “Buildings materials – non – combustibility test”; EN 13823 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI); EN ISO 11925-2 – Reaction to fire tests – Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame – Part 2: Single-flame source test

3.2.2.2 Reação ao fogo da face externa das vedações verticais

Para o caso de casas geminadas, independente das paredes serem estruturais ou de vedação, as faces externas das paredes devem classificar-se como I ou IIB, conforme tabela 15. Caso as chapas da face interna e externa dos painéis sejam distintas, deve-se realizar o ensaio SBI em ambas as faces.

3.2.2.3 Resistência ao fogo

As paredes de geminação (paredes entre unidades) de casas térreas unifamiliares geminadas são elementos de compartimentação horizontal e devem apresentar resistência ao fogo por um período mínimo de 30 minutos, assegurando estanqueidade a chamas, isolamento térmico, estabilidade e integridade estrutural. Tais paredes devem estender-se até a face inferior do telhado ou acima deste, caso o sistema de cobertura não apresente resistência ao fogo.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

No caso de unidade habitacional unifamiliar isolada, é requerida resistência ao fogo de 30 minutos para paredes, somente na cozinha e ambiente fechado que abrigue equipamento de gás.

3.2.3 Estanqueidade à água

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

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

Portanto a análise de estanqueidade à água do sistema deve avaliar, com relação às fontes de umidade externa: estanqueidade à água de vedações de fachada e da cobertura; estanqueidade à água das juntas entre elementos de fachada e estanqueidade de pisos em contato com o solo. Com relação às fontes de umidade interna: estanqueidade de bases de paredes à água de uso e lavagem.

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

O sistema de vedação vertical externa deve atender ao item 10.1.1 da NBR 15.575-4, considerando-se a ação dos ventos, além de atender aos requisitos de projeto constantes do item 1.2 deste documento.

O sistema de paredes deve passar pelo ensaio de estanqueidade à água, antes e após ter passado pelo ensaio de envelhecimento (ensaio de choque térmico conforme 3.2.6.9).

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, avanços de estruturas para varandas e proteções da base das paredes. É necessária a apresentação de projetos que mostrem as soluções dadas às interfaces entre base de parede e piso externo (calçada ou varanda). O sistema de vedação vertical externa e interna deve atender ao item 10.2.1 da NBR 15.575-4, além de atender aos requisitos de projeto constantes do item 1.2 deste documento.

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

Premissas de projeto: o projeto deve especificar detalhes construtivos que minimizem o contato da base da parede com a água ocasionalmente acumulada no piso. A instituição técnica avaliadora, ITA, deve avaliar a funcionalidade e desempenho desses detalhes, orientando-se pela análise do atendimento aos requisitos de projetos estabelecidos no item 1.2 deste documento.

3.2.4 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.

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.

3.2.4.1 Critérios para o Procedimento Simplificado

No Procedimento Simplificado deve-se verificar o atendimento aos critérios de desempenho térmico (transmitância e capacidade térmica) estabelecidos para as paredes externas e para a cobertura, conforme estabelecido na NBR 15.575-4 e NBR 15.575-5.

3.2.4.2 Critérios para os Procedimentos de Simulação ou de Medição

O Procedimento de Simulação do desempenho térmico é realizado com ferramenta digital, a partir dos dados de projeto do edifício. Já o Procedimento de Medição é feito por meio de coleta de dados em edifícios ou protótipos construídos.

Tanto para o Procedimento de Simulação como para o de Medição, tem-se que o sistema construtivo alvo dessa Diretriz deve possibilitar a adequação da edificação ao critério mínimo (M) de desempenho térmico estabelecido no anexo A da NBR 15575-1.

3.2.5 Desempenho acústico

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

Para verificação do atendimento ao requisito de isolamento sonora, seja de paredes externas ou internas, deve-se realizar medições do isolamento em laboratório ou em campo cujos critérios de desempenho estão descritos a seguir.

No caso da realização do ensaio de isolamento a ruídos aéreos das paredes externas cegas em laboratório, o resultado será apresentado em termos de $R_{w\text{parede}}$. Porém, é necessária a estimativa do comportamento acústico da fachada, considerando a relação entre área de esquadria externa e área de parede cega, bem como a isolamento sonora mínima necessária para a esquadria ($R_{w\text{esquadria}}$), de forma que a fachada atenda ao menos ao critério mínimo de desempenho acústico.

Já o resultado do desempenho acústico das envoltórias (paredes e cobertura), quando ensaiadas em campo, é dependente dos ruídos externos considerados e também das áreas dos vãos e da isolamento sonora das esquadrias. Assim, o resultado deve ser apresentado em termos da isolamento sonora ($D_{2m,nT,w}$) da envoltória, da relação entre área de janela e área de parede, bem como da janela considerada por ocasião da medição de campo. Caso necessário, deve-se informar a isolamento sonora mínima admissível para a esquadria ($R_{w\text{esquadria}}$), para garantir o desempenho acústico da envoltória.

3.2.5.1 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 16. Entende-se, para esse critério, a vedação externa como sendo a fachada e a cobertura, no caso de casas térreas.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

Tabela 16 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$, da vedação externa de dormitório - para ensaios de campo

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

3.2.5.2 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 17 e conforme NBR 15575-4.

Tabela 17 – Índice mínimo de redução sonora ponderado, R_w , de fachadas – ensaio de laboratório

Classe de ruído	Localização da habitação	R_w dB
I	Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas.	≥ 25
II	Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III	≥ 30
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação	≥ 35

3.2.5.3 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

O sistema de vedação vertical interna deve apresentar, no mínimo, os valores da Tabela 18, conforme NBR 15575-4.

Tabela 18 - Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2nT,w}$, entre ambientes – para ensaio de campo

Elemento	$D_{2nT,w}$ dB
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	≥ 40
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	≥ 45

3.2.5.4 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - 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 19, 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.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

Tabela 19 – Índice de redução sonora ponderado, R_w , de componentes construtivos utilizados nas vedações entre ambientes – ensaio de laboratório

Elemento	R_w dB
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), nas situações onde não haja ambiente dormitório	≥45
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação), no caso de pelo menos um dos ambientes ser dormitório	≥50

3.2.6 Durabilidade e manutenibilidade

Manter a capacidade funcional dos sistemas durante a vida útil de projeto, desde que sejam realizadas as intervenções de manutenção pré-estabelecidas em Manual de Uso e Manutenção, elaborado conforme NBR14037.

3.2.6.1 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 15575-1 e transcritos na Tabela 20, se submetidos a manutenções preventivas (sistemáticas) e, sempre que necessário, a manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.

Tabela 20 - Vida útil de projeto mínima

Sistema	VUP (anos)
Estrutura (paredes e lajes de piso objeto desta Diretriz)	≥ 50
Vedação vertical externa (paredes formadas por quadros estruturais em peças de madeira e chapas delgadas)	≥ 40
Vedação vertical interna	≥ 20
Pisos internos (revestimentos e acabamentos)	≥ 13
Cobertura	≥ 20

Premissas de projeto

O proponente do sistema, o construtor, o incorporador público ou privado, isolada ou solidariamente, devem especificar em projeto e nos manuais de uso e manutenção 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 vãos em paredes com função estrutural, limpeza com água de pinturas não laváveis, presença de umidade em função de tratamentos inadequados de vazamentos, travamento impróprio de janelas entre outros);
- detalhes que garantam que a base da parede não tenha contato prolongado com a umidade do piso, considerando interfaces como: parede/piso externo e parede/piso interno de áreas sujeitas a água de uso e lavagem;

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

- detalhes e posicionamento das instalações (hidráulicas e de gás), e informações sobre formas de reparos de eventuais vazamentos;
- 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.

3.2.6.2 Manutenibilidade dos elementos

Estabelecer em projeto e no manual de uso e manutenção do sistema construtivo os prazos de Vida Útil de Projeto e de garantias 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 assistência técnica e sobre as condições de uso, como fixação de peças suspensas nas paredes, localização das instalações (elétricas, hidráulicas e de gás), 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 construtivo.

As informações constantes do Manual Técnico do sistema construtivo devem ser consideradas no Manual de Uso e Manutenção da unidade habitacional entregue ao usuário.

O manual de uso e manutenção, elaborado conforme NBR 14037, 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, considerando também as orientações da NBR 5674.

3.2.6.3 Resistência à corrosão de dispositivos de fixação – parafusos, pregos, chumbadores e perfis

Ver tabela 1

3.2.6.4 Resistência à corrosão galvânica entre componentes metálicos

Todos os componentes metálicos em contato entre si devem ter proximidade quanto aos seus potenciais eletroquímicos, evitando possibilidade da ocorrência de corrosão galvânica, ou estarem separados por produtos isolantes, tal qual fita de butil. Por exemplo, as seguintes interações devem ser verificadas: parafusos – guias de contato com o piso; parafusos e chapas de aço das paredes e cobertura; parafusos e perfis de esquadrias, entre outros. Resistência à corrosão das chapas de aço pré-pintadas.

Ver tabela 1

3.2.6.5 Resistência à umidade das chapas de aço pré-pintadas

Ver tabela 1

3.2.6.6 Resistência de aderência dos isolantes às chapas após exposição a variação de temperatura

Ver tabela 1

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

3.2.6.7 Resistência aos raios ultravioletas das chapas de aço e das chapas sintéticas

Ver tabela 1

3.2.6.8 Resistência ao calor e choque térmico – paredes de fachada

Os painéis das paredes de fachada, incluindo seus tratamentos de juntas e acabamentos, submetidos 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, deformações, empolamentos, descoloração e outros danos.

Após exposição dos painéis ao ensaio de calor e choque térmico, realizar ensaio mecânico no painel, resistência à flexão e resistência à compressão, sendo que os valores de ensaio após exposição devem ser no máximo 30% menor dos que os valores antes de exposição ($R_{\text{após envelhecimento}} \geq 0,70 R_{\text{inicial}}$).

4 Métodos de avaliação

4.1 Métodos de avaliação das características do produto

A Tabela 21 mostra os métodos de ensaio ou análise a serem adotados na avaliação de cada um dos requisitos explicitados.

Tabela 21 - Método de avaliação das características dos materiais e componentes

Item	Requisitos	Referencia aos Métodos de ensaio
A	Perfis de aço (peças estruturais principais ou complementares)	
A.1	Resistência mínima de escoamento e tipos de perfis	conforme NBR 6673
A.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento de perfis internos aos painéis sem nenhuma face de exposição à intempéries	NM 278 e NBR 7397 NBR 15578 e NBR 7013 – Caso a medida seja realizada sobre os perfis a referência deve ser o valor individual e não a média do ensaio triplo, como no caso de chapas
A.3	Proteção contra-corrosão Resistência à corrosão de perfis estruturais expostos à intempéries	Ensaio em câmara de névoa salina: NBR 8094 / ASTM B117 / ISO 4628 Ensaio em Câmara úmida (Cleveland): NBR 8095 / ISO 4628 Ensaio em Câmara de dióxido de enxofre NBR 8096 / ISO 4628
B	Chapas de aço pré-pintada	
B.1	Espessura da chapa pré-pintada	Medição com paquímetro
B.2	Tipo de pintura da chapa	informação que deve constar do projeto e do DATEC específico
B.3	Resistência à radiação UV-B	ASTM G154 /ISO 4628
B.4	Resistência à corrosão (Tempo mínimo para aparecimento de corrosão vermelha no material base quando exposto a ensaios de envelhecimento acelerado)	Ensaio em câmara de névoa salina: NBR 8094 / ASTM B117 / ISO 4628 Ensaio em Câmara úmida (Cleveland): NBR 8095 / ISO 4628 Ensaio em Câmara de dióxido de enxofre NBR 8096 / ISO 4628
B.5	Resistência a impactos da pintura orgânica	ASTM D2794

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

C Chapas de Compósito Polimérico Reforçado com Fibra de Vidro		
C.1	Caracterização: densidade, identificação do polímero e teor de fibras	ASTM D792-08; NBR 14115:1998; ASTM D3677-10e1
C.2	Aspecto visual após ensaio de envelhecimento acelerado (Face externa do painel exposta ao intemperismo)	ASTM G154-12a
C.3	Envelhecimento acelerado (aplica-se para o painel)	ASTM C481-99:2011 Ensaio a serem realizados antes e após envelhecimento: Ensaio Cisalhamento – ASTM C273; Força de Compressão – ASTM C364 e C365/C365M; Força de delaminação – ASTM C363; Tração – ASTM C297/C297M; Módulo de elasticidade – ASTM C393; Força de aderência do adesivo – ASTM D1781.
C.4	Módulo de elasticidade	ASTM D790
C.5	Resistência à tração	
C.6	Resistência ao impacto: realizar ensaio de impacto Charpy ¹⁾	DIN EN ISO 179/2006 – parte 1
C.7	Resistência a agentes químicos (Face Externa do painel voltada para o ambiente interno) ⁽¹⁾	ASTM D543-06 Agentes Químicos: Solução aquosa de ácido acético 3% v/v; Solução aquosa de hidróxido de amônio 10 % v/v; Solução detergente – limpeza pesada; Álcool etílico 95%; Azeite de oliva; Solução aquosa de sabão 1% p/v; Solução aquosa hipoclorito de sódio 4% a 6% p/v; Solução aquosa hidróxido de sódio 10% p/v; Limpadores tipo “multi-uso”; Solvente tipo “thinner”; Caneta do tipo ponta porosa (hidrocor); Gasolina Tipo C.
C.8	Compatibilidade das pinturas aplicadas sobre chapas de compósito polimérico	NBR 11003:2009
C.9	Compatibilidade com argamassas colantes	NBR 13753:1996 NBR 13754:1996 NBR 13755:1996
C.10	Especificação do tipo e quantidade/gramatura dos reforços em fibra de vidro	realizar ensaios de caracterização conforme normas técnicas específicas
C.11	Coefficiente de variação térmica linear	realizar ensaios conforme normas técnicas específicas
C.12	Especificação de resina e do respectivo HDT (Temperatura de Distorção) da constituição das chapas constituição das chapas	realizar ensaios de caracterização conforme normas técnicas específicas
C.13	Cobrimento mínimo dos reforços em fibra de vidro	realizar ensaio ou medição, conforme norma técnica pertinente
⁽¹⁾ O ensaio de agentes químicos deve ser feito na chapa com o seu acabamento final.		
D EPS ou XPS		
D.1	Espessura	Normas técnicas pertinentes
D.2	Massa específica	Normas técnicas pertinentes
D.3	Condutividade térmica	Normas técnicas pertinentes
D.4	Resistência térmica	Normas técnicas pertinentes
D.5	Absorção de água	NBR 7973
D.6	Estabilidade térmica	EN 13.163 (para EPS) e EN 13.164 (para XPS)
D.7	Ignitabilidade	EN ISO 11.925-2
E PUR ou PIR		
E.1	Espessura	Normas técnicas pertinentes
E.2	Massa específica	Normas técnicas pertinentes
E.3	Condutividade térmica	Normas técnicas pertinentes

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

E.4	Resistência térmica	Normas técnicas pertinentes
E.5	Absorção de água	NBR 7973
E.6	Estabilidade térmica	EN 13.165
E.7	Ignitabilidade	EN ISO 11.925-2
F	Barreiras impermeáveis	
F.1	Gramatura	Normas técnicas pertinentes
F.2	Permeabilidade ao vapor	ASTM E96
F.3	Permeabilidade à água	AATCC 127: 2008
G	Componentes de fixação (pregos, parafusos e chumbadores)	
G.1	Descrição/ tipo e uso	Verificação visual de documento de declaração e medida de espessura com paquímetro
G.2	Proteção contra-corrosão / Tipo e espessura do revestimento'	
G.3	Resistência à corrosão (Tempo mínimo para aparecimento de corrosão vermelha no material base quando exposto em câmara de névoa salina)	NBR 8094
H	Colas e Adesivos	
H.1	TIPO	Verificação visual de documento/projeto
I	Caracterização do Painel	
I.1	Resistência à compressão	EN 14.509
I.2	Resistência à flexão, considerando dois apoios	EN 14.509
I.3	Características geométricas (espessura, comprimento, largura, esquadro, diagonal)	EN 14.509
I.4	Resistencia de aderencia dos isolantes às chapas/ Resistencia a tração perpendicular ao plano do painel (amostra no estado original)	EN 1607
I.5	Resistencia de aderencia dos isolantes às chapas/ Resistencia a tração perpendicular ao plano do painel (amostra após exposição a variação de temperatura)	EN 14.509, Anexo B, tipo DUR 1, ou ASTM C481-99 (2011)

4.2 Métodos de avaliação de desempenho

4.2.1 Coberturas

4.2.1.1 Desempenho estrutural

4.2.1.1.1 Resistência e deformabilidade - Comportamento estático

Conforme 7.2.2.1 e 7.2.2.2 da NBR 15575-2.

4.2.1.1.2 Risco de arrancamento de componentes sob ação do vento

Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais. O projeto deve considerar os efeitos de sucção, cabendo ao projetista definir a

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

necessidade da execução de ensaio, conforme NBR 5643 ou NBR 15575-2, adotando-se adaptações necessárias.

A NBR 15575-2 descreve um exemplo de roteiro de cálculo dos esforços atuantes do vento em coberturas.

4.2.1.1.3 Solicitações de montagem ou manutenção

Os deslocamentos sob ação das cargas concentradas podem ser determinados por meio do cálculo estrutural, quando as propriedades dos materiais ou componentes do telhado forem conhecidas ou quando se dispuser de modelos de cálculo, ou por meio da realização de ensaios. O cálculo dos deslocamentos e da resistência deve ser elaborado com base nas propriedades dos materiais e nas NBR 6118, NBR 7190, NBR 8800, NBR 9062 e NBR 14762. A realização de ensaio de tipo, em campo ou em laboratório, nas estruturas principais ou secundárias, deve incluir todas as ligações, vinculações e acessórios.

4.2.1.1.4 Solicitações em forros de peças fixadas

Realização de ensaio, em laboratório ou em campo, de acordo com a NBR 15575-2 e verificação da carga máxima conforme Manual de Uso, Operação e Manutenção.

4.2.1.1.5 Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados - Resistência ao impacto

Realização de ensaio em laboratório ou em campo, de acordo com o Anexo C da norma NBR 15575-5.

4.2.1.2 Segurança no uso e na operação - quanto a possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura

Verificação e validação dos cálculos estruturais e/ou ensaios de laboratoriais, conforme Anexo G da norma NBR 15575-5.

Análise do projeto em face das seguintes premissas:

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

4.2.1.3 Segurança contra incêndio

4.2.1.3.1 Reação ao fogo do sistema de cobertura das edificações

O método de avaliação previsto para avaliar a reação ao fogo da face interna dos painéis que formam o telhado é o da EN 13.823. O sistema não pode ser avaliado pela NBR 9442, pois é um material composto por miolo combustível protegido por barreira incombustível ou que pode se desagregar. Neste caso, a classificação dos materiais deve ser feita de acordo com o padrão indicado na Tabela 2 dessa Diretriz.

O ensaio de propagação de chamas, para avaliar a reação ao fogo da face externa deve ser realizado conforme ENV 1187.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

4.2.1.3.2 Resistência ao fogo do sistema de cobertura das edificações

O ensaio deve ser conduzido conforme princípios estabelecidos na NBR 5628 e a amostra deve ter dimensões representativas (para o caso de elementos estruturais). No caso de elementos não estruturais, adotar normas técnicas pertinentes.

4.2.1.4 Estanqueidade

4.2.1.4.1 Condições de salubridade no ambiente habitável – impermeabilidade à água

Ensaio de impermeabilidade conforme NBR 7581. O projeto deve prever detalhes construtivos que assegurem a não ocorrência de umidade e de suas conseqüências estéticas no ambiente habitável.

4.2.1.4.2 Estanqueidade do sistema de cobertura

Ensaio da estanqueidade à água do sistema de cobertura de acordo com o método apresentado no Anexo D da norma NBR 15575-5, com base nas condições de ensaio descritas na Tabela 3 do anexo da referida norma.

4.2.1.5 Desempenho térmico - isolamento térmica da cobertura

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

4.2.1.6 Desempenho acústico

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

Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional. Deve-se utilizar um dos métodos de campo do item 12.2.1 da norma NBR 15575-5 para a determinação dos valores da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{2m,nT,w}$. As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas, tais como foram entregues pela empresa construtora ou incorporadora.

4.2.1.6.2 Isolação sonora promovida pelos elementos da cobertura – ensaio de laboratório - R_w

Método de avaliação segundo NBR 15575-4.

4.2.1.7 Durabilidade

Conforme métodos descritos no item 4.2.2.6

4.2.2 Paredes estruturais ou de vedação

4.2.2.1 Desempenho estrutural

4.2.2.1.1 Resistência estrutural e estabilidade global

a) Análise do projeto estrutural e memória de cálculo, verificando sua conformidade com as normas brasileiras pertinentes; ou

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

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

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 diagrama carga x deslocamento correspondente, conforme indicado no Anexo A da norma NBR 15575-2.

4.2.2.1.2 Limitação de deslocamentos, fissuras e descolamentos

Para paredes externas e internas com função estrutural, efetuar cálculos ou ensaio previstos em 7.3 da norma NBR 15575-2.

As análises, verificações ou ensaios de tipo devem considerar também as fixações e vinculações, bem como o desenho específico para cada caso, incluindo as justificativas do modelo adotado.

Para o ensaio visando a verificação da resistência a ações horizontais, pode ser adotada a câmara de ensaio prevista para ensaios de esquadrias externas, conforme a NBR 10821-3 ou realizar ensaio por intermédio de balão inflável de material plástico, conforme Anexo G.

Os resultados do ensaio de tipo devem mencionar a ocorrência de fissuras, deslocamentos ou falhas que repercutam no estado-limite de serviço, considerando prejuízo ao desempenho, ou no estado-limite último, considerando prejuízo da segurança estrutural.

Para avaliar *in loco* o funcionamento dos componentes, deve ser realizada verificação de campo.

As ocorrências de fissuras ou descolamentos são consideradas toleráveis caso atendam às seguintes características, conforme o local do aparecimento:

- a) sistema de vedação vertical interna ou faces internas de sistema de vedação vertical externa (fachadas);
 - fissuras no corpo dos sistema de vedação vertical interna ou nos seus encontros com elementos estruturais, destacamentos entre placas de revestimento e outros seccionamentos do gênero, desde que não sejam detectáveis a olho nu por um observador posicionado a 1,00 m da superfície do elemento em análise, em um cone visual com ângulo igual ou inferior a 60°, sob iluminação igual ou maior que 250 lux, ou desde que a soma das extensões não ultrapasse 0,1 m/m², referente à área total das paredes do ambiente;
 - descolamentos localizados de revestimentos, detectáveis visualmente ou por exame de percussão (som cavo), desde que não impliquem descontinuidades ou risco de projeção de material, não ultrapassando área individual de 0,15 m² ou área total correspondente a 15 % do elemento em análise;
- b) fachadas ou sistemas de vedação vertical externo:
 - fissuras no corpo das fachadas, descolamentos entre placas de revestimento e outros seccionamentos do gênero, desde que não sejam detectáveis a olho nu por um observador posicionado a 1,00 m da superfície do elemento em análise, em um cone visual com ângulo igual ou inferior a 60°, sob iluminação natural em dia sem nebulosidade;
 - descolamentos de revestimentos localizados, detectáveis visualmente ou por exame de percussão (som cavo), desde que não impliquem descontinuidades ou risco de

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

projeção de material, não ultrapassando área individual de 0,10 m² ou área total correspondente a 5 % do pano de fachada em análise.

4.2.2.1.3 Resistência a impactos de corpo mole

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 norma NBR 11675.

4.2.2.1.4 Resistência a impacto de corpo duro

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 norma NBR 11675, ou no Anexo B da norma NBR 15575-4.

4.2.2.1.5 Solicitações transmitidas por portas para as paredes

O fechamento brusco da porta deve ser realizado segundo a norma NBR 15930-2.

O impacto de corpo mole deve ser aplicado no centro geométrico da folha de porta, devidamente instalada. Podem ser seguidas as diretrizes gerais da NBR 15930-2, considerando impacto somente no sentido de fechamento da porta, no caso de vedações internas, e tanto no sentido de fechamento como de abertura da porta, no caso de vedações externas. Na montagem da porta para o ensaio, as fechaduras devem ser instaladas de acordo com o que prescreve a 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.

4.2.2.1.6 Resistência a solicitações de cargas de peças suspensas atuantes nas paredes

Método de avaliação conforme NBR 15575-4.

4.2.2.2 Segurança contra incêndio

4.2.2.2.1 Reação ao fogo (Propagação de chama) e limitação da densidade ótica de fumaça

O método de ensaio de reação ao fogo utilizado como base da avaliação dos materiais empregados nas paredes compostas pelos painéis objeto dessa Diretriz é o EN 13823 – Reaction to fire tests for building products – Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item (SBI).

4.2.2.2.2 Resistência ao fogo

Realização de ensaios conforme a NBR 5628 (painéis com função estrutural), ou NBR 10636 (painéis sem função estrutural).

4.2.2.3 Estanqueidade à água

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

Realização de ensaio conforme NBR 15.575-4:2013, e análise de projeto verificando atendimento às premissas descritas no item 3.2.3.1 dessa Diretriz.

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

Realização de ensaio conforme NBR 15.575-4:2013, ou análise de projeto verificando atendimento às premissas descritas no item 3.2.3.1 dessa Diretriz.

4.2.2.4 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.

4.2.2.4.1 Análise pelo Procedimento Simplificado

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.

4.2.2.4.2 Análise pelo Procedimento de Simulação ou de Medição

- a) Procedimento de Simulação: verificação do atendimento aos requisitos e critérios, por meio da simulação computacional do desempenho térmico do edifício (Procedimento informativo, conforme NBR 15575-1);
- 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 NBR 15575-1).

4.2.2.5 Desempenho acústico

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

Método de avaliação segundo NBR 15575-4.

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

Método de avaliação segundo NBR 15575-4.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

4.2.2.5.3 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - ensaio de campo - $D_{2m,nT,w}$

Método de avaliação segundo NBR 15575-4.

4.2.2.5.4 Isolação sonora entre ambientes promovida pelas paredes internas - ensaio de laboratório - R_w

Método de avaliação segundo NBR 15575-4.

4.2.2.6 Durabilidade e manutenibilidade

4.2.2.6.1 Vida útil de projeto dos elementos

Verificação do atendimento aos prazos constantes da norma NBR 15575-1:2013 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.

Deve ser verificado se as premissas apresentadas no item 3.2.6.1 desta Diretriz estão de acordo com o projeto do sistema de vedação vertical.

4.2.2.6.2 Manutenibilidade dos elementos

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

4.2.2.6.3 Resistência à corrosão de dispositivos de fixação – parafusos, pregos, chumbadores e perfis

Conforme Tabela 21.

4.2.2.6.4 Resistência à corrosão galvânica entre componentes metálicos

4.2.2.6.5 Análise de projeto e verificação em obra. Resistência à corrosão das chapas de aço pré-pintadas

Conforme Tabela 21.

4.2.2.6.6 Resistência à umidade das chapas de aço pré-pintadas

Conforme Tabela 21.

4.2.2.6.7 Resistência de aderência dos isolantes às chapas após exposição a variação de temperatura

Conforme Tabela 21.

4.2.2.6.8 Resistência aos raios ultravioletas das chapas de aço e das chapas sintéticas

Conforme Tabela 21.

4.2.2.6.9 Resistência à ação de calor e choque térmico – parede de fachada

Realizar ensaio para averiguar a resistência à ação de calor e choque térmico dos painéis-parede, conforme NBR 15575-4, considerando um corpo-de-prova de no mínimo 2,40m de largura e 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 fabricação e montagem

O controle da qualidade deve ser realizado pelo proponente na fase de fabricação dos painéis e na montagem de unidades habitacionais.

Tanto a auditoria inicial, antes da concessão do DATec, como as auditorias periódicas, após concessão do DATec, serão realizadas na fase de fabricação e montagem. As auditorias técnicas, após concessão do DATec, serão realizadas, a cada seis meses aproximadamente.

Para renovação deste DATec serão apresentados os relatórios de auditorias técnicas (incluindo verificação de unidades em execução e verificação do comportamento de unidades em uso), considerando amostras representativas da produção de unidades habitacionais no país.

A Tabela 22 mostra as atividades a serem controladas pelo produtor, e as tabelas subsequentes mostram os documentos e requisitos que devem balizar tal controle e a frequência com que esses controles 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 22 - Atividades objeto de controle do sistema construtivo

Atividade a ser controlada pelo produtor	Procedimentos de controle a serem elaborados pelo produtor e verificados pela ITA
Controle de aceitação de materiais em fábrica	Procedimento de controle de aceitação de materiais (itens e frequência de controle – exemplos nas tabelas a seguir).
Controle da qualidade dos painéis pós-produção em fábrica	Procedimento de controle e ensaios dos painéis na fábrica (itens e frequência de controle – exemplos nas tabelas a seguir).
Controle da aceitação dos painéis em canteiro-de-obras	Procedimento de controle e rastreabilidade dos painéis em obra
Controle e inspeção da etapa de montagem	Procedimento que conste a verificação das atividades de montagem.

Os Relatórios de auditorias devem ser individuais, por fábrica ou obra auditada, e serem identificados nos respectivos DATec's. Cada um dos itens da tabela anterior deve ser objeto da auditoria e constarem nos Relatórios. Além disso, aspectos contratuais da transferência de tecnologia entre proponente da tecnologia e construtora devem ser avaliados e constarem no respectivo relatório.

Nesta fase de auditoria a conformidade das obras com as especificações de projeto e do Relatório Técnico de Avaliação (RTA) é analisada, bem como as informações constantes do Manual de Uso e Operação do sistema construtivo.

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

6.1 Controle de aceitação de materiais e componentes em fábrica

O proponente da tecnologia e/ou construtor deve apresentar documentação/ procedimentos à ITA que comprovem, pelo menos, os controles apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - Controle de aceitação de materiais em fábrica: métodos e frequências de avaliação

Item	Material/ componente	Requisito	Método de avaliação	Amostragem/ Frequência de inspeção
A	Chapas de aço pré-pintadas			
A.1	Espessura e tipo de revestimento (metálico + orgânico)	Conforme especificação do fabricante de painel	Avaliar Nota Fiscal e Relatório de ensaio	Lote de peças entregues em fabrica
A.2	Resistência à flexão		Análise de relatório de ensaio emitido por lote entregue em fabrica	
A.3	Resistência a impactos			
A.4	Resistência à corrosão			
A.5	Identificação das chapas para permitir rastreabilidade	-	visual	
B	Perfis de aço (peças estruturais principais ou complementares)			
B.1	Dimensões de comprimento, largura e espessura dos perfis	Especificação de projeto	Conferência com trena	Lote de peças entregues em fabrica
B.2	Tipo e espessura do revestimento de proteção	Especificação de projeto	Relatório de ensaio e conferência em obra (método magnético)	Lote de peças entregues em fabrica
B.3	Identificação das chapas para permitir rastreabilidade	-	visual	
C	Isolantes térmicos			
C.1	Tipo e massa específica	Conforme especificação de projeto	Relatório de ensaio	Lote recebido em fabrica
C.2	Absorção de água			
C.3	Condutividade térmica			
C.4	Estabilidade térmica			
C.5	Identificação das chapas ou placas para permitir rastreabilidade	-	visual	
D	Chapas de compósito polimérico			
D.1	Densidade	ASTM D792-08	Análise de relatório de ensaio emitido por lote entregue em fabrica	Lote recebido/produzido em fábrica
D.2	Teor de fibras	NBR 14115:1998		
D.3	Identificação da resina polimérica e do respectivo HDT (Temperatura de distorção)	ASTM D3677-10e1		
D.4	Cobrimto mínimo dos reforços em fibra de vidro	Procedimento interno	Conferência com equipamento de medição adequado	

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

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

6.2 Controle de aceitação dos painéis pós – fabricação, antes de envio para o canteiro de obras

O proponente da tecnologia e/ou construtor deve apresentar documentação/ procedimentos à ITA que comprovem, pelo menos, os controles apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 - Controle de aceitação dos painéis em fábrica: métodos e frequências de avaliação

A	Painéis			
A.1	Dimensões geométricas	Conforme especificação do fabricante do painel	Inspeção com equipamento adequado	Por lotes de fabricação ou por lotes a serem entregues no canteiro de obras
A.2	Aspecto visual			
A.3	Esquadro			
A.4	Resistência à flexão		Análise de relatório de ensaio emitido por lote entregue em fábrica	
A.5	Resistencia de aderencia dos isolantes às chapas			
* Os relatórios de ensaio e certificados de conformidade devem ser de terceira parte				

6.3 Controle de aceitação de materiais e da montagem em canteiro de obras

6.3.1 Controle de aceitação de materiais

Todos os materiais recebidos no canteiro de obras que integram o sistema construtivo objeto desta Diretriz devem ter sua qualidade (conformidade com as especificações de projeto) avaliada. Assim, relatórios de certificação ou de ensaio (elaborados por entidade de terceira parte) devem ser entregues à construtora e detentor da tecnologia pelos fornecedores. A tabela a seguir exemplifica alguns controles de aceitação de materiais em obra:

Tabela 25 – Exemplo de controle de aceitação de materiais em obra

Item	Material/ componente	Requisito	Método de avaliação	Amostragem/ Frequência de inspeção
1	Chapa de aço	Resistência de aderência dos isolantes às chapas e resistência à corrosão	Análise de certificado ou relatório de ensaio* entregue pelo fornecedor	01 amostra / lote entregue no empreendimento
2	Parafusos	Tensão de escoamento, tipo de proteção e resistência à corrosão	Análise de certificado ou relatório de ensaio* entregue pelo fornecedor	01 amostra / lote entregue no empreendimento
3	Isolantes	Tipo, massa específica, absorção de água e reação ao fogo **	Análise de certificado ou relatório de ensaio* entregue pelo fornecedor	01 amostra / lote entregue no empreendimento
4	Chapas sintéticas	Resistência de aderência dos isolantes às chapas, resistência aos raios UV-B e resistência a impactos	Análise de certificado ou relatório de ensaio* entregue pelo fornecedor	01 amostra / lote entregue no empreendimento
* Relatório de ensaio e certificação devem ser elaborados por entidade de 3ª parte				
** Teste prático para avaliar a reação ao fogo do isolante (ver item 6.3.1.1)				

Sistemas construtivos formados por painéis pré-fabricados de chapas delgadas vinculadas por núcleo de isolante térmico rígido

6.3.1.1 Método para realização de teste prático em canteiro, para avaliar reação ao fogo do isolante:

- com auxílio de serra copo, retirar amostra de um painel, com dimensões de aproximadamente 25mm de diâmetro e 500mm de comprimento;
- apoiar a amostra e aproximar até qual distância? a chama de um isqueiro convencional; sendo perceptível o início da reação ao fogo; manter a chama por 5 segundos e observe reação do material.

Caso o isolante tenha baixa reação ao fogo, não será percebida elevação da chama no material ensaiado.

6.3.2 Controle da montagem

As principais atividades devem constar de procedimento de montagem, os quais devem ser comprovadamente aplicados em obra. A conformidade e aplicação desse procedimento serão verificadas pela ITA. O proponente da tecnologia deve prever critérios de aceitação dos painéis montados e da parede e cobertura finalizada, com indicação de ações corretivas, quando for o caso. 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.