

# TESIS

R. Guaipá, 486, Vila Leopoldina,  
CEP 05089-000 São Paulo/SP

Tel: (11) 2137-9666

[www.thesis.com.br](http://www.thesis.com.br)

## Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura

Proponentes

**ANF – Associação Nacional de Fibrocimento**

Rua Joaquim Floriano, 72 – 2º andar, conjunto 21 – Itaim Bibi

CEP: 04534-000 – São Paulo/SP

Tel: (11) 4193-4069, Home page: <http://www.anf-br.org>

**SINAPROCI – Sindicato Nacional da Indústria de Produtos de Cimento**

Avenida Paulista, 1313 – 10º andar, conjunto 1070 – Cerqueira César

CEP: 01311-923 – São Paulo/SP

Tel: (11) 3149-4040, Home page: <http://www.sinaprocim.org.br>



## SINAT

**Emissão**

Dezembro de 2018

*Considerando a avaliação técnica coordenada pela TESIS Tecnologia e Qualidade de Sistemas em Engenharia, e a decisão do Comitê Técnico de 27/11/2018 e da Comissão Nacional de 19/12/2018, resolveu conceder ao “Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura” a Ficha de Avaliação de Desempenho Nº 04. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto, destinado a sistemas de coberturas de unidades térreas isoladas e geminadas e sobrados.*

## FAD

## Nº 04

Considerações adotadas na avaliação técnica do “Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura”:

- Esta FAD se refere ao “Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura”. O conjunto dos demais elementos/componentes constituintes do sistema de cobertura não é objeto desta FAD.
- O sistema de cobertura com telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura é exclusivamente destinado às unidades térreas isoladas e geminadas e sobrados destinados a habitações, desde que a pressão do vento no empreendimento não supere 850 Pa.
- Quando houver distâncias entre terças menores do que 1,15 m, os resultados de desempenho apresentados nesta ficha poderão ser utilizados.
- Quando houver declividades das águas maiores do que 15º (27%), e menores do que as máximas recomendadas pelos fabricantes, os resultados de desempenho apresentados nesta FAD poderão ser utilizados. Salienta-se que telhados com declividade maior que 30% devem ser providos de dispositivos de segurança suportados pela estrutura principal, conforme item 9.2.3 da ABNT NBR 15575-5.
- Quando o recobrimento lateral for maior que 56 mm e o recobrimento longitudinal for maior que 140 mm os resultados de desempenho apresentados nesta ficha poderão ser utilizados.
- As características térmicas das telhas de fibrocimento apresentadas nesta FAD deverão ser utilizadas para a avaliação do desempenho térmico do sistema de cobertura ou da edificação como um todo, conforme ABNT NBR 15575-5. Tal avaliação dependerá, além das características térmicas das telhas (condutividade térmica, refletância e absorvância à radiação solar e densidade da telha), das demais condições do sistema de cobertura, tais como: condições de ventilação, altura do ático, tipo de forro ou laje, presença ou não de isolamento térmico, entre outros. Salienta-se que para atingir os valores de transmitância térmica da ABNT NBR 15575-5, calculados conforme ABNT NBR 15220-2, é necessário que a edificação possua vedação horizontal, tal como forro ou laje.
- Esta FAD não apresenta a avaliação do desempenho acústico, pois não é possível realizar tal avaliação nas telhas isoladamente. O desempenho acústico mínimo da edificação estabelecido pela ABNT NBR 15575 depende das características da envoltória (fachada e cobertura): no sistema de cobertura, das condições construtivas, tais como altura do ático, tipo de forro ou laje, além do tipo de telha. A avaliação deve ser realizada na edificação concluída através de dois possíveis métodos (de engenharia ou simplificado de campo), conforme ABNT NBR 15575-5.
- A telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, atende à ABNT NBR 15210 – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios. Parte 1: Classificação e requisitos e Parte 2: Ensaios.

## 1 Descrição do objeto da FAD

O objeto desta FAD é o Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura. O conjunto dos demais elementos/componentes constituintes do sistema de cobertura não é objeto desta avaliação. As características da telha avaliada estão apresentadas na Figura 1 a seguir:



### **Telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura**

- **Largura: 500 mm**
- **Comprimento: variável.**
- **Espessura: 4 mm**
- **Substrato: fibrocimento, sem amianto, com tecnologia CRFS (cimento reforçado com fios sintéticos).**

**Figura 1 – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, objeto desta Ficha de Avaliação de Desempenho**

As telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, são acopladas entre si por meio de sobreposição ao longo de seu comprimento e de sua largura (recobrimentos longitudinal e lateral) e ancoradas à estrutura através de peças de fixação e de vedação. As peças de fixação são compostas por pregos zincados 18 x 27, galvanizados a fogo, de parafusos metálicos galvanizados a fogo, além de arruela plástica, conforme Figura 2 abaixo.



**Figura 2 – Peça de fixação e vedação das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura**

A Figura 3 ilustra um telhado montado com telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura.



**Figura 3 – Telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura**

## **2 Objetivo**

Esta Ficha de Avaliação de Desempenho tem por objetivo apresentar os requisitos, critérios e resultados da avaliação do Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, em atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575-5:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura e às normas de especificação ABNT NBR 15210-1:2014 – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios – Parte 1: Classificação e requisitos e ABNT NBR 15210-2:2016 – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios – Parte 2: Ensaios, quando instaladas de acordo com as recomendações da ABNT NBR 7196:2014 – Telhas de fibrocimento - Execução de coberturas e fechamentos laterais – Procedimento.

## **3 Referências Normativas**

Segue a relação das normas utilizadas nas avaliações:

- **ABNT NBR 6123:1990** – Forças devidas ao vento em edificações.
- **ABNT NBR 7196:2014** – Telhas de fibrocimento – Execução de coberturas e fechamentos laterais – Procedimento.
- **ABNT NBR 7581-2:2012** – Telha ondulada de fibrocimento – Parte 2: Ensaios (em substituição à ABNT NBR 5642:1993 – Telha de fibrocimento – Verificação da impermeabilidade)
- **ABNT NBR 9442:1986** – Materiais de construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante.
- **ABNT NBR 15210-1:2014** – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios – Parte 1: Classificação e requisitos
- **ABNT NBR 15210-2:2016** – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios – Parte 2: Ensaios.
- **ABNT NBR 15220-1:2005** – Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades.
- **ABNT NBR 15220-2:2008** – Desempenho térmico de edificações. Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações.

- **ABNT NBR 15220-3:2005** – Desempenho térmico de edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.
- **ABNT NBR 15220-4:2005** – Desempenho térmico de edificações. Parte 4: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo princípio da placa quente protegida.
- **ABNT NBR 15220-5:2005** – Desempenho térmico de edificações. Parte 5: Medição da resistência térmica e da condutividade térmica pelo método fluximétrico.
- **ABNT NBR 15575-1:2013** – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais;
- **ABNT NBR 15575-2:2013** – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- **ABNT NBR 15575-5:2013** – Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura;
- **ASTM E 662:2011** – Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials;
- **ISO 1182:1990** – Fire tests – Building materials – Non-combustibility test.

#### 4 Premissas de projeto para escolha das telhas objeto desta FAD

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

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

Os valores das velocidades básicas máximas de vento ( $V_0$ ) nas cinco regiões brasileiras podem ser observadas na Figura 4 abaixo, extraída da ABNT NBR 6123:

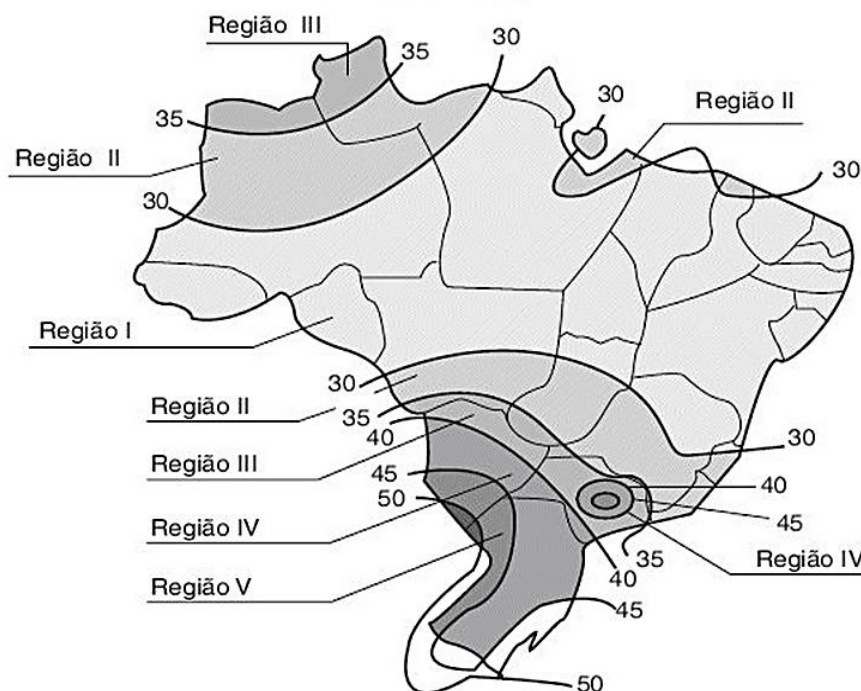


Figura 4 – Gráfico das isopletas da velocidade básica do vento; “ $V_0$ ”, em m/s, no Brasil, conforme a ABNT NBR 6123 (imagem retirada da ABNT NBR 6123)

A partir da velocidade  $V_0$ , conhecendo-se as dimensões da edificação e a topografia da região onde esta será construída, devem-se calcular os esforços atuantes do vento na cobertura. A ABNT NBR 15575-5 – Anexo J traz o referido roteiro de cálculo, de acordo com o estabelecido na ABNT NBR 6123. Os fatores determinantes da pressão de vento no telhado são: rugosidade do terreno, cota dos obstáculos, geometria do telhado e ângulo de incidência dos ventos.

## **5 Informações e dados técnicos da telha ondulada de fibrocimento sem amianto objeto desta FAD**

### **5.1 Características do produto**

As características da telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, estão apresentadas no item 5.1 desta FAD.

### **5.2 Manual técnico de instalação do fabricante**

O manual de instalação da telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura deve conter as instruções, informações e orientações necessárias para adequada instalação, uso, operação e manutenção das telhas e telhado, dentre elas:

- Instruções respectivas à instalação das telhas, com a indicação dos recobrimentos mínimos longitudinal e lateral entre as telhas, distâncias máximas entre apoios das telhas, tipo de fixadores e procedimentos de fixação da telha à estrutura, incluindo a distribuição dos fixadores, detalhes construtivos do beiral, e indicação das possíveis declividades do telhado;
- Especificidades de instalação das telhas associadas à estrutura ser de madeira, metálica ou de concreto;
- Informações sobre os tipos de peças complementares, incluindo detalhes de sua instalação, por exemplo, da cumeeira;
- Orientações sobre as condições de caminhamento de pessoas sobre o telhado;
- Orientações sobre procedimentos de pintura;
- Recomendações sobre o transporte e armazenamento dentro da obra.

### **5.3 Transporte e armazenamento**

Para o transporte e armazenamento das telhas devem-se realizar os procedimentos abaixo:

- O transporte e manuseio das telhas devem ser realizados em condições que não danifiquem o produto;
- As telhas devem ser descarregadas uma de cada vez;
- As telhas devem ser apoiadas em base plana, com empilhamento máximo de 100 telhas na horizontal desde que assentadas em calços adequados. Na vertical podem ser empilhadas até 300 telhas. Não devem ser misturadas telhas de comprimentos diferentes.

### **5.4 Material necessário para a correta instalação**

Para a correta instalação da telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, são necessárias os principais materiais e dispositivos:

- Dispositivo para verificação do alinhamento da estrutura e das telhas (trena, linha de náilon, medidor de nível);

- Dispositivo para furação da estrutura e fixação dos parafusos (furadeira, brocas, chave de boca);
- Dispositivo para corte das telhas (serra elétrica, serrote, arco de serra ou serra tico-tico);
- Dispositivo para verificação do esquadro das telhas instaladas (trena e esquadro);
- Dispositivo para verificação da inclinação do telhado (inclinômetro);
- Tábuas de madeira para serem utilizadas como apoios dos pés dos responsáveis durante a instalação das telhas.

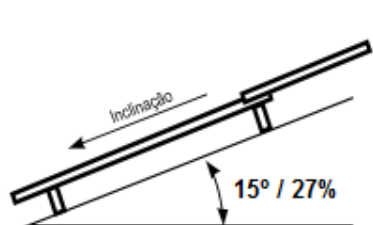
O executor/montador do telhado deve adotar estes dispositivos e seguir a legislação pertinente respectiva à Segurança e Saúde no Trabalho.

## 5.5 Procedimentos de instalação e detalhes construtivos

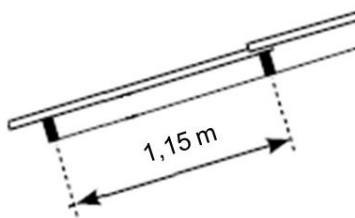
Para a correta instalação da telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura e de suas respectivas peças de fixação e de vedação, bem como das peças complementares, deverão ser seguidas as orientações apresentadas na Tabela 1 a seguir, que devem constar nas informações técnicas a serem fornecidas pelo fabricante das telhas. As respectivas características estão indicadas por letras (de A a J) na Tabela 1 e na Figura 5.

**Tabela 1 – Detalhes construtivos para a montagem de telhados constituídos de telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura**

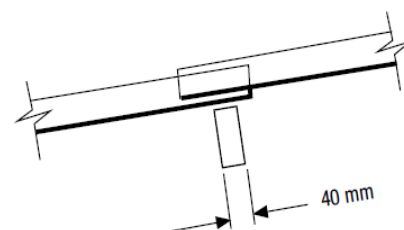
<b>(a)</b>	<b>Inclinação mínima</b>	15° (27%)
<b>(b)</b>	<b>Vão livre máximo</b>	1150 mm
<b>(c)</b>	<b>Recobrimento lateral mínimo</b>	56 mm
<b>(d)</b>	<b>Recobrimento longitudinal</b>	140 mm a 300 mm
<b>(e)</b>	<b>Tipo e forma do apoio</b>	Madeira, metal ou concreto, com largura mínima de 40 mm, sempre acompanhando o caimento das telhas
<b>(f)</b>	<b>Caminhamento sobre telhado</b>	Usar tábuas nos dois sentidos, nunca caminhar diretamente sobre as telhas
<b>(g)</b>	<b>Balanço livre</b>	Beiral sem calha máximo: 140 mm Beiral com calha: 100 a 140 mm
<b>(h)</b>	<b>Sentido de montagem</b>	Contrário aos ventos dominantes na região
<b>(i)</b>	<b>Fixação das telhas</b>	Fixação na crista da 2ª e 5ª onda com prego zincado 18x27, galvanizado a fogo
<b>(j)</b>	<b>Esquema de montagem e corte dos cantos</b>	Iniciar do beiral para a cumeeira, montando as águas opostas simultaneamente.



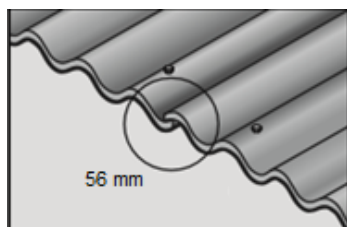
(a) Inclinação mínima



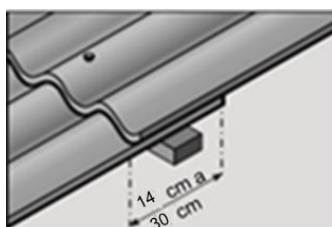
(b) Vão livre máximo



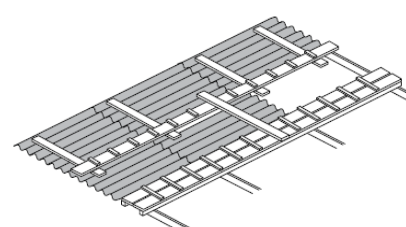
(c) Tipo e forma do apoio



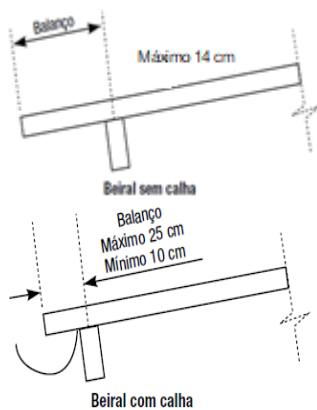
(d) Recobrimento lateral mínimo



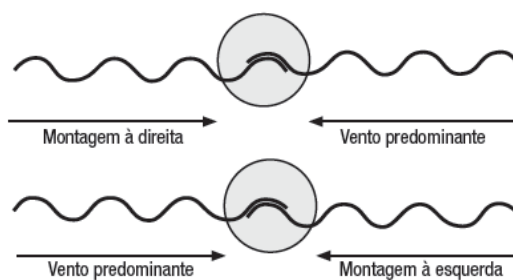
(e) Recobrimento longitudinal



(f) Caminhamento sobre telhado



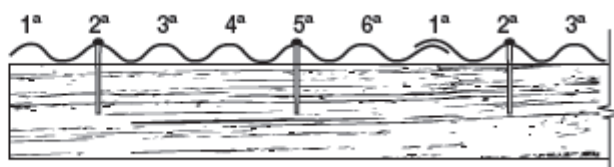
(g) Balanço livre



(h) Sentido de montagem em relação ao vento



(i) Fixação das telhas



(j) Sentido de montagem

Figura 5 – Orientações para montagem do telhado (imagens cedidas pela Brasilit)



## 5.6 Procedimentos detalhados da montagem do telhado

Apesar da estrutura de sustentação do telhado, de madeira, não ser objeto desta FAD, previamente à instalação das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, o executor/montador deve estar ciente quanto às condições de tal estrutura e ao seu devido tratamento: contra o apodrecimento.

Feita esta verificação, o executor/montador deve seguir a sequência de instalação ilustrada na Figura 6. O cálculo da quantidade de telhas, peças de fixação, peças complementares e do número de apoios (terças) por telhas deve ser realizado previamente, de acordo com as características do telhado e com as indicações contidas nas informações técnicas fornecidas pelo fabricante.



1º – Preparar a estrutura do telhado na inclinação correta.



2º – Respeitar o vão livre máximo entre apoios.



3º – Iniciar a montagem do ponto mais baixo para o mais alto, montando simultaneamente os dois lados do telhado e encaixando as cumeeiras. Verificar os recobrimentos laterais e longitudinais.



4º – Sobrepor as telhas, encaixando-as. Evitar martelar excessivamente, evitando trincar a telha.



6º – Durante a instalação, para se movimentar sobre o telhado, utilizar tábuas.

Figura 6 – Procedimentos detalhados de montagem do telhado



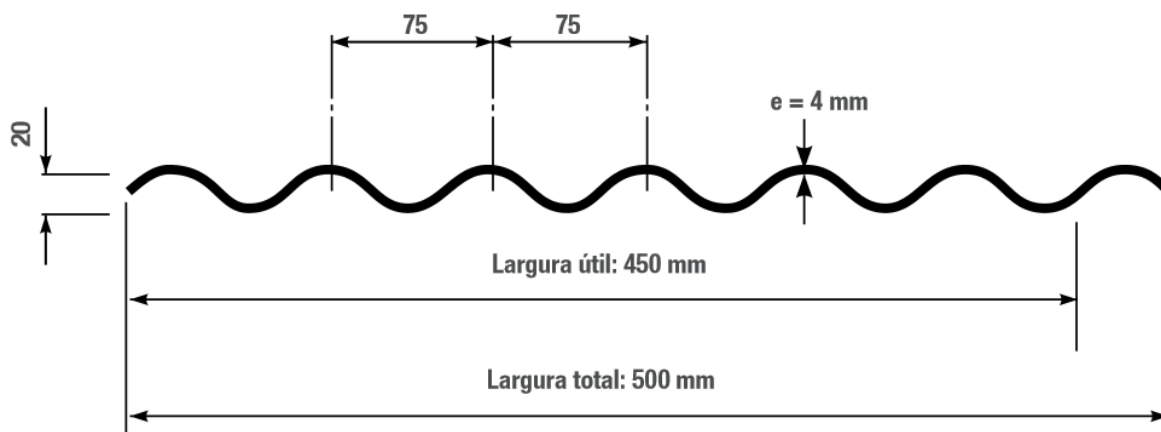
## 6 Avaliação técnica

### 6.1 Caracterização das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto

A telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, possui carga na ruptura de 2500 N/m, conforme Tabela 1 da ABNT NBR 15210-1 e apresenta as dimensões apresentadas na Tabela 2 abaixo, conforme Figura 7.

**Tabela 2 – Dimensões da telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura avaliada**

<b>Comprimento</b>	2440 mm
<b>Largura total</b>	500 mm
<b>Largura útil</b>	450 mm
<b>Espessura</b>	4 mm
<b>Altura da onda</b>	20 mm
<b>Passo da onda</b>	75 mm



**Figura 7 – Detalhe da telha ondulada de fibrocimento sem amianto avaliada, com principais dimensões (imagem cedida pela Brasilit)**

## 6.2 Requisitos para as telhas onduladas de fibrocimento sem amianto

As telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura foram avaliadas de acordo com a ABNT NBR 15210 – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios – Parte 1: Classificação e requisitos e Parte 2: Ensaio. A Tabela 3 abaixo apresenta os ensaios de caracterização realizados para as telhas, bem como os resultados obtidos. Salienta-se que todas as telhas foram aprovadas nos ensaios de caracterização, condição necessária para que seja possível realizar a montagem dos telhados.

**Tabela 3 – Caracterização da telha ondulada de fibrocimento sem amianto, segundo ABNT NBR 15210**

Requisitos		Critérios	Métodos de avaliação	Resultado obtido
Requisitos específicos	Características geométricas	<b>Passo da onda:</b> $\pm 2$ mm <b>Altura da onda:</b> $\pm 3$ mm <b>Comprimento da telha:</b> $\pm 10$ mm <b>Largura da telha:</b> + 10 mm e - 5 mm <b>Espessura nominal de telha:</b> + 0,5 mm e - 0,4 mm <b>Esquadro da telha:</b> $\leq 10$ mm	ABNT NBR 15210-2, item 6	Todas as medidas obtidas dentro das tolerâncias.
	Propriedades mecânicas	<b>Carga de ruptura à flexão:</b> a carga na ruptura saturada deve ser $\geq 600$ N/m.	ABNT NBR 15210-2, item 2	Carga média: 692 N/m
	Características físicas	<b>Permeabilidade:</b> pode aparecer umidade na superfície, mas em nenhum caso deve aparecer formação de gotas de água.	ABNT NBR 15210-2, item 8.1	Aparecimento de manchas de umidade, sem formação de gotas na superfície inferior.
		<b>Densidade aparente:</b> $\pm 10\%$ em relação ao valor nominal estabelecido pelo fabricante ( $1,43$ g/cm <sup>3</sup> ).	ABNT NBR 15210-2, item 8.2	Máxima variação: 6 % ( $1,51$ g/cm <sup>3</sup> ) em relação ao valor nominal.
		<b>Absorção de água:</b> deve apresentar valor dentro do intervalo determinado pelo fabricante (até 30%).	ABNT NBR 15210-2, item 8.2	Valores obtidos dentro do intervalo especificado pelo fabricante (25 a 26%).
		<b>Água quente:</b> não podem ocorrer fissuras e a relação L, determinada no ensaio, deve ser maior ou igual a 0,7.	ABNT NBR 15210-2, item 9.2	Nenhuma ocorrência, L=0,8.
		<b>Imersão-Secagem:</b> não podem ocorrer fissuras e a relação L, determinada no ensaio, deve ser maior ou igual a 0,7.	ABNT NBR 15210-2, item 9.3	Nenhuma ocorrência, L= 1,0.
<b>Calor-Chuva:</b> não são admitidas fissuras ou delaminações que provoquem vazamentos.	ABNT NBR 15210-2, item 9.4	Nenhuma ocorrência.		
Marcação	Todas as telhas devem ter marcação legível e indelével, permitindo identificar: fabricante, data de fabricação, espessura, conformidade com a Norma ABNT NBR 15210, referência à consulta/manual do fabricante e informações facultativas (caso o fabricante julgar necessário – ex: “sem amianto”).	ABNT NBR 15210-1, item 7	Apresenta todas as marcações obrigatórias.	

### 6.3 Requisitos para os telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto

Apresentam-se na Tabela 4 os requisitos e critérios estabelecidos na ABNT NBR 15575-5 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura, aplicáveis à avaliação dos telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura:

**Tabela 4 – Requisitos para avaliação do desempenho de sistemas de cobertura conforme ABNT NBR 15575-5 aplicáveis às telhas onduladas de fibrocimento sem amianto**

Requisitos da ABNT NBR 15575-5		Crítérios	Métodos de avaliação
Desempenho estrutural	Resistência e deformabilidade (item 7.1)	<b>Risco de arrancamento pelo vento</b> (item 7.1.2): sob a ação do vento, calculada conforme ABNT NBR 6123, não pode ocorrer remoção ou danos de componentes do sistema de cobertura sujeitos a esforços de sucção.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo L
	Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados (item 7.5)	<b>Resistência ao impacto</b> (item 7.5.1): sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não 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 a perda de estanqueidade do telhado.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo C
Segurança contra incêndio	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento (item 8.2)	<b>Avaliação da reação ao fogo da face interna do sistema de cobertura das edificações</b> (item 8.2.1): a face interna do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II-A ou III-A, de acordo com a ABNT NBR 9442 e ASTM E 662.	ABNT NBR 9442 ASTM E 662
		<b>Avaliação da reação ao fogo da face externa do sistema de cobertura das edificações</b> (item 8.2.2): a face externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II ou III, de acordo com a ABNT NBR 9442.	ABNT NBR 9442
Segurança no uso e na operação	Manutenção e operação (item 9.2)	<b>Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura</b> (item 9.2.4): telhados e lajes de cobertura devem propiciar o caminhamento de pessoas, em operações de montagem, manutenção ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto e no manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo G
Estanqueidade à água	Estanqueidade (item 10)	<b>Impermeabilidade</b> (item 10.1): o sistema de cobertura não pode apresentar escoamento, gotejamento de água ou gotas aderentes. Aceita-se o aparecimento de manchas de umidade, desde que restritas a no máximo 35% da área das telhas.	ABNT NBR 7581-2, 8.2 (em substituição à ABNT NBR 5642)
		<b>Estanqueidade do sistema de cobertura</b> (item 10.2): durante a vida útil do sistema de cobertura, não pode ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo D
Desempenho térmico	Isolação térmica da cobertura (item 11.2)	Apresentar transmitância térmica e absorvância à radiação solar que proporcionem um desempenho térmico apropriado para cada zona bioclimática. <b>Transmitância térmica</b> (item 11.2.1): respeitar os valores máximos de transmitância térmica estabelecidos na ABNT NBR 15575-5.	ABNT NBR 15520-2

A Tabela 5 apresenta os prazos de Vida Útil de Projeto (VUP) estabelecidos em norma, tanto para a estrutura como para diversos elementos da edificação, e a Tabela 6 os prazos de Vida Útil de Projeto (VUP) para vedação interna.

**Tabela 5 – Vida Útil de Projeto (VUP) mínima e superior\***

Sistema	VUP (anos)		
	Mínimo	Intermediário	Superior
Estrutura	≥ 50	≥ 63	≥ 75
Pisos internos	≥ 13	≥ 17	≥ 20
Vedação vertical externa	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Vedação vertical interna	≥ 20	≥ 25	≥ 30
<b>Cobertura</b>	<b>≥ 20</b>	<b>≥ 25</b>	<b>≥ 30</b>
Hidrossanitário	≥ 20	≥ 25	≥ 30

\* Considerando periodicidade e processos de manutenção segundo a ABNT NBR 5674 e especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção entregue ao usuário elaborado em atendimento à ABNT NBR 14037.

**Tabela 6 – Exemplos de VUP aplicando os conceitos do Anexo C da ABNT NBR 15575-1**

Parte da edificação	Exemplo	VUP (anos)		
		Mínimo	Intermediário	Superior
Cobertura	Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos	≥ 20	≥ 25	≥ 30
	<b>Telhamento</b>	<b>≥ 13</b>	<b>≥ 17</b>	<b>≥ 20</b>
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis	≥ 4	≥ 5	≥ 6
	Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	≥ 8	≥ 10	≥ 12

## 7 Avaliação dos telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento

Para a avaliação dos telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, estes foram montados com as características mais críticas, conforme apresentado na Tabela 7, ou seja: recobrimentos e declividades mínimas, distância máxima permitida entre terças, máximo balanço de extremidade e distribuição das peças de fixação em conformidade à norma de execução ABNT NBR 7196 e ao manual do fabricante.

**Tabela 7 – Detalhes construtivos utilizados para a avaliação dos telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura**

<b>Declividade</b>	15° (27%)
<b>Recobrimento lateral</b>	56 mm
<b>Recobrimento longitudinal</b>	140 mm
<b>Distância máxima entre terças</b>	1150 mm
<b>Balanço da extremidade da telha</b>	140 mm
<b>Distribuição das peças de fixação</b>	2ª e 5ª onda

Ressalta-se que as telhas utilizadas na montagem dos telhados foram aprovadas em todos os requisitos constantes na ABNT 15210, conforme Tabela 3. Os resultados obtidos para os ensaios relacionados na Tabela 4 estão apresentados nos subitens a seguir.

## **7.1 Desempenho estrutural**

O item 7 da ABNT NBR 15575-5 refere-se ao desempenho estrutural dos sistemas de cobertura. Os ensaios realizados estão descritos abaixo.

### **7.1.1 Resistência e deformabilidade: Risco de arrancamento de componentes do sistema de cobertura sob ação do vento**

A norma ABNT NBR 15575-5, item 7.1.2, especifica que sob ação de vento, calculada de acordo com a ABNT NBR 6123, não pode ocorrer remoção ou danos de componentes do sistema de cobertura sujeitos a esforços de sucção, respeitando os deslocamentos máximos permitidos (considerando a questão visual e insegurança psicológica do usuário).

A avaliação do risco de arrancamento de componentes do sistema de cobertura sob ação do vento é realizada de acordo com a ABNT NBR 15575-5, Anexo L, mediante aplicação de pressões, por meio de balão inflável. Cada pressão é mantida por 5 minutos, registrando-se o deslocamento constante apresentado em relógios comparadores, e depois aliviada, registrando-se o valor constante nos relógios. Para cada pressão de ensaio é registrado se ocorre fissura ou ruptura da telha ou se as telhas se desprendem da fixação.

O telhado constituído por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura atendeu aos critérios normativos para o ensaio de risco de arrancamento de componentes do sistema de cobertura sob ação de vento para a pressão de 850 Pa, conforme apresentado na Tabela 8.

**Tabela 8 – Resultados obtidos: Risco de arrancamento de componentes do sistema de cobertura sob ação do vento**

<p><b>Especificação</b>  <b>ABNT NBR 15575-5:</b>                  não ocorrência de remoção dos componentes do telhado, ruptura, colapso total ou parcial de qualquer de seus componentes.</p>	<b>Distância máxima entre terças</b>	1150 mm
	<b>Distância entre fixações (2ª e 5ª)</b>	225 mm
	<b>Pressão máxima suportada</b>	850 Pa
	<b>Outras ocorrências até a pressão máxima</b>	Não ocorrência de ruptura, fissura ou remoção de componentes
	<b>Resultado final</b>	<b>Atendimento à pressão máxima de 850 Pa.</b>



**Figura 8 – Risco de arrancamento de componentes do sistema de cobertura sob ação do vento – telhado submetido ao ensaio, com relógios comparadores posicionados**

### 7.1.2 Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados: Resistência ao impacto

A norma ABNT NBR 15575-5, item 7.5.1, especifica que o telhado não pode sofrer ruptura ou traspassamento sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais, desde que os valores de impacto nas telhas não ultrapassem 1,0 J. É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem a perda de estanqueidade do telhado.

A avaliação da ação do granizo e de outras cargas acidentais em telhados se dá mediante aplicação de um impacto de 1,0 J, por meio de esfera de aço maciça (massa de aproximadamente 65,6 g, diâmetro 25,4 mm) na posição mais desfavorável da telha. Para cada energia de impacto é registrada a eventual ocorrência de fissuras, lascamentos, desagregações, traspassamento ou outras avarias.

O telhado constituído por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura atendeu aos critérios normativos para o ensaio de ação de granizo, não apresentando ruptura ou traspassamento para as energias de impacto de 1,0 J, conforme apresentado na Tabela 9.



**Tabela 9 – Resultados obtidos: Resistência ao Impacto**

<b>Especificação</b> <b>ABNT NBR 15575-5:</b> não deve apresentar ruptura ou traspasse na face da aplicação de impacto após uma energia de 1,0 J.	<b>Energia de impacto aplicada</b>	1,0 J através de esfera de aço
	<b>Altura de queda livre da esfera</b>	1,5 m
	<b>Ocorrências durante o ensaio</b>	Nenhuma ocorrência
	<b>Resultado final</b>	<b>Atende à especificação.</b>



**Figura 9 – Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados – telhado submetido ao ensaio**

## 7.2 Segurança contra incêndio: Avaliação da reação ao fogo da face interna e externa do sistema de cobertura das edificações

A norma ABNT NBR 15575-5, item 8.2.1, especifica que a face interna do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II-A ou III-A, de acordo com a Tabela 10 abaixo, quando avaliada de acordo com a ABNT NBR 9442 e ASTM E 662:

**Tabela 10 – Classificação para a face interna do sistema de cobertura de acordo com as normas ABNT NBR 9442 e ASTM E 662**

Classe	Método de ensaio	
	ABNT NBR 9442	ASTM E 662
I	–	–
II-A	$l_p \leq 25$	$D_m \leq 450$
III-A	$25 < l_p \leq 75$	$D_m \leq 450$

Onde:  $l_p$  – Índice de propagação superficial de chama  
 $D_m$  – Densidade específica óptica máxima de fumaça.

Para a face externa do sistema de cobertura, a norma ABNT NBR 15575-5, item 8.2.2, especifica que este deve classificar-se como I, II ou III, de acordo com a Tabela 11 abaixo, quando avaliada de acordo com a ABNT NBR 9442:

**Tabela 11 – Classificação para a face externa do sistema de cobertura de acordo com as normas ABNT NBR 9442**

Classe	Método de ensaio: ABNT NBR 9442
I	–
II-A	$I_p \leq 25$
III-A	$25 < I_p \leq 75$

Onde:  $I_p$  – Índice de propagação superficial de chama  
 $D_m$  – Densidade específica óptica máxima de fumaça.

A avaliação da reação ao fogo das faces do sistema de cobertura se dá mediante o método do painel radiante. Os corpos de prova são colocados em frente a um painel radiante com uma inclinação de 60°, de modo a expor o corpo de prova a um fluxo radiante padronizado. Uma chama é aplicada na extremidade superior ao corpo de prova e mede-se o índice de propagação de chama ( $I_p$ ), determinado pelo produto entre o fator propagação de chama desenvolvida na superfície do material ( $P_c$ ), medido através do tempo para atingir as distâncias padronizadas no suporte metálico com o corpo de prova, e o fator de evolução de calor desenvolvido pelo material ( $Q$ ), medido através de sensores de temperatura (termopares) localizados em uma chaminé sobre o painel.



**Figura 10 – Equipamento de ensaio para determinação do índice de propagação superficial de chama**

A determinação da densidade específica óptica de fumaça ( $D_m$ ) é realizada de acordo com a norma ASTM E 662. Utiliza-se uma câmara de densidade óptica fechada, onde é medida a fumaça gerada por materiais sólidos, e a medição é feita pela atenuação de um raio de luz em razão do acúmulo da fumaça gerada na decomposição pirolítica sem chama e na combustão com chama. A Figura 11 apresenta a câmara de ensaio.



**Figura 11 – Câmara e ensaio de densidade óptica de fumaça**

As telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura classificam-se como II-A, conforme apresentado na Tabela 12.

**Tabela 12 – Resultados obtidos: Reação ao Fogo**

<b>Especificação ABNT NBR 15575-5:</b> as faces interna e externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II-A ou III-A.	<b>Índice de propagação de chama (Ip)</b>	0
	<b>Densidade óptica de fumaça (Dm)</b>	14
	<b>Classificação</b>	II-A
	<b>Resultado final</b>	<b>Atende à especificação.</b>

### **7.3 Segurança no uso e na operação – Manutenção e operação: Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura**

A norma ABNT NBR 15575-5, item 9.2.4, especifica que telhados e lajes de cobertura devem propiciar o caminhamento de pessoas, em operações de montagem, manutenção ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto e no manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas.

A avaliação da possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura se dá mediante aplicação de carga na posição mais desfavorável do telhado, por meio de cutelo de madeira e tábuas, de acordo com a recomendação do manual do fabricante. É carga é aplicada gradualmente, até atingir 1,2 kN.

O telhado constituído por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura atendeu aos critérios normativos para o ensaio de possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura, não apresentando ruptura, fissura, deslizamentos ou deformação excessiva para a carga concentrada de 1,2 kN, conforme apresentado na Tabela 13.

**Tabela 13 – Resultados obtidos: Possibilidade de caminhamento**

<b>Especificação ABNT NBR 15575-5:</b> suportar uma carga de 1,2 kN por 1 min sem apresentar rupturas, fissuras, deslizamentos ou outras falhas.	<b>Carga aplicada</b>	120 kg
	<b>Tempo de aplicação da carga</b>	1 min
	<b>Ocorrências durante o ensaio</b>	Nenhuma ocorrência
	<b>Resultado final</b>	<b>Atende à especificação.</b>



**Figura 12 – Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura – telhado submetido ao ensaio**

## 7.4 Estanqueidade

O item 10 da ABNT NBR 15575-5 refere-se à estanqueidade à água dos sistemas de cobertura. Os ensaios realizados estão descritos abaixo.

### 7.4.1 Estanqueidade: Impermeabilidade

A norma ABNT NBR 15575-5, item 10.1, especifica que o sistema de cobertura não pode apresentar escoamento, gotejamento de água ou gotas aderentes, aceitando-se o aparecimento de manchas de umidade, desde que restritas a no máximo 35 % da área das telhas.

A avaliação da impermeabilidade se dá mediante aplicação de uma coluna d'água de 250 mm de altura e diâmetro de 35 mm, de acordo com a ABNT NBR 7581-2, item 8.2. Após 24 h verifica-se a face inferior do corpo de prova.

Adicionalmente, a norma ABNT NBR 15210-2, item 8.1, especifica que pode aparecer umidade na superfície da telha, mas em nenhum caso deve aparecer formação de gotas de água.

A avaliação da permeabilidade se dá mediante aplicação de lâmina d'água de 20 mm em uma área de no mínimo 500 mm x 500 mm. Após 24 h, verifica-se a face inferior do corpo de prova.

A telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura atendeu aos critérios normativos, conforme apresentado nas Tabelas 14 e 15.

**Tabela 14 – Resultados obtidos: Impermeabilidade**

<b>Especificação ABNT NBR 7581-2:</b> ao final das 24h, o sistema de cobertura não pode apresentar escoamento, gotejamento de água ou gotas aderentes, aceitando-se o aparecimento de manchas de umidade, desde que restritas a no máximo 35 % da área das telhas	<b>Coluna d'água aplicada</b>	250 mm
	<b>Tempo de aplicação da lâmina d'água</b>	24h
	<b>Ocorrências durante o ensaio</b>	Nenhuma ocorrência
	<b>Resultado final</b>	<b>Atende à especificação.</b>



Figura 13 – Estanqueidade: Impermeabilidade – ilustração do ensaio

Tabela 15 – Resultados obtidos: Permeabilidade

<b>Especificação ABNT NBR 15210:</b> ao final das 24h, pode aparecer umidade na superfície, mas em nenhum caso deve aparecer formação de gotas de água.	<b>Lâmina d'água aplicada</b>	20 mm acima das cristas
	<b>Tempo de aplicação da lâmina d'água</b>	24h
	<b>Ocorrências durante o ensaio</b>	Nenhuma ocorrência
	<b>Resultado final</b>	<b>Atende à especificação.</b>



Figura 14 – Permeabilidade – telha submetida ao ensaio

#### 7.4.2 Estanqueidade do sistema de cobertura

A norma ABNT NBR 15575-5, item 10.2, especifica que durante a vida útil do sistema de cobertura, não pode ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento.

A avaliação da estanqueidade do sistema de cobertura se dá mediante a aplicação de água, a uma vazão de 4 L/min/m<sup>2</sup>, com incremento de pressões de ar (de 10 Pa a 50 Pa) a cada 5 min.

O telhado constituído por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura atendeu aos critérios normativos para o ensaio de estanqueidade do sistema de cobertura, não apresentando escoamento ou gotejamento para pressões até 60 Pa, conforme apresentado na Tabela 16.

**Tabela 16 – Resultados obtidos: Determinação da estanqueidade**

<b>Especificação ABNT NBR 15575-5:</b> não ocorrência de vazamentos, escorrimentos, manchas ou qualquer outra anomalia na face interna da telha e do telhado.	<b>Pressão máxima aplicada</b>	60 Pa
	<b>Ocorrências durante o ensaio</b>	Nenhuma ocorrência
	<b>Resultado final</b>	<b>Atende à especificação.</b>



**Figura 15 – Estanqueidade do sistema de cobertura – telhado submetido ao ensaio dentro da câmara de estanqueidade**

## 7.5 Desempenho térmico

### 7.5.1 Absortância à radiação solar

O valor da absortância à radiação solar das telhas de fibrocimento é de 70% (Absortância = 1 – refletância).

### 7.5.2 Transmitância térmica

A norma ABNT NBR 15575-5, item 11.2.1, especifica que o sistema de cobertura deve respeitar os valores máximos de transmitância térmica estabelecidos na ABNT NBR 15575-5 e calculadas conforme ABNT NBR 15220-2. Salienta-se que para atingir os valores de transmitância térmica estabelecidos na ABNT NBR 15575-5 é necessário que a edificação possua vedação horizontal (forro, laje, entre outros).

Os dados referentes à telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura estão apresentados na Tabela 17.

**Tabela 17 – Dados de entrada para o cálculo da Transmitância térmica**

<b>Especificação ABNT NBR 15575-5:</b> respeitar os valores máximos de transmitância térmica estabelecidos na ABNT NBR 15575-5. A transmitância térmica deve ser calculada a partir dos valores de condutividade térmica, refletância e densidade da telha	<b>Condutividade térmica</b>	0,35 W/(m.K)
	<b>Refletância à radiação solar</b>	30 %
	<b>Densidade da telha</b>	1,43 g/cm <sup>3</sup>



## 8 Resumo das avaliações das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo grandes ondas (GO) e dos telhados

A Tabela 18 apresenta o resumo da avaliação das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, de acordo com a ABNT NBR 15210, e a Tabela 19 o resumo da avaliação dos telhados com relação à ABNT NBR 15575-5.

Salienta-se que as avaliações foram realizadas nas configurações mais críticas, a saber: recobrimentos laterais e longitudinais mínimos, mínima declividade, espaçamento máximo entre terças e tesouras.

**Tabela 18 – Resumo da avaliação da telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, segundo ABNT NBR 15210**

ABNT NBR 15210-1			Atendimento à ABNT NBR 15210 e resultado obtido
Requisitos	Critérios		
Requisitos específicos	Características geométricas	Passo da onda: $\pm 2$ mm Altura da onda: $\pm 3$ mm Comprimento da telha: $\pm 10$ mm Largura da telha: $+ 10$ mm e $- 5$ mm Espessura nominal de telha: $\pm 0,4$ mm Esquadro da telha: $\leq 10$ mm	Atende, todas as medidas obtidas dentro das tolerâncias.
	Propriedades mecânicas	Carga de ruptura à flexão: a carga na ruptura saturada deve ser $\geq 600$ N/m.	Atende, carga média: 692 N/m
	Características físicas	Permeabilidade: pode aparecer umidade na superfície, mas em nenhum caso deve aparecer formação de gotas de água.	Atende, aparecimento de manchas de umidade, sem formação de gotas na superfície inferior.
		Densidade aparente: $\pm 10\%$ em relação ao valor nominal estabelecido pelo fabricante ( $1,43$ g/cm <sup>3</sup> ).	Atende, máxima variação: 6 % ( $1,51$ g/cm <sup>3</sup> ) em relação ao valor nominal.
		Absorção de água: deve apresentar valor dentro do intervalo determinado pelo fabricante (até 30%)	Atende, valores obtidos dentro do intervalo especificado pelo fabricante (25 a 26%).
		Água quente: não podem ocorrer fissuras e a relação L, determinada no ensaio, deve ser maior ou igual a 0,7.	Atende, nenhuma ocorrência, L=0,8.
		Imersão-Secagem: não podem ocorrer fissuras e a relação L, determinada no ensaio, deve ser maior ou igual a 0,7.	Atende, nenhuma ocorrência, L= 1,0.
Calor-Chuva: não são admitidas fissuras ou delaminações que provoquem vazamentos.	Atende, nenhuma ocorrência.		
Marcação	Todas as telhas devem ter marcação legível e indelével, permitindo identificar: fabricante, data de fabricação, espessura, conformidade com a Norma ABNT NBR 15210, referência à consulta/manual do fabricante e informações facultativas (caso o fabricante julgar necessário – ex: "sem amianto").		Apresenta todas as marcações obrigatórias.

**Tabela 19 – Resumo da avaliação dos telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura de acordo com a ABNT NBR 15575-5**

Requisitos do usuário (ABNT NBR 15575-1)		ABNT NBR 15575-5		Atendimento à ABNT NBR 15575-5 e resultado obtido
		Requisitos	Critério	
Segurança	Segurança estrutural	Resistência e deformabilidade (item 7.1)	Comportamento estático (item 7.1.1)	Não se aplica, critério válido para estrutura.
			Risco de arrancamento de componentes do sistema de cobertura sob ação do vento (item 7.1.2)	Atende, pressão máxima suportada de 850 Pa.
		Solicitações de montagem ou manutenção (item 7.2)	Cargas concentradas (item 7.2.1)	Não se aplica, critério válido para estrutura.
			Cargas concentradas em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários (item 7.2.2)	Não se aplica, critério válido para coberturas acessíveis.

Continua.

**Tabela 19 – Resumo da avaliação dos telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura de acordo com a ABNT NBR 15575-5**

Continuação.

Requisitos do usuário (ABNT NBR 15575-1)		ABNT NBR 15575-5		Atendimento à ABNT NBR 15575-5 e resultado obtido
		Requisitos	Critério	
Segurança	Segurança estrutural	Solicitações dinâmicas em sistemas de coberturas e em coberturas-terraço acessíveis aos usuários (item 7.3)	Impacto de corpo mole em sistemas de cobertura-terraço acessíveis aos usuários (item 7.3.1)	Não se aplica, critério válido para coberturas acessíveis.
			Impacto de corpo duro em sistemas de cobertura acessíveis aos usuários (item 7.3.2)	Não se aplica, critério válido para coberturas acessíveis.
		Solicitações em forros (item 7.4)	Peças fixadas em forros (item 7.4.1)	Não se aplica, critério válido para forros.
		Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados (item 7.5)	Resistência ao impacto (item 7.5.1)	<b>Atende, nenhuma ocorrência para 1,0 J.</b>
Segurança	Segurança contra fogo	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento (item 8.2)	Avaliação da reação ao fogo da face interna do sistema de cobertura das edificações (item 8.2.1)	<b>Atende, classificação II-A.</b>
			Avaliação da reação ao fogo da face externa do sistema de cobertura das edificações (item 8.2.2)	<b>Atende, classificação II-A.</b>
		Resistência ao fogo do sistema de cobertura (item 8.3)	Resistência ao fogo do sistema de cobertura (item 8.3.1)	Não se aplica, critério válido para estrutura.
	Segurança no uso e na operação	Integridade do sistema de cobertura (item 9.1)	Risco de deslizamento dos componentes (item 9.1.1)	Não se aplica, telhas são fixadas à estrutura.
			Manutenção e operação (item 9.2)	Guarda-corpos em coberturas acessíveis aos usuários (item 9.1.2)
		Platibandas (item 9.2.2)		Não se aplica, critério válido para platibandas.
		Segurança no trabalho em sistemas de cobertura inclinadas (item 9.2.3)		Não se aplica, declividade do telhado de 27% (para declividades maiores que 30% utilizar dispositivos de segurança suportados pela estrutura principal).
		Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura (item 9.2.4)		<b>Atende, nenhuma ocorrência para 1,2 kN.</b>
		Aterramento de sistemas de coberturas metálicas (item 9.2.5)	Não se aplica, critério válido para telhas metálicas.	
	Habitabilidade	Estanqueidade	Estanqueidade – Condições de salubridade no ambiente habitável (item 10)	Impermeabilidade (10.1)
Estanqueidade do sistema de cobertura (item 10.2)				<b>Atende, nenhuma ocorrência para pressão de 60 Pa.</b>
Estanqueidade da aberturas de ventilação (item 10.3)				Não se aplica, critério válido para telhados com aberturas.
Captação e escoamento de águas pluviais (item 10.4)				Não se aplica, critério válido quando da avaliação de telhados com dispositivos de captação de água.
Estanqueidade para sistema de cobertura impermeabilizado (item 10.5)				Não se aplica, avaliação deve ser feita no projeto.
Desempenho térmico		Isolação térmica da cobertura (item 11.2)	Absortância à radiação solar	Absortância = 70%
			Transmitância térmica (item 11.2.1)	Aplicável para o sistema de cobertura como um todo, dados para cálculo: Condutividade térmica = 0,35 W/(m.K) Refletância à radiação solar = 30% Densidade da telha = 1,43 g/cm <sup>3</sup> . Para atender aos valores de transmitância térmica especificados é necessária a utilização de vedação horizontal, tal como forro ou laje.

Continua.

**Tabela 19 – Resumo da avaliação dos telhados constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura de acordo com a ABNT NBR 15575-5**

Continuação.

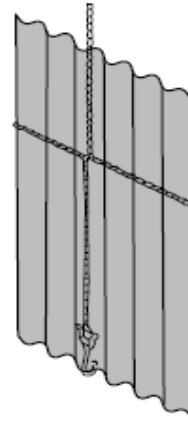
Requisitos do usuário (ABNT NBR 15575-1)		ABNT NBR 15575-5		Atendimento à ABNT NBR 15575-5 e resultado obtido
		Requisitos	Critério	
Habitabilidade	Desempenho acústico	Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos (item 12.3)	Isolamento acústico da cobertura devido a sons aéreos em campo (item 12.3.1)	Aplicável para a edificação como um todo.
		Nível de ruído de impacto nas coberturas acessíveis de uso coletivo (12.4)	–	Não se aplica, válido para coberturas acessíveis.
	Desempenho lumínico	(Segundo ABNT NBR 15215:2005)	–	Não se aplica às telhas de fibrocimento.
	Saúde, higiene e qualidade do ar	(item 15)	–	Aplicável para a edificação como um todo.
	Funcionalidade e acessibilidade	(item 16)	–	<b>Atende, de acordo com ensaio de caminhamento (item 9.2.4 da ABNT NBR 15575-5)</b>
	Conforto tátil e antropodinâmico	(item 17)	–	Não se aplica.
Sustentabilidade	Durabilidade e manutenibilidade	Vida útil de projeto dos sistemas de cobertura (item 14)	Vida útil de projeto (item 14.1)	<b>Atende às respectivas Normas brasileiras, que por sua vez estabelecem as exigências para o desempenho e a durabilidade dos produtos, frente às considerações sobre VUP contidas na ABNT NBR 15575-5.</b>
			Estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas (item 14.2)	Não se aplica às telhas de fibrocimento.
			Manual de uso, operação e manutenção das coberturas (item 14.3)	<b>Atende, de acordo com o manual do fabricante.</b>
	Funcionalidade e acessibilidade (item 16)	Instalação, manutenção e desinstalação de equipamentos e dispositivos da cobertura (item 16.2.1)	<b>Atende, de acordo com o manual do fabricante.</b>	
	Adequação ambiental	–	ABNT NBR 15575-1, seção 18	Aplicável ao projeto.

## 9 Transporte, armazenagem e montagem

Apresentam-se abaixo recomendações quanto ao transporte e armazenagem das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, bem como quanto à montagem dos sistemas de cobertura, em complemento ao item 5 da presente FAD.

### 9.1 Descarga e transporte na obra

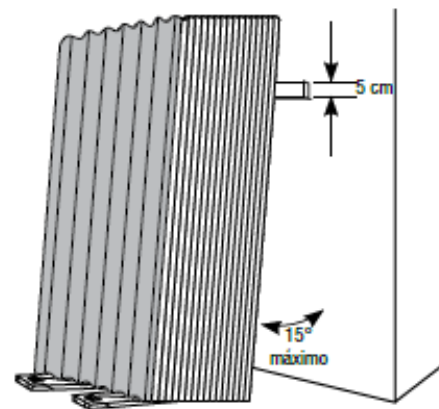
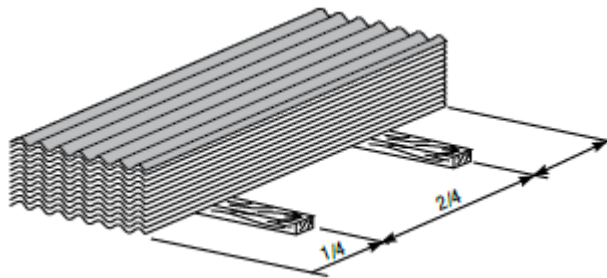
- As telhas devem ser descarregadas uma de cada vez.
- As telhas devem sempre ser manuseadas por, no mínimo, duas pessoas, segurando na crista da segunda e penúltima onda, nunca pelas bordas laterais, para que não provoquem flexões e trincas longitudinais.
- As telhas acima de 2,40 m de comprimento devem ser descarregadas por três pessoas.
- As telhas devem ser içadas até o telhado com uso de dispositivos que não provoquem esforços de compressão nas bordas laterais.



**Figura 16 – Descarga e transporte na obra das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura (imagens cedidas pela Brasilit)**

### 9.1.1 Armazenagem

- As telhas devem ser estocadas em local plano, firme e isento de objetos que possam danificá-las e o mais próximo possível do local de seu içamento até o telhado.
- As telhas podem ser empilhadas horizontalmente até o máximo de 200 unidades, desde que assentadas em calços adequados.
- As telhas podem ser armazenadas na vertical, com ângulo de  $5^\circ$  a  $15^\circ$ , até o máximo de 300 unidades e devem ser assentadas em calços adequados.
- Não se devem misturar telhas de comprimentos diferentes.



(a) Armazenagem horizontal: máximo de 100 unidades      (b) Armazenagem vertical: máximo de 300 unidades

**Figura 17 – Armazenagem das telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura (imagens cedidas pela Brasilit)**

### 9.1.2 Montagem

- Na instalação ou manutenção da cobertura, os montadores não podem pisar diretamente na telha.
- A montagem das telhas deve ser feita por faixas, no sentido do beiral para a cumeeira.
- A sequência de faixas deve ser no sentido contrário ao dos ventos predominantes na região.
- As furações e cortes das telhas devem ser executados segundo as orientações dos fabricantes e utilizando-se os EPI adequados e outros dispositivos de segurança previstos na legislação em vigor.

- A furação das telhas não pode ser feita com prego, com uso de martelo ou outras ferramentas de impacto.
- Os elementos de fixação devem permitir a livre dilatação das telhas. Para tanto, deve-se prever folgas entre as telhas e os ganchos chatos, assim como a furação com diâmetro 2 mm maior que o diâmetro do parafuso ou do gancho com rosca.
- Não são permitidos recortes parciais nas telhas, com a finalidade de adaptá-las aos ganchos chatos.
- Cortar os cantos das telhas intermediárias quando houver sobreposição de quatro espessuras.
- Na execução dos cortes não podem ser utilizadas ferramentas que provoquem esforços de flexão das telhas.



**Figura 18 – Cuidados na montagem dos sistemas de cobertura constituídos por telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura**

## 10 Considerações finais

A telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, atende as exigências da ABNT NBR 15575:2013 – Edificações habitacionais – Desempenho e da ABNT NBR 15210:2014 – Telha ondulada de fibrocimento sem amianto e seus acessórios.

Ressalta-se que os resultados de avaliação dos telhados constituídos por telha ondulada de fibrocimento sem amianto – tipo pequenas ondas (PO) de 4 mm de espessura, constam em uma ficha com os resultados de avaliação das telhas inserida no catálogo de Desempenho Técnico para HIS (Habitações de Interesse Social) criado pelo Ministério das Cidades em parceria com a Caixa Econômica Federal, que pode ser acessada pelo site:

<http://app.cidades.gov.br/catalogo/>

Ressalta-se, ainda, que as especificações de desempenho nos empreendimentos de HIS (Habitações de Interesse Social) baseadas na ABNT NBR 15575 – Edificações Habitacionais – Desempenho, as orientações ao proponente para aplicação das especificações de desempenho em empreendimentos de HIS, as orientações ao agente financeiro para recebimento e análise dos projetos, e o catálogo de desempenho de subsistemas podem ser acessados pelo site:

<http://app.cidades.gov.br/caderno3/>

## 11 Fontes de informação

As principais fontes de informação são os relatórios técnicos e de ensaios, apresentados a seguir:

- **DOCUMENTO NORMATIVO NIT-DICOR-024** – CRITÉRIOS PARA ACREDITAÇÃO DE ORGANISMO DE CERTIFICAÇÃO DE PRODUTO E DE VERIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DE PRODUTO;
- **RELATÓRIO DE ENSAIO TESIS LAB/RE427** – CAMINHAMENTO (4 mm, 5 mm E 6 mm);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO TESIS LAB/RE428** – IMPACTO (4 mm, 5 mm E 6 mm);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO TESIS LAB/RE429A** – DENSIDADE APARENTE E ABSORÇÃO DE ÁGUA (4 mm);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO TESIS LAB/RE504** – VERIFICAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO VENTO (4 mm);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO TESIS LAB/RE508A** – DETERMINAÇÃO DOS ASPECTOS GERAIS E ACABAMENTO, MARCAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS (4 mm);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO TESIS LAB/RE693** – RELATÓRIO DE ENSAIO: ESTANQUEIDADE DO SISTEMA DE COBERTURA (4 mm);
- **RELATÓRIO TÉCNICO TESIS 1348/RT008** – RELATÓRIO TÉCNICO DE AVALIAÇÃO – RTA – SISTEMA DE COBERTURA COM TELhado CONSTITUÍDO DE TELHAS ONDULADAS DE FIBROCIMENTO SEM AMIANTO – TIPO PEQUENAS ONDAS (PO) DE 4 mm DE ESPESSURA;
- **RELATÓRIO DE ENSAIO IPT Nº 887 763** – DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE TÉRMICA (2002);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO IPT Nº 1 096 228-203** – CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS DE ACABAMENTO E REVESTIMENTO EMPREGADOS NAS EDIFICAÇÕES (2017);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO IPT Nº 1 095 253-203** – VERIFICAÇÃO DA INCOMBUSTIBILIDADE DO MATERIAL (2017);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO IPT Nº 1 096 224-203** – DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE ÓPTICA DE FUMAÇA (2017);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO IPT Nº 1 096 226-203** – DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PROPAGAÇÃO SUPERFICIAL DE CHAMA (2017);
- **RELATÓRIO DE ENSAIO IPT Nº 1 096 261-203** – DETERMINAÇÃO DA REFLETÂNCIA À RADIAÇÃO SOLAR (2017).