



DOCUMENTO DE HOMOLOGAÇÃO

Homologação de novos materiais e processos de construção

FAUSTINO & FERREIRA – SOCIEDADE
CONSTRUÇÕES METÁLICAS S.A.
Parque Industrial Manuel da Mota, lote 23
3100-354 POMBAL
e-e: geral@faustinoferreira.com
http://faustinoferreira.com/

CHAPA TÉRMICA ISOTEC27
TELHA TÉRMICA ISOTECCOPPO
CHAPAS METÁLICAS COMPÓSITAS PARA COBERTURAS,
PAREDES EXTERIORES E INTERIORES

CHAPAS METÁLICAS COMPÓSITAS PARA
COBERTURAS, PAREDES EXTERIORES
E INTERIORES
COMPOSITE METAL SHEET FOR ROOFING,
EXTERNAL CLADDING AND INTERNAL LINING
PLAQUES METALLIQUES COMPOSITES POUR
COUVERTURE, BARDAGES EXTÉRIEUR ET INTÉRIEUR

JULHO DE 2018

A situação de validade do DH deve ser verificada no portal do LNEC (www.lnec.pt).

DECISÃO DE HOMOLOGAÇÃO

O presente Documento de Homologação, elaborado nos termos do disposto no artigo 17.º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 50/2008, de 19 de março, define as características e estabelece as condições de execução e de utilização de dois tipos de chapas compósitas constituídas por chapas metálicas nervuradas, com perfil trapezoidal ou a imitar telha cerâmica, camada aderente moldada de espuma rígida de PUR de pequena espessura e, eventualmente, folha de alumínio gofrado (na face interior), e destinados ao revestimento de coberturas e de paredes. As designações comerciais dos dois produtos são, respetivamente, Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo, e são ambas produzidas pela empresa Faustino & Ferreira – Sociedade Construções Metálicas, S.A.

A utilização destas chapas fica ainda condicionada pelas disposições regulamentares aplicáveis.

A homologação é concedida sob condição de que a empresa Faustino & Ferreira – Sociedade Construções Metálicas, S.A. assegure a constância da qualidade da produção, nomeadamente através do controlo da produção em fábrica, sintetizado na secção 3 e no Anexo I.

Este Documento de Homologação é válido até 31 de julho de 2021, podendo ser renovado mediante solicitação atempada ao LNEC.

O LNEC reserva-se o direito de proceder à suspensão ou ao cancelamento deste Documento de Homologação caso ocorram situações que o justifiquem, nomeadamente perante qualquer facto que ponha em dúvida a constância da qualidade das soluções de chapas compósitas ou dos seus constituintes.

Lisboa e Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em julho de 2018.

O CONSELHO DIRETIVO

Carlos Pina
Presidente

1 DESCRIÇÃO DAS CHAPAS COMPÓSITAS

1.1 Descrição geral

As chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 são constituídas por uma chapa metálica nervurada trapezoidal pré-lacada, uma camada aderente moldada de espuma rígida de poliuretano (PUR) de pequena espessura e, eventualmente, uma folha de alumínio gofrado (na face interior).

As chapas compósitas Telha Térmica IsoTecCoppo são constituídas por uma chapa metálica pré-lacada, perfilada e prensada de modo a imitar uma cobertura de telha cerâmica, uma camada aderente moldada de espuma rígida de poliuretano (PUR) de pequena espessura e, eventualmente, uma folha de alumínio gofrado (na face interior).

Ambas são fabricadas pela firma Faustino & Ferreira – Sociedade Construções Metálicas, S.A., com sede e fábrica em Pombal e destinam-se a realizar o revestimento de coberturas inclinadas, de paredes exteriores e de divisórias interiores, em construção nova ou em intervenções de reabilitação.

Associadas a estas chapas compósitas, são utilizadas em obra peças complementares de fixação e remate que não são cobertas pelo presente Documentos de Homologação.

1.2 Constituição e características principais

1.2.1 Chapas compósitas

As chapas compósitas são constituídas por uma chapa de aço galvanizada pré-lacada, com 0,45 mm de espessura nominal, perfilada e moldada de acordo com a geometria pretendida: nervurada no caso da Chapa Térmica IsoTec27 e imitando telha cerâmica no caso da Telha Térmica IsoTecCoppo. A chapa galvanizada pré-lacada é fornecida em bobinas pré-revestidas: o revestimento exterior corrente é um pré-lacado de poliéster e o revestimento interior é um primário de proteção e de aderência à espuma de PUR.

O aspecto e as características gerais das chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo são apresentados na Figura 1 e no Quadro 1. Nos Quadros 2 a 4 apresentam-se a constituição e as características principais dos diversos componentes das chapas compósitas baseadas na documentação técnica fornecida pela firma e em determinações efetuadas pelo LNEC no âmbito do estudo de homologação. Na Figura II.1 do Anexo II representam-se as juntas de sobreposição longitudinal dos dois tipos de chapas compósitas.

1.2.2 Peças de fixação e remate (não cobertas pelo presente DH)

1.2.2.1 Fixações mecânicas

As fixações das chapas à estrutura de suporte (perfis metálicos, de madeira ou outros) bem como as fixações dos perfis de apoio, devem ser dimensionadas para resistir às ações (de arrancamento, corte e flexão) transmitidas pelas chapas.

A empresa Faustino & Ferreira indica as seguintes soluções de fixação (vd. Anexo II, Figura II.2) fornecidas pela firma Fixpaços (Paços de Ferreira):

a) Fixação em perfis de aço

Para a Chapa Térmica Isotec27: Parafusos autoperfurantes com anilha EPDM para painel \varnothing 5,5/6,3 mm, comprimento mínimo de 60 mm, ou Parafusos autoperfurantes com anilha EPDM 5,5/6,3 mm, com comprimento mínimo de 60 mm;

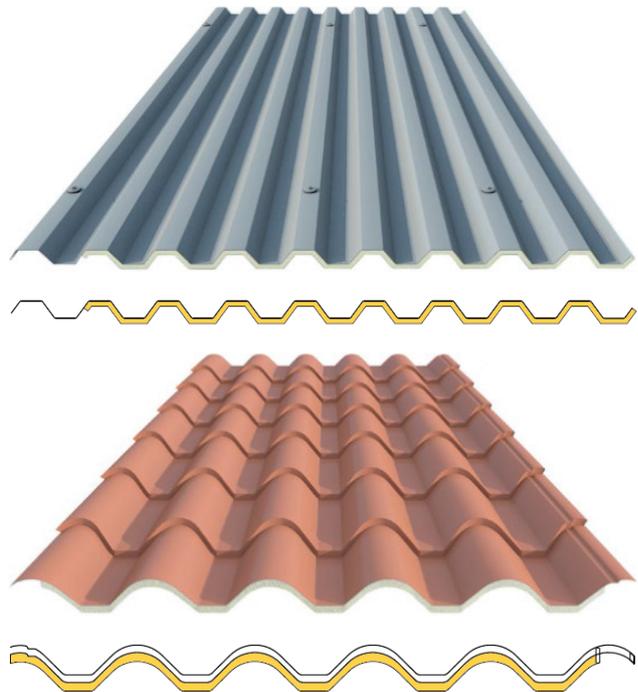


Figura 1 – Aspecto geral da Chapa Térmica IsoTec27 (em cima) e da Telha Térmica IsoTecCoppo (em baixo) e correspondentes secções transversais

Para a Telha Térmica IsotecCoppo: Parafusos autosperfurantes com anilha EPDM para painel \varnothing 5,5/6,3 mm, com comprimento mínimo de 115 mm.

b) Fixação em perfis de madeira

Para a Chapa Térmica Isotec27: Parafusos autoperfurantes com anilha EPDM para painel \varnothing 6,3 mm, com comprimento mínimo de 55 mm;

Para a Telha Térmica IsotecCoppo: Parafusos autosperfurantes com anilha EPDM para painel \varnothing 6,3 mm, com comprimento mínimo de 110 mm.

Outras fixações podem ser usadas, nomeadamente “tirefonds” para fixação a apoios de madeira e grampos para madres de betão, devendo, em qualquer caso, serem satisfeitos os requisitos de resistência mecânica, estanquidade e durabilidade.

1.2.2.2 Peças de remate

Para realização dos remates dos revestimentos de coberturas e de paredes realizados com as chapas compósitas são disponibilizadas peças de remate diversas, nomeadamente (vd. Anexo II, Figuras II.3 e II.4):

- Remate lateral;
- Rufo com opção recortada;
- Cumeeira/remate para encosto em parede, com opção recortada;
- Cumeeira de duas águas, com opção recortada;
- Cumeeira de uma água ajustável a águas desiguais, com opção recortada;
- Cumeeira com abas simples, sem recortes.

As peças de remate são fabricadas pela empresa Perfitec – Revestimentos Metálicos e Perfilados, Lda. (do Grupo Nova Gente que também integra a empresa Faustino & Ferreira) com chapa metálica pré-lacada, cujas características mínimas são iguais às das chapas usadas no fabrico da Chapa Térmica IsoTec27 e da Telha Térmica IsoTecCoppo. As peças de remate devem ser fornecidas

QUADRO 1

Características geométricas e mássicas das chapas compósitas

Designação comercial	Características gerais	
Chapa Térmica IsoTec27	Perfil	Trapezoidal
	Comprimento	2,0 m a 13,50 m
	Largura total	1035 mm
	Largura útil	905 mm
	Espessura total	10 mm
	Massa por unidade de superfície	5 kg/m ²
Telha Térmica IsoTecCoppo	Perfil	Imitação de telha cerâmica
	Comprimento	2,0 m a 13,50 m
	Largura total	1065 mm
	Largura útil	985 mm
	Espessura total	Variável*
	Massa por unidade de superfície	5,6 kg/m ²

* Espessura diferente nos banzos e na alma do perfil (Quadro 2).

QUADRO 2

Características gerais dos elementos constituintes das chapas compósitas

Elementos constituintes das chapas compósitas	Fabricante	Descrição	Características gerais	Observações
Chapa metálica	MAGHREB STEEL	Chapa de aço galvanizada com pré-lacado exterior (poliéster) e primário interior	Espessura: 0,45 mm Largura: 1250 mm Comprimento: bobina (até 10 t)	Fornecida em bobina
Isolante térmico	HUNTSMAN polyurethanes	Espuma rígida de poliuretano (PUR), de cor amarelo-claro	Espuma expandida e moldada em fábrica em contínuo Espessura: ~10 mm (Chapa Térmica IsoTec27) ~18 mm a ~23 mm (Telha Térmica IsoTecCoppo) Massa volúmica aparente: 55 kg/m ³	
Folha de alumínio	Alucoat	Folha de alumínio gofrado, aderente à espuma de PUR durante o processo de expansão, constituindo o revestimento opcional da face interior das chapas térmicas Cor natural, na face exposta Cor acobreada, na face aderida à espuma de PUR	Espessura: 50 µm Largura: 1220 mm Comprimento: igual ao da chapa compósita	A folha de alumínio é perfurada durante o fabrico das chapas compósitas para facilitar o processo de expansão e a aderência da espuma isolante

QUADRO 3

Características específicas da chapa metálica termolacada

Elementos constituintes das chapas compósitas	Características*	Valores
Chapa metálica termolacada (EN 10346, EN 10169; EN 10143)	Espessura nominal	0,45 mm
	Largura	1250 mm (± 2 mm)
	Comprimento	Qualquer (fornecido em bobina até 13 t)
	Revestimentos*	
	Galvanizado (Zn)	100 g/m ²
	Revestimento exterior pré-lacado (poliéster)	25 μ m
	Revestimento de proteção da superfície termolacada: folha aderente de polietileno transparente (a remover durante aplicação das chapas)	
	Revestimento da face interior: primário de aderência ao PUR	5 μ m
	Banda aderente de polietileno de cor azul num dos extremos da chapa, sob a camada de espuma de PUR, impedindo a aderência desta à chapa metálica (a remover durante aplicação da chapa)	Largura igual à da junta de sobreposição transversal das chapas
	Classe do aço (EN 10346)	S250GD + Z100
Características mecânicas do aço (EN 10346)*		
R_m	330 a 470 MPa	
$R_p (R_{eH})$	≥ 250 MPa	
Alongamento (A80 mm)	$\geq 15\%$	
Coefficiente de dilatação linear (valor convencional)	$12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$	

* Valores indicados na documentação técnica do fabricante.

QUADRO 4

Características específicas da camada de isolamento térmico

Elementos constituintes das chapas compósitas	Designação comercial	Características (método de avaliação)	Valores
Espuma rígida de poliuretano (PUR)	DALTOFOAM	Massa volúmica aparente (EN 14320-2)	55 (± 10 %) kg/m ³
		Condutibilidade térmica, valor envelhecido, λ_s ($\lambda_{10(23/50) 90/90}$) (EN 12667; EN 13165)	0,034 W/(m.°C)
		Classe de reação ao fogo (EN 13501-1; RD (UE) 2016/364)	E
		Permeabilidade ao vapor de água (EN 12086)	$< 1,5$ ng / (m.s.Pa)
Perfil de espuma de polietileno extrudido que delimita longitudinalmente a camada de PUR na Telha Térmica IsoTecCoppo (apenas na onda que sobrepõe a chapa adjacente)			15 mm \times 25 mm

QUADRO 5

Características específicas da folha de alumínio gofrado (opcional)

Componente do sistema	Designação comercial	Características	Valores
Folha de revestimento interior (opcional)*	INSULAX IP	Largura	1220 mm
		Espessura	50 µm (± 5 % ; ± 8% pontual)
		Comprimento	Qualquer (fornecida em bobinas até 400 kg)
		Massa por unidade de superfície (gofrada)	~150 g / m ²
		Tensão de rotura (tração)**	≥ 120 MPa
		Alongamento (A50 mm)**	≥ 2%
		Primário de aderência ao PUR*	Laca epoxídica (2,5 ± 0,5 g/m ²)

* Folha de alumínio gofrado (perfurada durante o fabrico das chapas compósitas).

** Valores indicados na documentação técnica do fabricante.

com a geometria e as dimensões adequadas às singularidades dos elementos onde serão aplicadas.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

As chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo destinam-se a realizar o revestimento de coberturas inclinadas, de paredes exteriores e de divisórias interiores, em construção nova ou em intervenções de reabilitação, em geral, de pavilhões industriais ou agropecuários e de edifícios de habitação. As intervenções de reabilitação requerem um estudo e inspeção prévios que assegurem que o edifício visado tem condições adequadas ao campo de aplicação definido para as chapas compósitas.

As chapas compósitas, além de assegurarem o revestimento ou o preenchimento, e a estanquidade ao ar e à água do elemento em que se aplicam, contribuem para minimizar a ocorrência de condensações superficiais na respetiva superfície interior devido à resistência térmica conferida pela camada aderente de espuma rígida de PUR que possuem.

Devido às características dos acabamentos exterior e interior – galvanização e pintura termolacada em poliéster, e eventual folha de alumínio no interior (Quadro 3 e Quadro 5) –, a sua utilização deve limitar-se a ambientes atmosféricos exteriores, ou interiores, pouco ou moderadamente agressivos. Deve ser excluída a aplicação das chapas em ambientes quimicamente agressivos, ambientes corrosivos e ambientes marítimos.

3 FABRICO E CONTROLO DA QUALIDADE

As instalações de fabrico da empresa Faustino & Ferreira – Sociedade Construções Metálicas S.A. situam-se no Parque Industrial Manuel da Mota, lote 23, 3100-354 Pombal.

O Sistema de Gestão Ambiental implementado pela empresa nas instalações de Pombal dispõe de um Certificado de Conformidade ISO 14001-2004 emitido pela DAS Certification Ltd.

A empresa produz as chapas compósitas com os componentes que adquire a diversos fornecedores, conforme descrito na secção 1.2.

A empresa dispõe de adequadas condições de fabrico,

nomeadamente em termos de equipamento, de operadores e de responsável pela linha de produção das chapas compósitas, e de um sistema de controlo da produção que inclui um plano detalhado de controlo e de inspeção em fábrica, o qual incide sobre as matérias-primas, o processo de fabrico e os produtos acabados.

Em relação aos produtos adquiridos a outras empresas, nomeadamente bobinas de chapa metálica termolacada, acessórios e peças de remate, componentes para produção de PUR, folha de alumínio gofrado, e fixações mecânicas, o respetivo controlo da qualidade de fabrico é feito nas unidades de produção dos fornecedores, onde são mantidos arquivados os correspondentes registos.

A empresa Faustino & Ferreira analisa, regista e arquiva as fichas de controlo que acompanham cada entrega, assim como as declarações de desempenho relativas a produtos com marcação CE.

O LNEC dispõe do Plano de Inspeção e Controlo fornecido pela empresa e sintetizado no Anexo I, contendo a lista de verificações e determinações realizadas, bem como a respetiva periodicidade e ações em caso de não-conformidade.

A armazenagem dos produtos acabados decorre nas instalações cobertas da fábrica, em local devidamente identificado e empilhados de forma a garantir a boa estabilidade dos diversos volumes.

As condições de fabrico das chapas compósitas, o respetivo controlo da produção em fábrica, o controlo documental relativo a produtos adquiridos a outras empresas e as condições de armazenagem foram apreciados pelo LNEC, tendo-se concluído que são satisfatórios.

4 APRESENTAÇÃO COMERCIAL

4.1 Embalagens e etiquetagem

As chapas compósitas são fornecidas com uma película de polietileno transparente aderente à superfície exterior termolacada (removida após aplicação) para proteção de poeiras e outra sujidade e de agressões mecânicas. As chapas são fornecidas em volumes embalados em película plástica retráctil,

contendo no máximo 40 chapas Chapa Térmica IsoTec27 e 30 chapas Telha Térmica IsoTecCoppo. De qualquer modo, a armazenagem em obra deve, sempre que possível, ser feita ao abrigo da ação intensa e prolongada da radiação UV e da água, fatores que afetam, em particular, a camada de espuma de PUR.

Cada volume embalado é identificado com etiqueta referente à chapa compósita, bem como uma etiqueta contendo os dados do cliente de destino.

4.2 Gama de cores

As chapas compósitas podem ser fornecidas com várias cores na superfície exterior. Em geral, as chapas Telha Térmica IsoTecCoppo são fornecidas na cor de telha cerâmica (outras cores, a confirmar após consulta).

5 APRECIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO DAS CHAPAS COMPÓSITAS

5.1 Generalidades

A apreciação técnica das chapas compósitas considerou as características de identificação e de desempenho relevantes dos produtos, definidas em função dos seguintes requisitos básicos das obras de construção relacionados com as utilizações previstas:

- Segurança em caso de incêndio;
- Higiene, saúde e ambiente;
- Segurança e acessibilidade na utilização;
- Economia de energia e isolamento térmico.

Procedeu-se à realização de um programa de ensaios laboratoriais, visando a determinação das características relevantes. A apreciação do desempenho e da aptidão ao uso previsto para as chapas compósitas baseou-se nos resultados desse programa de ensaios e, quando pertinente, numa avaliação documental e em inspeções visuais.

Os pressupostos assumidos têm subjacente as corretas concepção e aplicação em obra das soluções de revestimento de coberturas e de paredes realizadas com os produtos, e a execução das operações de manutenção pertinentes.

5.2 Análise experimental

A análise experimental foi, essencialmente, realizada no Departamento de Edifícios do LNEC, na Unidade de Isolantes Térmicos (LNEC/UIT) e na Unidade de Reação ao Fogo (LNEC/URF), com base em documentos normativos europeus e num projeto de documento europeu de avaliação de chapas compósitas preparado pelo LNEC.

O estudo experimental englobou ensaios de identificação e de comportamento realizados sobre as chapas térmicas e ensaios de caracterização dos vários componentes.

As amostras necessárias para a realização dos ensaios foram marcadas por técnicos do LNEC nas instalações de fabrico da empresa produtora. Em geral os provetes foram extraídos e preparados por técnicos do LNEC, mas, para a realização dos ensaios de avaliação do desempenho de reação ao fogo, a empresa preparou os provetes de maior dimensão.

Os resultados dos ensaios foram globalmente satisfatórios e permitiram a caracterização e a apreciação do desempenho das chapas, sendo referidos nas secções seguintes os valores representativos das características determinadas.

A descrição detalhada do programa experimental, dos resultados obtidos e da respetiva análise constam do relatório do LNEC "Apreciação técnica das chapas compósitas de revestimento autoportante leve de coberturas e de paredes Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo", de junho de 2018.

5.3 Apreciação do desempenho

5.3.1 Segurança contra incêndio

A classificação de reação ao fogo das chapas compósitas foi atribuída com base nos ensaios prescritos na norma europeia EN 13501-1:2007 + A1:2009 – *Fire classification of construction products and building elements. Part 1: Classification using test data from reaction to fire tests*, e nos critérios definidos na legislação em vigor. Para a atribuição da classificação foram realizados ensaios sobre provetes (secções) das chapas compósitas e da espuma rígida (PUR), de acordo com as normas europeias EN ISO 11925-2:2010+AC2011 e EN 13823:2010+A1:2014.

Nos Quadros 6 e 7 apresentam-se as classificações atribuídas às chapas compósitas. Além do desempenho de reação ao fogo (B, D ou E) são indicadas as classificações adicionais relativamente à produção de fumo (s) e à queda de gotas ou de partículas inflamadas (d).

As classificações indicadas são válidas para as chapas compósitas descritas na secção 1, aplicadas em paredes ou coberturas. Foram consideradas as ações de um fogo exterior – atuando sobre a face com revestimento termolacado – e de um fogo interior, incidindo sobre a face revestida ou não com folha de alumínio gofrado. Estas classificações não dispensam o cumprimento da legislação de segurança contra incêndio em vigor ou a adoção de medidas complementares que venham entretanto a ser definidas.

QUADRO 6

Chapa Térmica IsoTec27: Classificação do desempenho de reação ao fogo

Ação do fogo	Classe europeia	Observações
Fogo exterior	B-s2,d0	Com revestimento de alumínio gofrado na face interior
Fogo interior	E	Sem revestimento de alumínio gofrado na face interior
Fogo interior	D-s2,d0	Com revestimento de alumínio gofrado na face interior

QUADRO 7

Telha Térmica IsoTecCoppo: Classificação do desempenho de reação ao fogo

Ação do fogo	Classe europeia	Observações
Fogo exterior	D-s3,d0	Com revestimento de alumínio gofrado na face interior
Fogo interior	E	Sem revestimento de alumínio gofrado na face interior

O desempenho ao fogo de soluções construtivas em que as chapas compósitas possam estar associadas a outros produtos (nomeadamente, de isolamento térmico) pode divergir do indicado no quadro anterior e deve ser objeto de avaliação e classificação específicas.

Relativamente à segurança contra riscos de incêndio devem ser cumpridos os requisitos aplicáveis e constantes da legislação de segurança contra incêndios em edifícios (SCIE) em vigor. A localização e utilizações específicas dos edifícios ou dos elementos construtivos onde sejam utilizadas as chapas compósitas podem tornar necessária, ou recomendável, a adoção de medidas complementares de proteção ativa ou passiva contra o incêndio, ou mesmo a exclusão do seu uso face às características de desempenho de reação ao fogo das chapas compósitas (Quadro 7). A camada de espuma de PUR, sendo um material combustível, deve ser protegida da ação de temperaturas elevadas (devidas, por exemplo, à proximidade de tubagens de exaustão) ou de fontes de ignição acidentais.

5.3.2 Higiene, saúde e ambiente

5.3.2.1 Estanquidade à água

As chapas metálicas que constituem a face exterior das chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo se não apresentarem perfurações acidentais (ou defeitos) observáveis através de uma inspeção visual podem ser consideradas estanques à água em zona corrente. A estanquidade à água de um elemento de cobertura ou de parede realizado com as chapas compósitas depende da respetiva qualidade da aplicação e, ainda, das características dos eventuais elementos da envolvente sobre os quais estas podem ter sido aplicadas (paredes, lajes de cobertura ou de esteira). A garantia da estanquidade à água do elemento construtivo impõe a adoção de cuidados particulares na conceção e na execução dos pormenores construtivos particulares de cada aplicação específica.

As juntas entre chapas compósitas, e entre estas e os elementos de remate, bem como as respetivas fixações aos elementos lineares de suporte são os aspetos relevantes e influentes na estanquidade à água do revestimento de parede ou de cobertura. Em condições desfavoráveis de inclinação e de exposição ao vento e à chuva, impõe-se a adoção de soluções complementares de estanquidade com características adequadas à geometria e fixações das chapas.

5.3.2.2 Características geométricas

Determinaram-se as características geométricas relevantes para o desempenho das chapas compósitas, de acordo com os princípios gerais do Anexo D da norma europeia EN 508-1:2014 – *Roofing and cladding products from metal sheet – Specification for self-supporting of steel, aluminium or stainless steel sheet – Part 1: Steel*.

As tolerâncias dimensionais referidas nos quadros seguintes foram definidas com base nos valores indicados naquela norma ou adotados pelo fabricante no controlo da produção na fábrica.

a) Chapa Térmica IsoTec27

Os valores médios das determinações das características geométricas das chapas compósitas são apresentados no Quadro 8, identificando-se na Figura 2 alguns dos parâmetros medidos.

b) Telha Térmica IsoTecCoppo

Os valores médios das determinações das características geométricas das chapas compósitas são apresentados no Quadro 9, identificando-se na Figura 3 alguns dos parâmetros medidos.

5.3.2.3 Absorção de água por imersão parcial de curta duração (capilaridade) da espuma de PUR

No Quadro 10 apresentam-se os resultados obtidos (valores médios) nos ensaios de determinação da absorção de água por imersão parcial (W_p) de curta duração (24 horas) da espuma de PUR que integra as chapas compósitas.

Nas condições de utilização final, a espuma de PUR da face interior das chapas compósitas não é suposta estar em contacto com água líquida. Considera-se satisfatório o resultado obtido nos ensaios realizados, mesmo admitindo a ocorrência de um contacto acidental de curta duração da camada de espuma de PUR com água líquida.

5.3.2.4 Propriedades de transmissão ao vapor de água

Determinaram-se as propriedades relevantes relacionadas com a transmissão ao vapor dos elementos constituintes das chapas compósitas, nomeadamente, da espuma de PUR revestida ou não com folha de alumínio gofrado.

Admite-se que a chapa metálica termolacada exterior que integra as chapas compósitas, não apresentando furações ou perfurações acidentais, pode ser considerada impermeável ao vapor.

Os resultados da determinação do fator de resistência (μ) da camada de espuma de PUR e da resistência ao vapor de água (Z) da camada de PUR revestida com folha de alumínio gofrado são apresentados nos Quadros 11 e Quadro 12.

A moderada resistência ao vapor de água, Z , da solução de espuma de PUR revestida com folha de alumínio gofrado traduz o facto de esta folha ser perfurada durante o fabrico das chapas compósitas (vd. 1.2.1, Quadro 2)

Estas características (Quadros 11 e 12) e as características térmicas (vd. 5.3.4) possibilitam o estudo do desempenho higrotérmico das chapas compósitas sob condições representativas dos ambientes interiores (temperatura e humidade relativa) e do clima exterior nas respetivas aplicações finais, com vista a avaliar e a minimizar os riscos de ocorrência de condensações superficiais ou no interior da camada de espuma de PUR.

A condensação superficial pode ser tolerada, desde que ocorra em pequena quantidade e durante um período de tempo limitado. A condensação no interior da camada de espuma de PUR deve ser evitada.

A pequena espessura da espuma do isolante térmico não confere níveis elevados de isolamento térmico aos elementos que realiza ou que integra; todavia permite reduzir o risco de ocorrência de condensações superficiais interiores em ambientes moderadamente húmidos e frios (ambientes de fraca ou média higrometria). A avaliação do risco de ocorrência de condensações superficiais, ou no interior da camada de espuma isolante (com ou sem revestimento de folha de alumínio gofrado) deve ser efetuada com recurso a dados climáticos e ambientes representativos, recorrendo a métodos reconhecidos de cálculo do desempenho higrotérmico, em regime permanente ou dinâmico, e às características relevantes dos componentes, indicadas no presente Documento de Homologação.

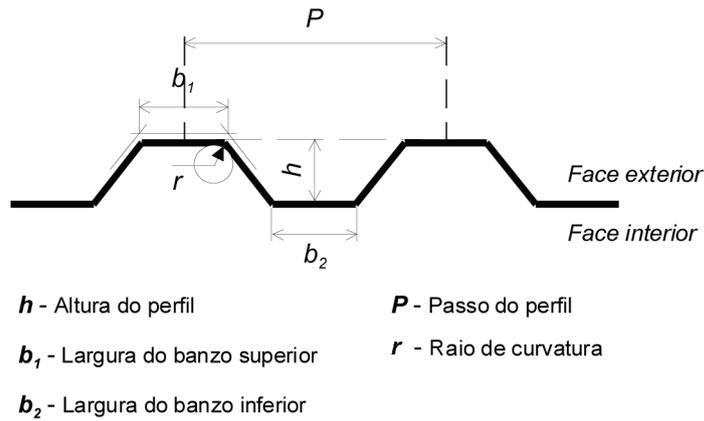


Figura 2 – Chapa Térmica IsoTec27. Seção transversal.
Representação das características geométricas

QUADRO 8

Chapa Térmica IsoTec27: Características geométricas e tolerâncias dimensionais (EN 508-1: 2014)

Característica geométrica	Valor médio (mm)	Tolerância dimensional*	Observações
Comprimento da chapa (L)	Variável	$L \leq 3000$ mm: + 10 mm / - 5 mm $L > 3000$ mm: + 20 mm / - 5 mm ($\pm 2,0$ mm)**	
Largura da chapa	1035	-	
Altura do perfil (h)	26 26	$\pm 1,0$ mm	Exterior Interior
Passo do perfil (P)	113 112	$\pm 2,0$ mm	
Largura do banzo superior (b_1) e do banzo inferior (b_2)	36 36	+ 2 mm / - 1 mm	Superior Inferior
Largura útil da chapa	905	$\pm 5,0$ mm	
Raio de curvatura (r)	4,0 4,0	+ 2 mm / 0	Exterior Interior
Desvio de esquadria	2,5	0,5% do comprimento de sobreposição	
Abertura da junta de sobreposição	> 1,5 (espessura da bitola)	$\pm 2,0$ mm	
Espessura da chapa metálica exterior	0,45	$\pm 0,06$ mm ($\pm 0,02$ mm)**	Incluindo acabamentos (galvanizado, termolacado e primário de aderência)
Espessura da chapa compósita	11	$\pm 2,0$ mm	Incluindo folha de alumínio gofrado

* Outros valores de tolerância podem ser acordados entre o fabricante e o cliente.

** Tolerância definida no plano de controle do fabricante.

QUADRO 10

Espuma de PUR das chapas compósitas. Valor médio da absorção de água por imersão parcial de curta duração (EN 1609:2013)

Espessura (mm)	Massa volúmica aparente (kg/m ³)	Absorção de água (W_p) (kg/m ²)
24,3	55,8	0,06

QUADRO 11

Resultados obtidos (valor médio) no ensaio de transmissão ao vapor de água da espuma de PUR (EN 12086:2013, configuração C, *dry cup*)

Espessura total de ensaio (mm)	Massa volúmica aparente (kg/m ³)	Fator de resistência à difusão do vapor de água μ
24,7	55,2	186,3

* Ao valor indicado corresponde uma permeabilidade ao vapor de água média de 1,04 ng/(Pa.m.s.)

QUADRO 12

Resultados obtidos (valor médio) no ensaio de transmissão ao vapor da espuma de PUR revestida com folha de alumínio gofrado (EN 12086:2013, configuração C, *dry cup*)

Espessura total de ensaio (mm)	Massa por unidade de superfície (kg/m ²)	Resistência ao vapor de água Z (m ² .h.Pa/mg)
23,4	1,54	11,45

Esse estudo pode ser efetuado de acordo com os procedimentos simplificados definidos na norma europeia EN ISO 13788:2012 *Hygrothermal performance of building components and building elements – Internal surface temperature to avoid critical surface humidity and interstitial condensation – Calculation methods*, ou recorrendo a programas de simulação dinâmica do desempenho higrotérmico de elementos de construção baseados nos princípios descritos na EN 15026:2007 *Hygrothermal performance of building components and building elements – Assessment of moisture transfer by numerical simulation*. O estudo do risco de ocorrência de condensação em paredes e coberturas em que as chapas compósitas sejam o elemento de revestimento exterior pode impor a aplicação de barreiras ao vapor complementares.

De qualquer modo, a conceção das juntas e das heterogeneidades térmicas localizadas (resultantes, nomeadamente, de fixações, de juntas ou da ligação com outros elementos da envolvente), bem como a instalação e a manutenção das chapas compósitas e dos seus componentes, terão uma influência determinante no bom desempenho higrotérmico global. As temperaturas em zonas de heterogeneidade térmica da cobertura ou parede podem ser estimadas com base nos procedimentos definidos na

norma europeia EN ISO 10211:2017 *Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations* ou com recurso a programas de cálculo validados e reconhecidos.

Recomenda-se a criação de condições que assegurem a ventilação da superfície interior das chapas, quer estas delimitem ou não espaços de ar. A ventilação contribui, por um lado, para minimizar a ocorrência e a duração das condensações superficiais e, por outro lado, para limitar o estabelecimento de condições que propiciam desenvolvimentos biológicos indesejados (fungos) na superfície interior das chapas. Um espaço de ar (ventilado e drenado) deve ter, no mínimo, 20 mm de espessura.

5.3.3 Segurança e acessibilidade na utilização

5.3.3.1 Resistência mecânica (comportamento em flexão)

A resistência das chapas compósitas a ações mecânicas é limitada. No caso de utilização em coberturas, estas devem ser consideradas não-utilizáveis, pelo que a circulação de pessoas sobre estas deve ser restringida aos casos de trabalhos de conservação periódica ou de reparação (*vd.* 7.1).

As chapas compósitas não contribuem para a estabilidade global ou parcial da estrutura dos edifícios, nem para o seu contraventamento nem, ainda, para a resistência a cargas estáticas permanentes (excluindo o respetivo peso próprio).

A verificação da segurança e a quantificação das ações que atuam sobre as coberturas e paredes revestidas com as chapas compósitas deve ser efetuada segundo os critérios aplicáveis e constantes da legislação em vigor (nomeadamente o *Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas de Edifícios e Pontes*, Decreto-Lei n.º 235/83 de 31 de maio).

O espaçamento da estrutura linear de apoio das chapas compósitas deve ser limitado a valores tais que não conduzam, para a combinação mais desfavorável das ações sobre as chapas, a esforços de plastificação de algumas das suas secções ou a deformações excessivas das mesmas. Os vãos livres máximos entre apoios (L) das chapas compósitas são os seguintes:

$L = 1,50$ m no caso da Chapa Térmica IsoTec27;

$L = 1,40$ m no caso da Telha Térmica IsoTecCoppo.

A verificação da segurança das chapas compósitas é normalmente efetuada por meios experimentais.

As chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo foram submetidas a ensaios de flexão com vista à determinação experimental de valores característicos indicativos da resistência a cargas uniformemente distribuídas atuando perpendicularmente ao seu plano. Nos ensaios foram consideradas cargas ascendentes e descendentes, e dois ou três apoios (chapas simplesmente apoiadas).

A título de exemplo, nos Quadros 13 a 16 apresentam-se os valores característicos das ações uniformemente distribuídas, ascendentes/descendentes (em coberturas) ou exteriores/interiores (em paredes) que conduziram, para os vãos livres máximos (L) definidos, quer a diferentes deformações relativas (a meio vão) quer ao colapso.

Ações superiores aos valores apresentados nesses Quadros impõem a adoção de vão inferiores aos acima indicados.

QUADRO 13

Valores característicos das ações correspondentes a diversas deformações relativas a meio vão das chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27: Ações descendentes uniformemente distribuídas

N.º de vãos (apoios)	Vão livre (L) (m)	Ação* correspondente à deformação relativa de				Carga máxima (colapso) (kN/m²)
		1/150 do vão livre (kN/m²)	1/200 do vão livre (kN/m²)	1/250 do vão livre (kN/m²)	1/300 do vão livre (kN/m²)	
1 vão (2 apoios)	1,50	1,41	0,98	0,77	0,62	4,81
2 vãos (3 apoios)		2,02	1,56	1,19	0,97	5,66

* Valores característicos das ações calculados com base em resultados experimentais e de acordo com a norma ISO 12491 para $p = 95\%$ (percentil inferior de 5%), com um nível de confiança de 75 %.

QUADRO 14

Valores característicos das ações correspondentes a diversas deformações relativas a meio vão das chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27: Ações ascendentes uniformemente distribuídas

N.º de vãos (apoios)	Vão livre (L) (m)	Ação* correspondente à deformação relativa de				Carga máxima (colapso) (kN/m²)
		1/150 do vão livre (kN/m²)	1/200 do vão livre (kN/m²)	1/250 do vão livre (kN/m²)	1/300 do vão livre (kN/m²)	
1 vão (2 apoios)	1,50	1,45	1,10	0,90	0,72	3,71
2 vãos (3 apoios)		2,03	1,46	1,28	1,00	5,04

* Valores característicos das ações calculados com base em resultados experimentais e de acordo com a norma ISO 12491 para $p = 95\%$ (percentil inferior de 5%), com um nível de confiança de 75 %.

QUADRO 15

Valores característicos das ações correspondentes a diversas deformações relativas a meio vão das chapas compósitas Telha Térmica IsoTecCoppo: Ações descendentes uniformemente distribuídas

N.º de vãos (apoios)	Vão livre (L) (m)	Ação* correspondente à deformação relativa de				Carga máxima (colapso) (kN/m²)
		1/150 do vão livre (kN/m²)	1/200 do vão livre (kN/m²)	1/250 do vão livre (kN/m²)	1/300 do vão livre (kN/m²)	
1 vão (2 apoios)	1,40	0,91	0,72	0,60	0,50	1,94
2 vãos (3 apoios)		1,51	1,16	0,91	0,75	2,89

* Valores característicos das ações calculados com base em resultados experimentais e de acordo com a norma ISO 12491 para $p = 95\%$ (percentil inferior de 5%), com um nível de confiança de 75 %.

QUADRO 16

Valores característicos das ações correspondentes a diversas deformações relativas a meio vão (flechas) das chapas compósitas Telha Térmica IsoTecCoppo: Ações ascendentes uniformemente distribuídas

N.º de vãos (apoios)	Vão livre (L) (m)	Ação* correspondente à deformação relativa de				Carga máxima (colapso) (kN/m²)
		1/150 do vão livre (kN/m²)	1/200 do vão livre (kN/m²)	1/250 do vão livre (kN/m²)	1/300 do vão livre (kN/m²)	
1 vão (2 apoios)	1,40	0,73	0,51	0,38	0,31	1,52
2 vãos (3 apoios)		2,00	1,50	1,30	1,06	3,88

* Valores característicos das ações calculados com base em resultados experimentais e de acordo com a norma ISO 12491 para $p = 95\%$ (percentil inferior de 5%), com um nível de confiança de 75 %.

5.3.3.2 Resistência a carga pontual (coberturas)

Para acesso ocasional à cobertura de uma pessoa para realização de operações de limpeza e de manutenção, as chapas compósitas devem suportar, a meio vão e próximo da respetiva linha central, uma carga concentrada de 1,2 kN. Os Quadros 17 e 18 apresentam os valores médios dos resultados obtidos no ensaio de determinação da resistência a cargas concentradas das chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo, respetivamente. As determinações efetuadas conduziram a resultados satisfatórios. Todavia, para minimizar o risco de danificar acidentalmente as chapas é sempre conveniente criar os caminhos de circulação temporários referidos na secção 7.

QUADRO 17

Chapa Térmica IsoTec27: Valor médio da resistência a carga concentrada (1,2 kN) a meio vão (NP EN 14782:2008)

Deformação correspondente à força de 1,2 kN (mm)	Força máxima** (kN)
9,8 (L/153)	2,15

* Sem revestimento de alumínio na camada de PUR.

** O colapso das chapas metálicas ocorreu por dobragem das nervuras. L vão livre entre apoios (L = 1,50 m).

QUADRO 18

Telha Térmica IsoTecCoppo: Valor médio da resistência a carga concentrada (1,2 kN) a meio vão (NP EN 14782:2008)

Deformação correspondente à força de 1,2 kN (mm)	Força máxima** (kN)
13,8 (L/101)	1,64

* Com revestimento de alumínio na camada de PUR.

** O colapso das chapas metálicas ocorreu por deformação das nervuras e rotura por tração da camada de PUR. L vão livre entre apoios (L = 1,40 m).

5.3.3.3 Resistência ao choque de corpo duro

As chapas compósitas foram sujeitas a ensaios dinâmicos de resistência ao choque de corpo duro (pequena esfera metálica) para avaliar o desempenho face à queda de um objeto ou ferramenta na cobertura, ou ao impacto de um objecto contundente numa parede. As energias de choque aplicadas foram de 5 Nm e de 10 Nm.

Os Quadros 19 e 20 apresentam as principais observações efetuadas relativas à resposta das chapas compósitas face a essas ações.

QUADRO 19

Chapa Térmica IsoTec27: Observações efetuadas nos ensaios de resistência ao choque de corpo duro (5 Nm e 10 Nm) (EOTA TR 001, 2003)

Energia de choque	Resultados	Observações
5 Nm	Profundidade de indentação: 2,5 mm Diâmetro da indentação: 28 mm	Verificou-se a indentação da chapa metálica, mas não o seu atravessamento
10 Nm	Profundidade de indentação: 2,5 mm Diâmetro da indentação: 36 mm	Não se verificou a ocorrência de projeções de fragmentos, fissuras, protuberâncias ou outros defeitos na chapa metálica

QUADRO 20

Telha Térmica IsoTecCoppo: Observações efetuadas nos ensaios de resistência ao choque de corpo duro (5 Nm e 10 Nm) (EOTA TR 001, 2003)

Energia de choque	Resultados	Observações
5 Nm	Profundidade de indentação: 2,5 mm Diâmetro da indentação: 28 mm	Verificou-se a indentação da chapa metálica, mas não o seu atravessamento
10 Nm	Profundidade de indentação: 2,5 mm Diâmetro da indentação: 36 mm	Não se verificou a ocorrência de projeções de fragmentos, fissuras, protuberâncias ou outros defeitos na chapa metálica

Face aos resultados obtidos, as chapas compósitas revelam alguma suscetibilidade face a ações dinâmicas pontuais quer em coberturas, quer em fachadas e divisórias interiores. Apesar de os danos causados por energias de choque reduzidas (5 Nm e 10 Nm) não serem significativos, recomenda-se a tomada de precauções adequadas quer em condições de uso corrente quer durante a realização de operações de manutenção.

5.3.3.4 Resistência ao choque de corpo mole

As chapas compósitas foram sujeitas a ensaios dinâmicos de resistência ao choque de corpo mole (saco esférico, com características especificadas no TR001 da EOTA – *Determination of impact resistance of panels and panel assemblies, secção 2 – Test method for determining soft body impact resistance*) para avaliar o desempenho face ao choque de um corpo, objeto ou

equipamento, na cobertura ou numa parede. As energias de choque aplicadas foram de 300 Nm e de 700 Nm.

Os Quadros 21 e 22 apresentam as principais observações efetuadas relativas à resposta das chapas compósitas face à ação de impactos localizados de corpo mole.

QUADRO 21

Chapa Térmica IsoTec27: Observações efetuadas nos ensaios de resistência ao choque de corpo mole (300 Nm e 700 Nm) (EOTA TR 001, 2003)

Energia de choque	Deformação máxima	Observações
300 Nm	19 mm	Dobragem de algumas nervuras centrais (na zona de impacto) com deformação irreversível, mas sem colapso generalizado Sem atravessamento da chapa
700 Nm	105 mm	Sem projeções de fragmentos destacados da chapa Sem rotura da camada de PUR da face interior (oposta à face de impacto)

QUADRO 22

Telha Térmica IsoTecCoppo: Observações efetuadas nos ensaios de resistência ao choque de corpo mole (300 Nm e 700 Nm) (EOTA TR 001, 2003)

Energia de choque	Deformação máxima	Observações
300 Nm	105 mm	Colapso da chapa metálica por dobragem das nervuras e deformação significativa a meio vão Sem atravessamento da chapa Sem projeções de fragmentos destacados da chapa Rotura por tração da camada de PUR e da folha de alumínio gofrado da face interior (oposta à face de impacto)
700 Nm	*	Colapso total da chapa metálica por dobragem das nervuras e deformação significativa a meio vão Sem atravessamento da chapa Sem projeções de fragmentos destacados da chapa Rotura por tração da camada de PUR e da folha de alumínio gofrado da face interior (oposta à face de impacto)

* Não determinada devido ao deslocamento significativo dos apoios de suporte da chapa em consequência do choque.

Os resultados obtidos revelam a suscetibilidade das chapas compósitas face a ações dinâmicas localizadas, quer em coberturas, quer em fachadas e divisórias interiores. Os danos causados por energias de choque com algum significado (300 Nm e 700 Nm) podem considerar-se significativos e irreversíveis, pelo que se recomenda a tomada de precauções adequadas quer em condições de uso corrente quer durante a realização de operações de manutenção.

No caso da aplicação das chapas compósitas em paredes exteriores ou em divisórias interiores, há que considerar a reduzida resistência a choques localizados, devendo, sempre que

possível, limitar-se (com barreiras físicas ou com sinalização) a circulação na proximidade daqueles elementos. Em alternativa, a instalação das chapas deve ser efetuada apenas acima de uma cota que limite a sua fácil exposição a agressões mecânicas.

5.3.4 Economia de energia e isolamento térmico

5.3.4.1 Condutibilidade térmica do isolante térmico (espuma rígida de PUR)

Foi determinada a condutibilidade térmica convencional inicial ($\lambda_{10(23,50)^a}$) da espuma de PUR utilizada no fabrico da camada isolante das chapas compósitas. O valor médio inicial obtido foi de $\lambda_{mean} = 0,0231 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$.

Atendendo a que a condutibilidade térmica das espumas de PUR sofre um envelhecimento (*ageing*, em língua inglesa), traduzido por um aumento do valor daquela característica térmica ao longo do tempo, devido à difusão do gás de expansão da espuma para o exterior e sua substituição por ar no interior das células de PUR, foi também determinado o correspondente valor envelhecido ($\lambda_{10(23,50)^a}$).

O envelhecimento realizado pretende estimar o valor representativo da condutibilidade térmica da espuma de PUR ao longo do período de vida assumido para as chapas compósitas (vd. 9). Esse envelhecimento foi realizado de acordo com o procedimento definido na secção C.5.2 do anexo C da norma europeia EN 13165:2012+A1 – *Thermal insulation products for buildings – Factory made rigid polyurethane foam (PU) products – Specification*.

O valor de cálculo prático da condutibilidade térmica (λ_a) da espuma de PUR necessária à determinação da resistência térmica de cálculo (em zona corrente) das chapas compósitas é definido pela expressão:

$$\lambda_a = \lambda_{mean,a} + k \cdot s_{\lambda,a}$$

em que:

- $\lambda_{mean,a}$ é o valor médio (envelhecido) da condutibilidade térmica: $\lambda_{mean,a} = 0,0310 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$
- $s_{\lambda,a}$ é o desvio padrão da amostra ensaiada: $s_{\lambda,a} = 0,0014 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$
- o fator k corresponde a uma amostra com 12 determinações individuais e a um intervalo de tolerância (limitado superiormente) com uma probabilidade de 90% e um nível de confiança de 90%: $k = 1,97$

Deste modo, o valor de cálculo é

$$\lambda_a = 0,034 \text{ W/(m}\cdot\text{°C)}$$

Admite-se que o valor de cálculo λ_a também é válido para as chapas compósitas com revestimento interior alternativo de folha de alumínio perfurada (vd. 1.2.1, Quadro 2). Não se considera uma correção do valor de λ_a em função da humidade, em virtude de a espuma de PUR não apresentar características de absorção de água líquida ou em vapor em condições normais de uso.

5.3.4.2 Resistência térmica das chapas compósitas

A resistência térmica de cálculo, R_a das chapas compósitas, em zona corrente, é calculada pela expressão

$$R_a = d / \lambda_a$$

em que d é a espessura da camada de PUR e se desprezam as irrelevantes resistências térmicas da chapa metálica exterior e da eventual folha de alumínio gofrado.

O coeficiente de transmissão térmica (U) das paredes ou coberturas realizadas com as chapas compósitas, ou de que estas sejam um componente de revestimento, pode ser determinado de acordo com os procedimentos definidos na norma europeia EN ISO 6946:2017 (*Building components and building elements – Thermal resistance and thermal transmittance – Calculation methods*) ou com recurso a programas de cálculo validados e reconhecidos.

Para a determinação do coeficiente U do elemento construtivo, os valores de cálculo de eventuais produtos de isolamento térmico ou de elementos construtivos sobre os quais se colocam as chapas compósitas devem, sempre que possível, ser definidos com base em valores declarados ou valores tabelados reconhecidos (ou normalizados).

O efeito das pontes térmicas devidas a fixações e juntas entre chapas e outros elementos construtivos pode ser avaliado de acordo com os procedimentos definidos na norma europeia EN ISO 10211:2017 (*Thermal bridges in building construction – Heat flows and surface temperatures – Detailed calculations*) ou com recurso a programas de cálculo validados e reconhecidos. As pontes térmicas requerem a adoção de disposições construtivas, em particular quando se utilizem soluções complementares de isolamento térmico, que minimizem o seu efeito e satisfaçam eventuais requisitos regulamentares aplicáveis.

As chapas compósitas podem ser complementadas por soluções de isolamento térmico que permitem cumprir eventuais exigências de desempenho térmico e de eficiência energética impostas pela legislação em vigor ou pelo dono de obra. Os produtos e soluções correntes de isolamento térmico (pelo interior) de paredes e de coberturas inclinadas, com ou sem desvão, podem ser aplicados em conjunto com as chapas compósitas. A natureza desses isolantes e as múltiplas formas de aplicação possíveis não estão cobertas pelo presente Documento de Homologação.

A superfície exterior das chapas deve ser, preferencialmente, de cores claras. Estas cores minimizam a absorção da radiação solar pelo revestimento e, portanto, quer as correspondentes variações dimensionais de origem térmica quer os ganhos térmicos solares do edifício, particularmente indesejáveis em períodos quentes.

5.3.4.3 Permeabilidade ao ar

As chapas metálicas que constituem a face exterior das chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo, se não apresentarem perfurações acidentais ou defeitos observáveis através de uma inspeção visual, podem ser consideradas estanques ao ar em zona corrente. A permeabilidade ao ar de um elemento de cobertura ou de parede (ou de divisória interior) realizado com as chapas térmicas depende da respetiva qualidade da instalação e, ainda, das características dos eventuais elementos da envolvente sobre os quais estas podem ter sido aplicadas (paredes, lajes de cobertura ou de esteira, tetos falsos). As juntas entre chapas compósitas, e entre estas e os elementos de remate, bem como as respetivas fixações aos elementos lineares de suporte são os aspetos relevantes e influentes na permeabilidade ao ar do revestimento de parede ou de cobertura.

Nas situações em que seja requerida uma permeabilidade ao ar baixa, impõe-se a adoção de cuidados particulares na conceção da solução de parede ou de cobertura e na instalação das chapas. Será igualmente necessário adotar soluções complementares de estanquidade, nomeadamente, vedantes e outras disposições, com características adequadas, quer à geometria das chapas

e respetivas fixações quer aos pormenores construtivos particulares de cada aplicação específica.

5.3.4.4 Espessura do isolante térmico (espuma rígida de PUR)

Foram efetuadas diversas determinações das espessuras das camadas de espuma de PUR que integram as chapas compostas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo.

Nos Quadros 23 e 24 apresentam-se os valores médios das determinações efetuadas nas zonas assinaladas.

QUADRO 23

Chapa Térmica IsoTec27: Espessuras médias da camada de espuma de PUR*

Zona de medição	Espessura média, d_m (mm)	Desvio padrão, s_d (mm)
	10,5	± 0,80
	10,3	± 0,94
	9,8	± 1,03

* A espessura medida nos vários pontos de medição corresponde ao conjunto PUR + folha de alumínio gofrado (com espessura nominal de 50 μm).

O valor médio nominal, e respetiva tolerância, da espessura da camada de PUR da Chapa Térmica IsoTec27 é de 10 ± 1 mm.

QUADRO 24

Telha Térmica IsoTecCoppo: Espessuras médias da camada de espuma de PUR*

Zona de medição	Espessura média, d_m (mm)	Desvio padrão, s_d (mm)
	23,4	± 3,00 mm
	24,5	± 2,79 mm
	18,1	± 2,05 mm

* A espessura medida nos vários pontos de medição corresponde ao conjunto PUR + folha de alumínio gofrado (com espessura nominal de 50 μm).

O valor médio nominal, e respetiva tolerância, da espessura da camada de PUR da Telha Térmica IsoTecCoppo é de 23 ± 3 mm nos banzos e de 18 ± 2 mm na alma lateral.

5.3.4.5 Massa volúmica aparente do isolante térmico (espuma rígida de PUR)

Foi determinada a massa volúmica aparente (ρ) da espuma de PUR aplicada nas chapas compostas de acordo com o procedimento especificado no Anexo C (método de imersão) da norma europeia EN 14320-2:2013 – *Thermal insulating products for building equipment and industrial installations – In-situ formed sprayed rigid polyurethane (PUR) and polyisocyanurate foam (PIR) products – Part 2: Specification for the installed insulation products.*

A espuma de PUR retirada (em vários pontos) de Chapas Térmicas IsoTec27 apresentava uma massa volúmica aparente média de 54 kg/m^3 .

A espuma de PUR retirada (em vários pontos) de Telhas Térmicas IsoTecCoppo apresentava uma massa volúmica aparente média de 55 kg/m^3 .

Foi ainda calculada, com base num número significativo de determinações, a massa volúmica aparente de uma amostra de três placas de espuma de PUR com $1500 \text{ mm} \times 900 \text{ mm}$ e espessura de 10 mm (idêntica à espessura utilizada nas Chapas Térmicas IsoTec27). O valor médio (e o desvio padrão, s_p) da massa volúmica aparente obtida foi de 55 kg/m^3 ($s_p = \pm 1,35 \text{ kg/m}^3$).

Para controlo interno na produção e eventual parâmetro de controlo indireto de algumas das características da espuma de PUR, os resultados obtidos em todas as determinações efetuadas permitem admitir um valor nominal de $\rho = 55 \text{ kg/m}^3$ e uma tolerância de 10%.

5.3.5 Outras propriedades e verificações relevantes para o desempenho das chapas compostas

Em complemento ao programa experimental desenvolvido, foram ainda determinadas outras propriedades relevantes para a avaliação que conduziu à emissão do presente Documento de Homologação. Os resultados obtidos são apresentados sumariamente nos pontos seguintes e estão descritos em detalhe no relatório do LNEC já mencionado (vd. 8.1)

5.3.5.1 Aderência da espuma de PUR à chapa metálica exterior (tração perpendicular)

A avaliação da aderência da espuma de PUR à chapa metálica exterior foi efetuada com base no procedimento especificado na norma europeia EN 1607:2013 *Thermal performance of building materials and products – Determination of tensile strength perpendicular to faces.*

A rotura ocorreu quer na espuma de PUR, quer na interface espuma de PUR/chapa metálica quer, ainda, parcialmente na espessura de PUR e na interface PUR/chapa metálica. O valor médio obtido foi de 106 kPa, o qual se considera satisfatório.

5.3.5.2 Espessura da folha de alumínio

A espessura da folha de alumínio gofrado foi determinada sobre amostras previamente preparadas, tendo-se obtido um valor médio de 54 μm (50 a 56 μm). Face ao contributo da folha de alumínio para o desempenho ao fogo, o controlo da condensações interiores e a resistência mecânica face a ações descendentes, os resultados podem considerar-se satisfatórios.

5.3.5.3 Resistência à tração da folha de alumínio

A generalidade dos resultados obtidos é superior ao valor nominal ($\sigma \geq 120 \text{ MPa}$) indicado pelo fornecedor daquele componente. O resultado considera-se satisfatório.

5.3.5.4 Aderência da folha de alumínio (pelagem e tração perpendicular)

No ensaio de pelagem todos os provetes sofreram rotura por rasgamento da folha de alumínio antes de se atingir o comprimento máximo (possível) de pelagem, o que traduz a sua boa aderência ao poliuretano.

No ensaio de tração perpendicular, também realizado com base no procedimento especificado na norma europeia EN 1607:2013 *Thermal performance of building materials and products – Determination of tensile strength perpendicular to faces*, todos os provetes apresentaram rotura na espessura de PUR, próximo da interface PUR/folha de alumínio gofrado, com um valor médio de tensão de rotura de 170 kPa.

Os resultados obtidos em ambos os ensaios consideram-se satisfatórios.

5.4 Avaliação global do desempenho

Em face dos resultados obtidos nos ensaios realizados no âmbito dos estudos realizados no LNEC sobre as chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo, e das visitas a obras em construção e em uso (vd. 9), considera-se que as chapas são adequadas ao uso previsto, em condições normais de utilização, requerendo, em algumas situações, medidas e disposições complementares para cumprir requisitos particulares que possam ser exigidos pelo dono de obra ou por legislação aplicável em vigor.

Em cada aplicação específica devem ser verificados os requisitos regulamentares em vigor, nomeadamente nos domínios da segurança contra incêndios em edifícios, da resistência mecânica e do comportamento térmico e eficiência energética. Como foi referido, deverão, ainda, ser avaliados os riscos de ocorrência de condensações (superficiais ou intersticiais) e a necessidade de recomendar a adoção de eventuais medidas de proteção face a ações mecânicas acidentais.

Com base nas características dos elementos constituintes destas chapas compósitas – chapa metálica exterior e respetivos revestimentos, espuma de PUR e eventual revestimento interior de alumínio gofrado – os utilizadores devem avaliar se estas soluções são adequadas para assegurar a durabilidade prevista face às condições particulares da obra onde se pretende a sua aplicação: condições ambientes interiores e exposição climática local, e exequibilidade das operações de manutenção necessárias.

Desde que as chapas compósitas em questão sejam aplicadas nas condições definidas no presente Documento de Homologação e que sejam respeitadas as outras prescrições nele incluídas, pode estimar-se que possuam um período de vida útil de pelo menos 15 anos, nas condições normais de utilização.

A indicação acerca do período de vida útil não pode ser interpretada como uma garantia dada pelo fabricante, pelos seus representantes ou pelo LNEC. Essa indicação deve apenas ser considerada como um meio para a escolha de produtos adequados em relação à vida útil prevista e economicamente razoável das obras. Em condições normais de utilização, o período de vida útil até pode ser mais longo, apenas com a realização das operações de manutenção regulares indicadas no documento.

6 APLICAÇÃO EM OBRA

6.1 Recomendações de carácter geral

Segundo a empresa Faustino & Ferreira, as chapas compósitas podem ser aplicadas por operadores com conhecimentos de instalação de chapas metálicas em coberturas e paredes.

Os aplicadores devem respeitar as indicações de montagem e de segurança fornecidas pelo fabricante das chapas. Antes de se iniciar a realização do revestimento de coberturas ou de paredes com as chapas compósitas deve ser verificado se a obra apresenta condições que permitam a realização dos trabalhos. Em particular, as intervenções de reabilitação, de substituição ou de complemento de soluções existentes requerem uma inspeção prévia que assegure que o estado de conservação dos elementos existentes e as características dos suportes permitem a instalação segura e durável das chapas compósitas.

6.2 Preparação dos suportes

Os suportes lineares de apoio das chapas compósitas não devem apresentar deformações, desvios de alinhamento e de nivelamento que possam refletir-se desfavoravelmente nos aspetos estéticos e funcionais dos revestimentos realizados.

Além da inexistência de deformações (flexão ou torção) visíveis nos suportes, a título de referência, as tolerâncias impostas aos apoios lineares são as seguintes (embora outros valores possam ser acordados entre o dono de obra, o instalador e o produtor das chapas):

- desvio de afastamento (e paralelismo) entre suportes: ± 20 mm;
- desvio de alinhamento perpendicular ao plano da pendente ou da fachada: ± 15 mm.

Casos particulares, nomeadamente descontinuidades na cobertura ou na parede (juntas de dilatação, diferenças de cotas, atravessamentos, vãos, elementos emergentes), devem ser objeto de estudo prévio e de definição de pormenores construtivos adequados.

No caso de aplicação das chapas compósitas no revestimento de paredes ou de coberturas em laje ou com esteira (construção nova ou reabilitação) deve ser verificado que não existe acumulação de água na superfície (da cobertura) ou sinais da presença de água em excesso naqueles elementos construtivos e com eventuais sinais de degradação.

6.3 Montagem das chapas compósitas

As pendentes das coberturas não devem, em geral, ser inferiores a 10% no caso de serem realizadas com Chapa Térmica IsoTec27 e a 15% no caso de serem realizadas com Telha Térmica IsoTecCoppo. No caso de coberturas com exposição ao vento particularmente favorável, como acontece em geral nos edifícios situados na zona A do território nacional (art.º 20.º do Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifícios e Pontes) a pendente pode ser reduzida para 7% e 10%, respetivamente. Pelo contrário, quando as condições de localização do edifício determinem exposição desfavorável da cobertura à ação do vento, a pendente não deve ser inferior a 15%.

Antes da montagem das chapas o instalador deve verificar se a estrutura de suporte está adequadamente realizada e não apresenta sinais de degradação que devam ser corrigidos antes do início dos trabalhos.

O manuseamento das chapas compósitas deve ser feito com cuidado para não danificar a folha de alumínio e a camada isolante de espuma de PUR, evitando arrastá-las umas sobre as outras ou sobre a estrutura de suporte. A folha de plástico que protege a superfície termolacada só deve ser removida depois da aplicação das chapas. Dependendo do comprimento das chapas compósitas, o seu manuseamento deve ser feito por dois ou mais operários, para evitar a ocorrência de deformações excessivas.

Na aplicação das chapas em obra são utilizados processos tradicionais, nomeadamente quanto à sequência de colocação e ao modo de fixação à estrutura resistente.

Assim, a colocação das chapas deve ser sempre feita no sentido oposto ao dos ventos dominantes, adotando sobreposições transversais e longitudinais adequadas (Anexo II, Figura 1).

As fixações são realizadas nos banzos superiores das nervuras ou telhas das chapas, embora em revestimentos de paredes possam ser feitas, por razões estéticas, no banzo inferior, sensivelmente a meio da largura de apoio, e a meio das zonas

de sobreposição transversal. Caso não existam outras indicações específicas, nos apoios extremos e nas juntas transversais, as fixações são colocadas em todas as nervuras, enquanto nos apoios intermédios bastará aplicá-las em nervuras alternadas. Em zonas particularmente expostas podem ser exigidas fixações adicionais.

Os complementos de estanquidade das juntas de sobreposição transversal devem ser fixados à chapa inferior – por colagem ou por simples adesão – antes da colocação da chapa superior, garantindo-se previamente que a superfície de contacto esteja limpa e seca. O posicionamento dos complementos de estanquidade deve ser feito o mais próximo possível do eixo das fixações das chapas, e do bordo livre da chapa superior.

Quando as chapas compósitas com revestimento de alumínio gofrado apoiem em madres metálicas, deve ser avaliada a eventual necessidade de estas serem protegidas na zona de apoio com uma pintura adequada (ou com bandas plásticas autoadesivas), especialmente quando exista o risco de ocorrência de condensações na sua superfície.

Após aplicação das chapas, a camada de PUR nas juntas longitudinais e transversais deve apresentar-se contínua (junta de topo fechada)¹ de modo a minimizar o risco de ocorrência de condensações nessas juntas.

Devem ser aplicadas as peças de remate adequadas a todas as situações de continuidade e singularidades da parede ou da cobertura, assegurando, quando relevante, a estanquidade ao ar e à água da envolvente nesses pontos. O balanço em consola das chapas compósitas não deve, em geral, ser superior a 1/10 do vão livre. Todavia comprimentos superiores podem ser admitidos até um máximo recomendado de 400 mm no caso de se adotarem disposições complementares de ligação entre planos revestidos com chapas e entre estas e outros elementos construtivos.

Em revestimento de paredes, o bordo inferior das chapas deve estar, no mínimo, 100 mm acima do nível do terreno exterior (50 mm no caso de pavimentos revestidos) e ser rematado com um perfil de arranque, eventualmente perfurado ou com uma grelha de ventilação e de proteção contra intrusão de insetos e pequenos animais.

A circulação sobre as chapas compósitas só deve ocorrer após a respetiva fixação, sobre caminhos de circulação temporários (vd. 7.1).

Todas as limalhas ou partículas resultantes de furações ou cortes efetuados em obra devem ser removidas (por exemplo, com uma escova macia) da superfície das chapas para evitar que a sua corrosão degrade a superfície das chapas.

Algumas soluções de isolamento térmico requeridas em paredes ou coberturas podem ter de ser realizadas em simultâneo com a aplicação das chapas compósitas, devendo haver uma coordenação da execução dos trabalhos que assegure a qualidade e o bom desempenho global daqueles elementos.

6.4 Pormenores construtivos

O bom desempenho global e a durabilidade dos elementos construtivos revestidos ou realizados com as chapas compósitas depende da conceção e da execução adequadas de diversos detalhes construtivos. Além das indicações gerais dadas no presente documento, na fase de projeto deve ser analisado e pormenorizado o tratamento adequado a dar às singularidades

específicas de cada obra. A preparação e a execução da obra devem ter em consideração e respeitar as soluções definidas.

Não devem ser fixados nem apoiados ou suspensos às chapas metálicas quaisquer outros elementos, componentes ou mobiliário. A título de exemplo, tetos falsos, equipamentos, lanternins, luminárias, chaminés, janelas, portas, armários e painéis diversos devem ser apoiados e fixados em estrutura própria.

6.5 Condições atmosféricas

A aplicação das chapas compósitas no revestimento de paredes e de coberturas requer os cuidados habituais deste tipo de intervenção, evitando-se que seja realizada, nomeadamente:

- quando ocorrer vento forte;
- sob condições extremas de temperatura;
- quando estiver a chover ou for previsível que possa chover antes da conclusão da aplicação de modo a evitar evitar o contacto da espuma de PUR com a água.

6.6 Armazenagem em obra

Os volumes das chapas devem ser manuseados com meios de elevação e de movimentação adequados ao seu comprimento, de modo a evitar a sua deformação excessiva.

As chapas compósitas devem ser armazenadas preferencialmente em local seco, coberto e ventilado, mantendo os filmes plásticos de embalagem e de proteção, de forma a prevenir a sua deterioração (nomeadamente, empenos, amolgadelas, dobragens e cortes).

As chapas devem ser armazenadas sobre uma base firme, limpa e horizontal (ou ligeiramente inclinada para facilitar a drenagem de água), sem contacto com o solo. O número de volumes de chapas empilhados deve ser limitado.

No caso de armazenagem temporária de conjuntos de chapas na cobertura durante o processo de montagem, deve ser avaliada a capacidade resistente da estrutura sobre a qual são colocadas, e ser impedida a deslocação acidental das chapas por ação do vento ou da gravidade.

O tempo de armazenagem em obra deve ser o mais reduzido possível. O efeito do sol (radiação UV) e da chuva leva a que quer a folha plástica que embala os volumes de chapas, quer a película de filme protetora da superfície termolacada se deteriore, dificultando a posterior remoção desta última.

6.7 Recomendações de segurança e de higiene

Devem ser adotados os equipamentos de proteção individual e os cuidados habituais no manuseamento e montagem de chapas de revestimento de coberturas e de paredes. De acordo com a informação da empresa Faustino e Ferreira as chapas e a sua aplicação não envolvem riscos para a saúde.

A camada de espuma de PUR, sendo um material combustível, deve ser protegida da ação de chama, de faúlhas ou de temperaturas elevadas.

7 MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO

7.1 Limpeza e operações gerais de manutenção

A limpeza das chapas compósitas deve ser efetuada regularmente para garantir uma maior longevidade destas.

¹ Na Telha Térmica IsoTecCoppo é o perfil de espuma de polietileno extrudido que delimita longitudinalmente a camada de PUR que deve assegurar a continuidade (junta de topo fechada) da face inferior das chapas compósitas.

Os resíduos e manchas de óleo devem ser removidos de forma a não danificar as superfícies. O uso de utensílios, produtos e processos convencionais tais como, vassouras, escovas, água sobre pressão e detergentes não agressivos é normalmente suficiente.

Devem ser efetuadas periodicamente visitas às coberturas, nomeadamente antes de cada inverno, para proceder à eventual desobstrução de caleiras ou algerozes e das embocaduras dos tubos de queda e limpeza. Estas visitas, bem como inspeções periódicas efetuadas às chapas compósitas aplicadas em paredes, permitirão verificar o estado de conservação geral e, em particular, o dos acessórios de fixação, das peças de remate e de eventuais complementos de estanquidade, procedendo-se, quando for caso disso, à substituição dos elementos deteriorados e à limpeza de resíduos acumulados.

As inspeções regulares devem dar especial atenção ao estado das juntas e fixações, para assegurar a não ocorrência de infiltrações.

As coberturas revestidas com as chapas compósitas são consideradas não-utilizáveis. Por esse facto deve ser prevista a criação de caminhos de circulação temporários, dispendo sobre as chapas elementos que realizem uma adequada distribuição das cargas (e. g. pranchas de madeira).

A espuma de PUR é um material combustível. Por esse facto as chapas não devem ser expostas à ação de fontes de ignição (chama, faúlhas, temperaturas elevadas) acidentais ou devidas a operações de reparação ou a processos de produção a decorrer na proximidade.

7.2 Reparação localizada

A empresa produtora proporciona instruções de reparação de pequenas deteriorações acidentais ocorridas nas chapas, tais como indentações, corrosão ou pequenas perfurações.

Na eventualidade de ser necessária a substituição de uma chapa danificada, essa intervenção deve ser efetuada por operadores com conhecimentos de instalação de chapas metálicas em coberturas e paredes.

8 MODALIDADES DE COMERCIALIZAÇÃO E DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

8.1 Modalidade de comercialização

A comercialização das chapas compósitas é feita pela própria empresa, por retalhistas especializados e por representantes sob contrato.

8.2 Assistência técnica

A empresa Faustino & Ferreira está em condições de prestar assistência técnica antes, durante e após a aplicação das chapas compósitas, sempre que para tal for solicitada. A assistência técnica inclui aconselhamento a clientes, durante a fase de projeto, acompanhamento de aplicações, esclarecimento de dúvidas quanto à aplicação, análise de reclamações e elaboração de documentação técnica de apoio aos instaladores.

9 VISITAS A OBRAS EM CONSTRUÇÃO E EM USO

Foram realizadas visitas a obras que permitiram verificar as condições de aplicação e o desempenho das chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo. Foi

possível comprovar a aptidão ao uso do sistema no seu campo de aplicação; as aplicações do sistema observadas apresentavam um aspeto satisfatório e adequado às utilizações previstas.

10 ENSAIOS DE RECEÇÃO

Os ensaios de receção em obra poderão justificar-se, em caso de dúvida, para verificar a identidade das chapas fornecidas, ou de algum dos seus elementos constituintes, relativamente ao âmbito do presente Documento de Homologação.

A título orientativo podem ser solicitadas cópias de registos das matérias-primas e dos painéis acabados efetuados pela empresa no âmbito do controlo da produção na fábrica. Além de uma inspeção visual, a determinação da largura, da espessura e da massa por unidade de superfície das chapas compósitas permite uma verificação indireta básica da qualidade do produto fornecido. Em caso de dúvida justificada podem ainda, ser efetuados outros ensaios que permitam verificar que as características das chapas compósitas e respetivos elementos constituintes se enquadram dentro dos intervalos de tolerância especificados no Documento de Homologação.

11 REFERÊNCIAS

A empresa Faustino & Ferreira tem vindo a aplicar desde há cerca de 3 anos as chapas compósitas Chapa Térmica IsoTec27 e Telha Térmica IsoTecCoppo.

Segundo dados fornecidos pela empresa, indicam-se seguidamente algumas obras mais significativas, a que corresponde uma área total de revestimento de coberturas e de paredes de cerca de 550 000 m² e de 150 000 m², respetivamente.

Chapa Térmica IsoTec27

- ImexforTrading (Casas Sociais) – Angola
- CARCHEK – Leiria
- Sabgal – Vouzela
- Transportes João Pires – Vila Nova de Cerveira
- Andritz – Ribeira de Pena
- CISTER – Alcobaça
- Litofish – Figueira da Foz
- RESINS – Figueira da Foz
- Cerveja Xarlie – Leiria
- UAGME (Unidade de Apoio Geral de Material do Exército) – Benavente
- Construforte – Mação
- Hiper Dolci – Caldas da Rainha

Telha Térmica IsoTecCoppo

- Hospital de Quimbel – Angola
- Aqueciliz IV – Portalegre
- Huafeng – Angola

ANEXO I

Plano de Inspeção e Controlo

O Plano de Inspeção e Controlo definido pela empresa para a produção em fábrica contempla a receção de materiais e a produção das chapas compósitas.

Em ambas as ações, o controlo contempla os seguintes aspetos (através de inspeções visuais e de medições):

- Parâmetro a inspecionar
- Frequência
- Método
- Critério de aceitação
- Ação em caso de não-conformidade
- Registos

As matérias-primas e os elementos constituintes objeto de controlo na receção são os seguintes:

- Chapa metálica lacada
- Alumínio gofrado
- Filme adesivo de proteção da face termolacada e de definição de comprimento de sobreposição transversal
- Perfil de polietileno extrudido de vedação lateral (Telha Térmica IsoTecCoppo)
- Produtos químicos (fabrico de PUR)

O processo de fabrico contempla os seguintes aspetos:

- Zona do desenrolador
- Zona de perfilagem das chapas
- Alumínio gofrado/Filme plástico
- Zona de injeção de poliuretano (PUR)
- Zona de corte do painel

Adicionalmente às ações desenvolvidas no âmbito deste Plano de Inspeção e Controlo, além de eventuais ensaios indiretos ou de informação relevante prestada pelo fornecedor das matérias-primas de fabrico da espuma de PUR, deverá ser realizado um ensaio anual de ignitabilidade deste componente das chapas compósitas segundo a norma EN ISO 11925-2:2010+AC2011 (classe E).

ANEXO II

Pormenores construtivos e elementos complementares

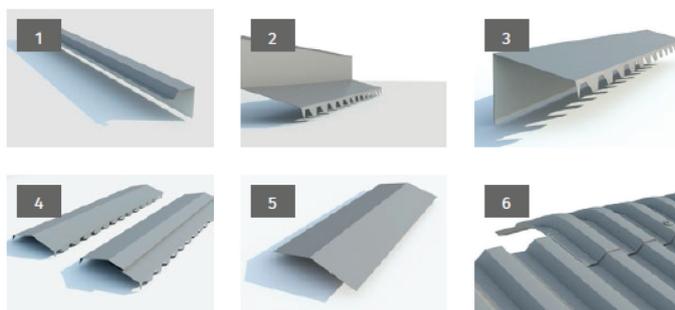


Figura II.1 – Juntas de sobreposição longitudinal da Chapa Térmica IsoTec27 (esq.) e da Telha Térmica IsoTecCoppo (dir.)



Figura II.2 – Exemplos de parafusos de fixação das chapas compósitas a suportes metálicos e de anilha EPDM para painel

PERFIS DE ACABAMENTO E REMATES



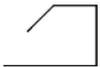
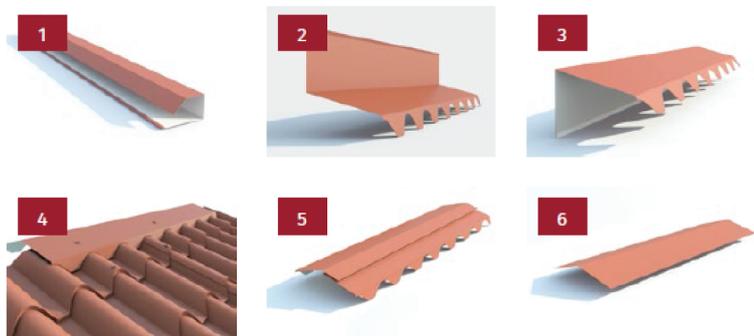
- | | | |
|---|---|--|
| 1 |  | Remate lateral |
| 2 |  | Rufo com opção recortada |
| 3 |  | Cumeeira/remate para encosto em parede, com opção recortada |
| 4 |  | Cumeeira duas águas e cumeeira uma água, com opção recortada |
| 5 |  | Cumeeira simples |
| 6 |  | Cumeeira ondulada perfil ISOTEC 27 |

Figura II.3 – Exemplos de peças de remate para a Chapa Térmica IsoTec27

PERFIS DE ACABAMENTO E REMATES



- 1  Remate lateral
- 2  Rufo com opção recortada
- 3  Cumeeira/Remate para encosto em parede, com opção recortada
- 4  Cumeeira duas águas, com opção recortada
- 5  Cumeeira uma água ajustável a águas desiguais, com opção recortada
- 6  Cumeeira com abas simples sem recortes

Figura II.4 – Exemplos de peças de remate para a Telha Térmica IsoTecCoppo

Descritores: Revestimento de coberturas / Cobertura de edifícios / Revestimento de paredes / Parede exterior / Parede interior / Isolamento térmico / Chapa compósita / Documento de homologação
Descriptors: Roof coating / Buildings roof / Wall coating / External wall / Internal wall / Thermal insulation / Composite sheet / Approval document

