

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

# **Diretrizes para Avaliação Técnica de Produtos**

DIRETRIZ SINAT

Nº 007 (revisão 01)

**Telhas plásticas para  
telhado**

Brasília, junho de 2014

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 OBJETO .....	1
1.2 RESTRIÇÕES DE USO.....	1
1.3 CAMPO DE APLICAÇÃO.....	1
1.4 TERMINOLOGIA .....	1
1.5 DOCUMENTOS TÉCNICOS COMPLEMENTARES .....	3
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DO PRODUTO.....</b>	<b>5</b>
<b>3. REQUISITOS E CRITÉRIOS DE DESEMPENHO E DURABILIDADE DE TELHADOS CONSTITUÍDOS DE TELHAS PLÁSTICAS.....</b>	<b>6</b>
3.1 DESEMPENHO ESTRUTURAL .....	6
3.1.1 Resistência e deformabilidade.....	6
3.1.1.1 Risco de arrancamento pela ação do vento.....	6
3.1.2 Ação de granizo e outras cargas acidentais em telhados.....	7
3.2 SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO .....	7
3.2.1 Avaliação da reação ao fogo da face interna do telhado (do lado interno da edificação).....	7
3.2.2 Avaliação da reação ao fogo da face externa do telhado.....	8
3.3 SEGURANÇA NO USO E NA OPERAÇÃO DO TELHADO .....	8
3.3.1 Integridade do telhado .....	8
3.3.2 Manutenção e operação do telhado .....	8
3.3.2.1 Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o telhado.....	8
3.3.2.2 Aterramento de telhado com estrutura metálica .....	8
3.4 ESTANQUEIDADE À ÁGUA DO TELHADO .....	9
3.5 DESEMPENHO TÉRMICO.....	9
3.6 DESEMPENHO ACÚSTICO .....	10
3.7 DURABILIDADE E MANUTENABILIDADE .....	10
3.7.1 Vida útil de projeto do telhado.....	10
3.7.2 Manutenibilidade do telhado.....	10
3.7.3 Resistência aos raios ultravioletas .....	11
3.7.4 Resistência ao envelhecimento natural da telha plástica .....	11
<b>4. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO .....</b>	<b>12</b>
4.1 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS TELHAS PLÁSTICAS .....	12
4.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS PEÇAS DE FIXAÇÃO E VEDAÇÃO DAS TELHAS PLÁSTICAS .....	13
4.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E DA DURABILIDADE DO TELHADO .....	13
4.3.1 Desempenho estrutural.....	13
4.3.1.1 Resistência e deformabilidade .....	13
4.3.1.1.1 Risco de arrancamento pela ação do vento .....	13
4.3.1.2 Ação de granizo e outras cargas acidentais.....	14
4.3.2 Segurança contra incêndio.....	14
4.3.3 Segurança no uso e na operação.....	14
4.3.3.1 Possibilidade de caminhamento de pessoas .....	14
4.3.4 Estanqueidade à água .....	15
4.3.5 Caracterização de propriedades térmicas da telha plástica .....	16
4.3.6 Durabilidade e manutenibilidade .....	17
4.3.6.1 Vida útil de projeto do telhado .....	17
4.3.6.2 Manutenibilidade do telhado.....	17
4.3.6.3 Resistência da telha de plástica aos raios ultravioletas .....	17
4.3.6.4 Resistência ao envelhecimento natural da telha plástica.....	17
<b>5. ANÁLISE GLOBAL DO DESEMPENHO E DA DURABILIDADE DO TELHADO CONSTITUÍDO DE TELHAS PLÁSTICAS .....</b>	<b>17</b>
<b>6. CONTROLE DA QUALIDADE DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DAS TELHAS PLÁSTICAS .....</b>	<b>18</b>
<b>7. CONTROLE DE ACEITAÇÃO DAS TELHAS PLÁSTICAS EM CANTEIRO DE OBRAS</b>	<b>19</b>
<b>8. CONTROLE DA EXECUÇÃO DA COLOCAÇÃO DAS TELHAS NO TELHADO EM CANTEIRO DE OBRAS .....</b>	<b>19</b>
<b>ANEXOS – Métodos de avaliação</b>	

# DIRETRIZ PARA AVALIAÇÃO TÉCNICA DE TELHAS PLÁSTICAS PARA TELHADOS

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Objeto

As telhas plásticas que integram o objeto desta diretriz são acopladas entre si por meio de sobreposição ao longo de seu comprimento e em sua largura (transpasse longitudinal e transversal) e podem ser ancoradas à estrutura, através de peças de fixação e vedação, ou seja: fixações mecânicas constituídas por parafusos metálicos autoatarrachantes e autobrocantes compostos por anel de vedação plástico ou de borracha e capa de proteção; ou através de encaixe, ou seja: encaixadas à estrutura através de saliências e reentrâncias que permitem o acoplamento na estrutura.

O conjunto dos demais elementos / componentes constituintes do sistema de cobertura não são objeto desta Diretriz.

### 1.2 Restrições de uso

As restrições específicas, quando existirem, devem ser consignadas nos respectivos Documentos de Avaliação Técnica - DATec's.

### 1.3 Campo de aplicação

As telhas plásticas, objetos desta Diretriz, são predominantemente destinadas a unidades térreas isoladas e geminadas e sobrados destinados a habitações. A sua utilização em outros tipos de edificações será possível, desde que a ação do vento na edificação em questão não seja superior à correspondente pressão máxima de vento apresentada no respectivo DATec.

As estruturas de sustentação do telhado convencionais, de madeiras ou metálicas e demais elementos ou componentes não são objeto desta diretriz, e devem ser de responsabilidade do construtor/executor do telhado. Porém, devem ser consideradas as suas interfaces com as telhas plásticas.

### 1.4 Terminologia

Para efeito desta Diretriz valem as definições constantes na ABNT NBR 15575 e nos demais documentos técnicos complementares. São definições específicas, ou importantes, dessa Diretriz:

**Sistema de cobertura:** Conjunto de elementos ou componentes dispostos no topo da construção, com as funções de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas do edifício habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, e contribuir positivamente para o conforto termo acústico do edifício habitacional.

O sistema de cobertura é constituído por uma parte resistente (laje, estrutura de madeira ou estrutura metálica) e pelo telhado, podendo apresentar ainda um forro e uma isolamento térmica.

**Telhado:** é a parte da cobertura constituída pelas telhas, peças complementares e acessórios. Suas partes são definidas conforme ilustra figura 1.

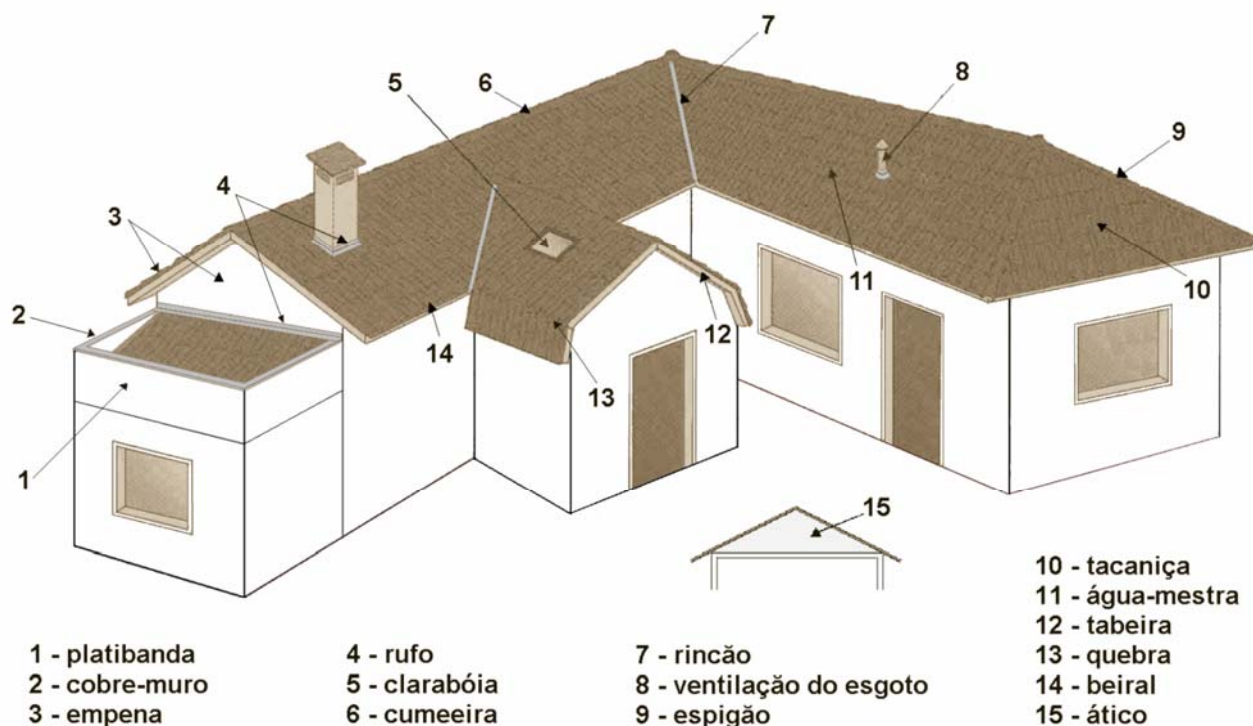


Figura 1 – Partes do telhado

**Água:** cada um dos planos inclinados que constituem o telhado.

**Água-mestra:** água principal de maior área, geralmente trapezoidal, existente em telhado de três ou quatro águas.

**Ático:** espaço compreendido entre o telhado e o forro ou a laje de forro.

**Beiral:** projeção do telhado para fora do alinhamento da parede.

**Telhado de alpendre ou simplesmente alpendre:** telhado constituído ou formado por uma única água.

**Telhado de duas águas:** telhado formado por dois planos inclinados que concorrem na linha de cumeeira.

**Telhado de quatro águas:** telhado constituído por quatro planos inclinados, na forma de triângulos e ou formando uma pirâmide, ou trapézios concorrentes em linha de cumeeira ou espigão.

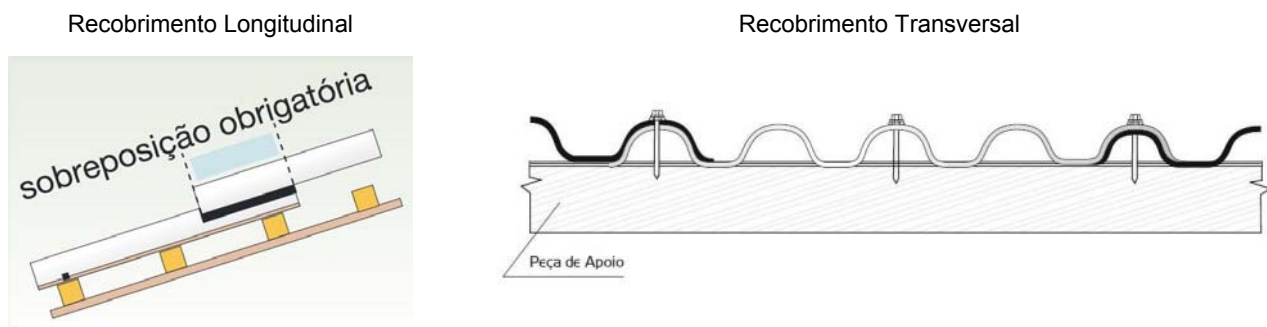
**Cobertura-terraço:** cobertura de ambientes habitáveis que disponibiliza sua área, em parte ou em todo, por meio de acesso, para desenvolvimento de atividades.

**Espessura da telha plástica:** espessura total da telha plástica que envolve a espessura do substrato e do capstock (quando existente), expressa em milímetros (mm).

**Espessura do capstock:** espessura da camada / revestimento protetivo (quando existente) da face externa da telha plástica expressa em micrometros ( $\mu\text{m}$ ).

**Recobrimento longitudinal entre telhas:** sobreposição de telhas pertencentes a uma mesma faixa, conforme figura 2.

**Recobrimento transversal entre telhas:** sobreposição de telhas pertencentes a uma mesma fiada, conforme figura 2.



**Figura 2 – Recobrimentos longitudinal e transversal**

### 1.5 Documentos técnicos complementares

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

• Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)

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

ABNT NBR 5426:1985 (Versão Corrigida:1989) - Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos.

ABNT NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações (Versão Corrigida:1990).

ABNT NBR 8094:1983 – Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina neutra.

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

ABNT NBR 13571:1996 - Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios – Especificação.

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 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 sistemas de coberturas.

ABNT NBR ISO 105-A02:2006 - Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor.

• International Organization Standardization (ISO)

NBR ISO 105-A02:2006 - Têxteis – Ensaio de solidez da cor – Parte A02: Escala cinza para avaliação da alteração da cor.

ISO 1182:2002 - Reaction to fire tests for building products -- Non-combustibility test.

ISO 4892-1:1999 - Plastics -- Methods of exposure to laboratory light sources -- Part 1: General guidance.

ISO 4892-3:2006 - Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 3: Flourescent UV Lamp, part 3.

ISO 8256:2004 - Plastics -- Determination of tensile-impact strength.

• American National Standards Institute (ANSI)

ANSI/ASHRAE 74:1988 - Method of measuring solar-optical properties of materials.

• American Society for Testing Materials (ASTM)

ASTM C518:2010 - Standard Test Method for Steady-State Thermal Transmission Properties by Means of the Heat Flow Meter Apparatus.

ASTM C1371:2004a(2010)e1 - Standard Test Method for Determination of Emittance of Materials Near Room Temperature Using Portable Emissometers.

ASTM D790:2010 - Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials.

ASTM D1525:2009 - Standard Test Method for Vicat Softening Temperature of Plastics.

ASTM D6110:2010 - Standard Test Method for Determining the Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics.

ASTM E 662:2009 – Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials.

ASTM G154:2012a - Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials.

ASTM G155:2013- Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials.

• Normas européias - EN

DIN EN 1013/3:1998 – Light-transmitting profiled plastic sheeting for single skin roofing - Part 3: Specific requirements and test methods for sheets of polyvinyl chloride (PVC).

• Outras normas

JIS A 1423:1983 - Simplified test method for emissivity by infrared radio meter.

## 2. Caracterização do produto

As principais características das telhas plásticas que formam os telhados objetos desta Diretriz, as quais devem constar em projetos e ser objeto de análise são descritas na tabela abaixo:

**Tabela 1 - Requisitos para caracterização das telhas plásticas que formam os telhados objetos desta Diretriz**

Requisitos	Indicador de conformidade
<b>Análise visual, dimensional e de massa da telha</b>	
Cor, dimensões, massa e forma geométrica	Conforme projeto do fabricante*
<b>Caracterização da camada / revestimento protetivo (capstock) da face externa da telha</b>	
Espessura e cor	Conforme projeto do fabricante*. A caracterização da espessura e cor do revestimento protetivo está diretamente relacionada às exigências de durabilidade das telhas.
Presença de elemento anti-chama na composição do revestimento protetivo	Verificação da presença do elemento característico do anti-chama, conforme projeto do fabricante*. A presença deste elemento está diretamente relacionada às exigências de reação ao fogo das telhas.
<b>Caracterização do substrato</b>	
Teor de cinzas	Conforme projeto do fabricante*
<b>Caracterização da temperatura de amolecimento Vicat da telha</b>	
Temperatura de amolecimento Vicat	Conforme projeto do fabricante desde que $\geq 82^{\circ}\text{C}$ na condição de taxa de aquecimento de $(50 \pm 5)^{\circ}\text{C/h}$ e carga de $(50 \pm 1)\text{N}$ .
<b>Avaliação do desempenho da telha</b>	
Estabilidade dimensional	Retenção do perfil $\leq 3\%$ e Deformação longitudinal $\leq 2\%$
Impermeabilidade à água	A face interna da telha não deve apresentar escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes.
Opacidade	Transmitância luminosa $\leq 0,2\%$
Resistência ao impacto	Energia média de ruptura na crista e no vale $\geq 15$ Joules
Resistência ao rasgamento	Força mínima de 400N de arrancamento da peça de fixação, sem que ocorra rasgamento, fissuras ou ruptura da telha
<b>Avaliação da durabilidade da telha</b>	
Resistência mecânica aos raios ultravioletas (face externa da telha exposta)	Após 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra deve manter no mínimo 70% das suas propriedades mecânicas iniciais - Módulo de elasticidade na flexão e Resistência ao impacto Charpy (ou Resistência ao Choque na Tração).
	Após 500, 1000 e 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra (as duas faces dos corpos de prova) não deve apresentar bolhas, fissuras, ou escamações.
Resistência à alteração de cor aos raios ultravioletas (face externa da telha exposta)	Avaliação da alteração da cor: a face externa da telha pode apresentar grau máximo de alteração 3 na escala cinza após exposição por 1600 h em equipamento Weather-O-Meter.
<b>Caracterização das propriedades térmicas da telha</b>	
Absortância à radiação solar( $\alpha$ )	Determinação de propriedades térmicas
Refletância à radiação solar	
Condutividade térmica	
Emissividade	

\* Projeto que será apreciado segundo os critérios desta Diretriz e caso aprovado passará a ser padrão do fabricante.

As principais características das peças de fixação e vedação das telhas plásticas à estrutura que formam os telhados objetos desta Diretriz, as quais devem constar em projetos e ser objeto de análise são descritas na tabela abaixo.

**Tabela 2 - Requisitos para caracterização das peças de fixação e de vedação das telhas plásticas à estrutura que formam os telhados objetos desta Diretriz**

Requisitos	Indicador de conformidade
Constituição da fixação da telha à estrutura e dimensões	Conforme projeto do fabricante*
Poder de perfuração do parafuso, caso a fixação não seja por encaixe	Tempo máximo de 12s
Resistência à corrosão do parafuso metálico, caso a fixação não seja por encaixe	Tempo mínimo de 120horas sem corrosão do substrato

\* Projeto que será apreciado segundo os critérios desta Diretriz e caso aprovado passará a ser padrão do fabricante.

### **3. Requisitos e critérios de desempenho e durabilidade de telhados constituídos de telhas plásticas**

Os requisitos e critérios a seguir transcritos correspondem àqueles especificados na NBR 15.575 (partes 1, 2 e 5) e outras normas pertinentes.

#### **3.1 Desempenho estrutural**

##### **3.1.1 Resistência e deformabilidade**

###### **3.1.1.1 Risco de arrancamento pela ação do vento**

Sob ação do vento, calculada conforme ABNT NBR 6123, não podem ocorrer remoção, ruptura ou deformação de nenhum componente do telhado sujeito à esforços de sucção, em atendimento aos critérios da ABNT NBR 15575-5.

Em relação à deformação (deslocamentos limites), a ABNT NBR 15575 - Parte 2 estabelece um deslocamento limite final (residual) de  $L/250$  sendo  $L$  o vão teórico do elemento, considerando a questão visual e de insegurança psicológica. No caso do deslocamento instantâneo, admite-se 2 vezes  $L/250$ .

Em telhas plásticas de encaixe, esse ensaio deverá ser realizado caso o fabricante preveja a amarração das telhas à estrutura em seu manual de instalação ou quando a inclinação indicada for superior a 25%.

O cálculo dos esforços atuantes do vento num dado telhado deve ser desenvolvido considerando as condições de exposição ao vento, incluindo as velocidade básicas máximas de vento no Brasil (figura abaixo), o tipo e local da edificação.

O Anexo J da ABNT NBR 15575-5 apresenta um roteiro de cálculo, e o Anexo L apresenta o método de ensaios e a pressão máxima de ensaio de **2300Pa**, considerando telhado com altura de até 15 metros em relação ao solo em edificação de planta retangular localizada na região brasileira V.



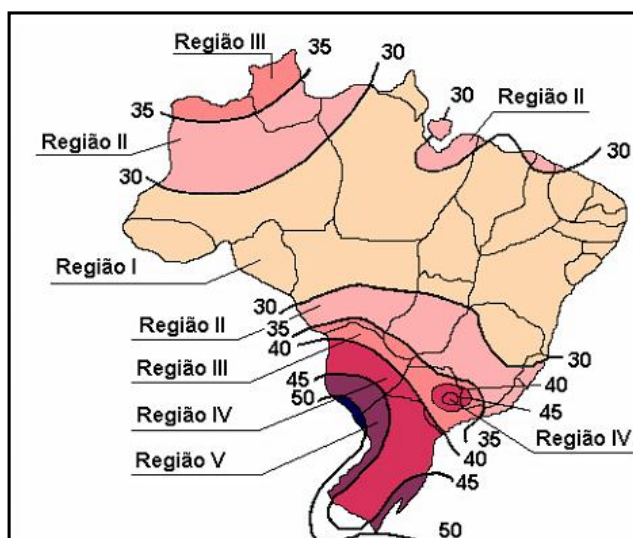


Figura 3 — Condições de exposição de acordo com regiões do Brasil (ABNT NBR 6123)

### 3.1.2 Ação de granizo e outras cargas acidentais em telhados

Não sofrer avarias sob a ação de granizo e de outras pequenas cargas acidentais, ou seja, sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não deve sofrer ruptura ou traspassamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0 J, em atendimento aos critérios da ABNT NBR 15575-5.

Segundo as exigências normativas, é tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem na perda de estanqueidade do telhado.

## 3.2 Segurança contra incêndio

Os requisitos de segurança contra incêndio de telhados são expressos pela reação ao fogo das telhas, com o objetivo de dificultar a propagação de chamas no ambiente de origem do incêndio e não criar impedimento visual que dificulte a fuga dos ocupantes em situações de incêndio.

As exigências de reação ao fogo de telhados objeto desta Diretriz constam da ABNT NBR 15575 - Parte 5.

### 3.2.1 Avaliação da reação ao fogo da face interna do telhado (do lado interno da edificação)

A face interna do telhado (do lado interno da edificação) constituído de telhas plásticas deve classificar-se como II A ou III A, conforme tabela abaixo, com exceção a cozinhas, cuja classificação deve ser I ou II A.

**Tabela 3: Classificação da reação ao fogo da face interna do telhado (do lado interno da edificação)**

Classe	Método de ensaio			
	ISO 1182 – Buildings materials – non – combustibility test	ABNT NBR 9442 - Materiais de construção - determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante - método de ensaio	ASTM E 662 – Standard test method for specific optical density of smoke generated by solid materials	Verificação da reação ao fogo em protótipo – Anexo K na ABNT NBR 15575 – Parte 5 e Anexo 1 desta Diretriz*
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ ; $\Delta m \leq 50\%$ ; $t_f \leq 10\text{s}$	-	-	-
II A	Combustível	<i>Índice de propagação superficial de chama - <math>I_p \leq 25</math></i>	<i>Densidade específica ótica máxima de fumaça <math>D_m \leq 450</math></i>	O método ASTM E662 pode ser dispensado, desde que a telha apresente $I_p \leq 25$ e que durante o ensaio de reação ao fogo em protótipo, a telha não sofra ignição e não gere fumaça para o ambiente interno
III A	Combustível	<i><math>25 &lt; \text{Índice de propagação superficial de chama - } I_p \leq 75</math></i>	<i>Densidade específica ótica máxima de fumaça <math>D_m \leq 450</math></i>	-

$\Delta t$  – Variação da temperatura no interior do forno

$\Delta m$  – Variação da massa do corpo de prova

$t_f$  – Tempo de flamejamento do corpo de prova

\* Esta metodologia simula uma condição real de incêndio numa edificação com o telhado a ser avaliado. Na instalação do telhado devem ser consideradas todas as condições previstas pelo fabricante em relação à declividade mínima, recobrimentos mínimos longitudinal e transversal, fixação dos parafusos e distância entre apoios.

### 3.2.2 Avaliação da reação ao fogo da face externa do telhado

A face externa do telhado constituído de telhas plásticas deve apresentar índice de propagação de chama inferior ou igual a 75, de acordo com o método de avaliação da ABNT NBR 9442, e segundo a ABNT NBR 15575 - Parte 5.

## 3.3 Segurança no uso e na operação do telhado

### 3.3.1 Integridade do telhado

Sob ação do peso próprio e sobrecarga de uso, eventuais deslizamentos dos componentes não devem permitir perda da estanqueidade do telhado, em atendimento aos critérios da ABNT NBR 15575-5.

### 3.3.2 Manutenção e operação do telhado

#### 3.3.2.1 Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o telhado

Telhados 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 manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas, em atendimento aos critérios da ABNT NBR 15575-5.

Premissas de projeto: o projeto deve delimitar as posições dos componentes dos telhados que não possuem resistência mecânica suficiente para o caminhamento de pessoas e indicar a forma das pessoas deslocarem-se sobre os telhados.

#### 3.3.2.2 Aterramento de telhado com estrutura metálica

Se o telhado constituído de telhas plásticas for sustentado por estrutura metálica, esta deve ser aterrada, a fim de propiciar a condução da descarga e a dissipação de cargas

eletrostáticas eventualmente acumuladas nas telhas pelo atrito com o vento, bem como para inibir eventuais problemas de corrosão por corrente de fuga (contato acidental com componentes eletrizados). O método de avaliação consiste em analisar as premissas de projeto da estrutura do telhado em atendimento às normas ABNT NBR 13571 e ABNT NBR 5419.

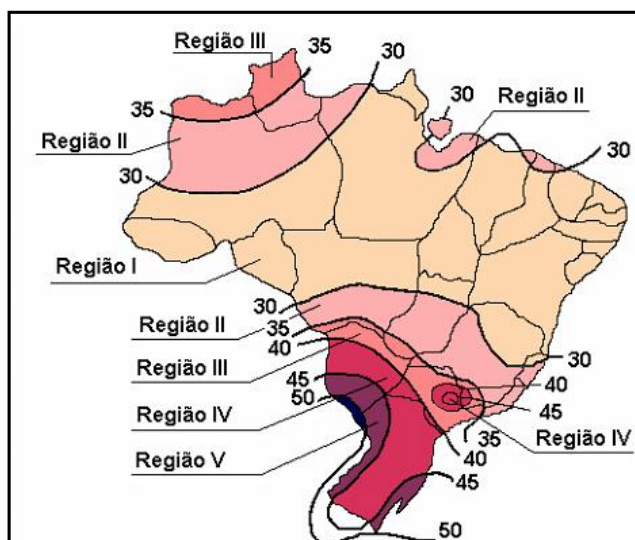
### 3.4 Estanqueidade à água do telhado

Ser estanques à água de chuva, evitar a formação de umidade e evitar a proliferação de insetos e microrganismos.

Durante a vida útil de projeto do telhado, não deve ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento, considerando-se as condições de exposição indicadas na tabela e Figura abaixo.

**Tabela 4 — Condições de ensaio de estanqueidade de telhados**

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



**Figura 4 — Condições de exposição de acordo com regiões do Brasil (ABNT NBR 6123)**

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

### 3.5 Desempenho térmico

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

As características térmicas das telhas plásticas relacionadas abaixo deverão ser utilizadas para a avaliação do desempenho térmico do sistema de cobertura ou da edificação como um

todo, conforme NBR 15575 – parte 5. Tal avaliação dependerá, além das características térmicas das telhas, das condições construtivas do sistema de cobertura, tais como: altura do ático, tipo de forro ou laje, presença ou não de isolamento térmica, etc.

- a) Absortância à radiação solar ( $\alpha$ );
- b) Refletância à radiação solar;
- c) Condutividade térmica;
- d) Emissividade.

### 3.6 Desempenho acústico

O desempenho acústico mínimo da edificação estabelecido pela 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.

Não é possível avaliar o desempenho acústico das telhas plásticas isoladamente. Esse item não é escopo da diretriz.

### 3.7 Durabilidade e manutenibilidade

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

#### 3.7.1 Vida útil de projeto do telhado

Manter a capacidade funcional e as características estéticas, ambas compatíveis com o envelhecimento natural dos materiais, durante a vida útil de projeto de acordo com a ABNT NBR 15575-1 (Anexo C), se submetidos a intervenções periódicas de manutenção e conservação.

Recomenda-se considerar que o telhado tenha vida útil de projeto (VUP) no mínimo igual ao período sugerido para coberturas na ABNT NBR 15575-1 (Anexo C) e transcrito na Tabela a seguir, considerando que sempre que necessário, o telhado objeto desta Diretriz será submetido a manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de instalação fornecido pelo fabricante da telha.

**Tabela 5 – Vida útil de projeto mínima**

Sistema	VUP anos
	Mínimo
Estrutura da cobertura	Maior ou igual a 20
Telhamento	Maior ou igual a 13

#### 3.7.2 Manutenibilidade do telhado

O telhado deve manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto desde que submetido às intervenções periódicas de manutenção especificadas no manual de instalação do fabricante das telhas plásticas que constituem o telhado.

O fabricante da telha plástica deve apresentar o manual de instalação do produto, que por sua vez deve conter as seguintes instruções, informações e orientações:

- instruções respectivas à instalação das telhas, com a indicação dos recobrimentos mínimos longitudinal e transversal 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; no caso de telhas de encaixe, como efetuar o acoplamento com a estrutura de sustentação; detalhes construtivos do beiral, e indicação das possíveis declividades do

telhado. O Manual deve ainda indicar possíveis especificidades de instalação das telhas associadas à estrutura ser de madeira ou metálica.

- informações sobre os tipos de peças complementares, incluindo detalhes de sua instalação, por exemplo, da cumeeira;
- orientações sobre a instalação de dispositivos / equipamentos, por exemplo: aquecedor solar, antena, chaminé, reservatórios para água potável, considerando que estes dispositivos devem ser suportados por estrutura complementar de suporte fixada à estrutura principal do telhado. O Manual deve indicar os detalhes da interface da estrutura complementar de suporte com o telhado, e as possíveis soluções necessárias para vedação, corte e furação da telha;
- orientações sobre a instalação de claraboia, com a indicação de suas dimensões e da posição de sua instalação no telhado, incluindo soluções para corte da telha e fixação da claraboia e para a adequada vedação entre elas, a fim de não interferir na estanqueidade do telhado;
- orientações sobre as condições de caminhamento de pessoas sobre o telhado, com a indicação dos aparatos necessários para o caminhamento (por exemplo: tábua de madeira), e das principais condições inadequadas para a manutenção do telhado (por exemplo: quando as telhas estão molhadas);
- orientações sobre procedimentos de limpeza, inspeções e manutenções do telhado;
- quaisquer outras informações, orientações ou detalhes construtivos que o fabricante julgar pertinentes;
- eventuais restrições ao uso das telhas em coberturas de churrasqueira ou similares;
- recomendações sobre o transporte e armazenamento das telhas e peças complementares dentro da obra.

As atividades de instalação, inspeção e manutenção devem ser realizadas em estrita obediência ao manual do fabricante das telhas plásticas que constituem o telhado.

### **3.7.3 Resistência aos raios ultravioletas**

As telhas plásticas devem ser avaliadas conforme requisitos e critérios especificados abaixo:

**Tabela 6 – Resistência das telhas plásticas aos raios ultravioletas**

Requisitos	Indicador de conformidade
Resistência mecânica	Após 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra deve manter no mínimo 70% das suas propriedades mecânicas iniciais - Módulo de elasticidade na flexão e Resistência ao impacto Charpy (ou Resistência ao Choque na Tração).
	Após 500, 1000 e 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra (as duas faces dos corpos de prova) não deve apresentar bolhas, fissuras, ou escamações.
Avaliação da alteração de cor	Avaliação da alteração da cor: a face externa da telha pode apresentar grau máximo de alteração 3 na escala cinza após exposição por 1600 h em equipamento Weather-O-Meter.

### **3.7.4 Resistência ao envelhecimento natural da telha plástica**

As telhas plásticas expostas em condições ambientais não devem apresentar, a cada avaliação semestral feita durante dois anos:

- ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloração e outros danos.

O atendimento a esse critério não é impedimento para a obtenção do DATec, mas é para sua renovação.

## 4. Métodos de avaliação

### 4.1 Métodos de avaliação das características das telhas plásticas

A Tabela abaixo mostra os requisitos a serem especificados para as telhas plásticas, seus parâmetros quantitativos e os métodos de avaliação, sejam ensaios, inspeção ou medição.

**Tabela 7 – Método de avaliação das características das telhas plásticas**

Requisitos	Indicador de conformidade	Método de avaliação
<b>Análise visual, dimensional e de massa da telha</b>		
Cor, dimensões, massa e forma geométrica	Conforme projeto do fabricante*	Cor por análise colorimétrica instrumental Dimensões, massa e forma geométrica por medição através de paquímetro, trena e balança (Anexo 2 desta Diretriz)
<b>Caracterização da camada externa/ camada protetiva / capstock</b>		
Espessura e cor	Conforme projeto do fabricante*	Anexo 3 desta Diretriz
Presença de elemento anti-chama na composição do revestimento protetivo	Verificação da presença do elemento característico do anti-chama, conforme projeto do fabricante*	Técnica de Espectroscopia de Infravermelho FTIR via ATR - Sistema de espectrometria infravermelha com transformada de Fourier
<b>Caracterização do substrato</b>		
Teor de cinzas	Conforme projeto do fabricante*	Anexo 4 desta Diretriz
<b>Caracterização da temperatura de amolecimento Vicat da telha</b>		
Temperatura de amolecimento Vicat	Conforme projeto do fabricante, desde que $\geq 82^{\circ}\text{C}^*$ - na condição de taxa de aquecimento de $(50 \pm 5)^{\circ}\text{C}/\text{h}$ e carga de $(50 \pm 1)\text{N}$	ASTM D1525
<b>Avaliação do desempenho da telha</b>		
Estabilidade dimensional	Retenção do perfil $\leq 3\%$ e Deformação longitudinal $\leq 2\%$	Anexo 5 desta Diretriz
Impermeabilidade à água	A face interna da telha não deve apresentar escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes.	Anexo 6 desta Diretriz
Opacidade	Transmitância luminosa $\leq 0,2\%$	Anexo 7 desta Diretriz
Resistência ao impacto	Energia média de ruptura na crista e no vale $\geq 15$ Joules	Anexo 8 desta Diretriz
Resistência ao rasgamento	Força mínima de 400N de arrancamento da peça de fixação, sem que ocorra rasgamento, fissuras ou ruptura da telha	Anexo 9 desta Diretriz
<b>Avaliação da durabilidade da telha</b>		
Resistência mecânica aos raios ultravioletas (face externa da telha exposta)	Após 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra deve manter no mínimo 70% das suas propriedades mecânicas iniciais - Módulo de elasticidade na flexão e Resistência ao impacto Charpy (ou Resistência ao Choque na Tração).	ASTM G154 - ciclo 2 (exposição acelerada - 4h de exposição UV a $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e 4h de condensação a $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ); ASTM D790 (Módulo de elasticidade); ASTM D6110 (Impacto Charpy - corpo de prova com entalhe); ISO 8256 (Choque na Tração - corpo de prova tipo IV)
	Após 500, 1000 e 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra (as duas faces dos corpos de prova) não deve apresentar bolhas, fissuras, ou escamações.	ASTM G154 - ciclo 2 (exposição acelerada - 4h de exposição UV a $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ e 4h de condensação a $50 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ); inspeção visual a 0,5m de distância
Resistência à alteração de cor aos raios ultravioletas (face externa da telha exposta)	Avaliação da alteração da cor: a face externa da telha pode apresentar grau máximo de alteração 3 na escala cinza após exposição por 1600 h em equipamento Weather-O-Meter.	ASTM G155 - ciclo 1 (exposição acelerada - 102 minutos de insolação e 18 minutos de insolação e simulação de chuva); NBR ISO 105-A02 e ABNT NBR 15575-5 – Anexo H (escala cinza)
<b>Caracterização das propriedades térmicas da telha</b>		
Absortância à radiação solar	Determinação de propriedades térmicas	ANSI / ASHRAE 74 – Proc. E
Refletância à radiação solar		ANSI / ASHRAE 74 – Proc. E
Condutividade térmica		ASTM C 518
Emissividade		ASTM C1371 / JIS A 1423

\* Projeto que será apreciado segundo os critérios desta Diretriz e caso aprovado passará a ser padrão do fabricante.

## 4.2 Métodos de avaliação das características das peças de fixação e vedação das telhas plásticas

A Tabela abaixo mostra os requisitos a serem especificados para as peças de fixação e vedação das telhas plásticas, seus parâmetros quantitativos e os métodos de avaliação, sejam ensaios, inspeção ou medição.

**Tabela 8 - Método de avaliação das características das peças de fixação e de vedação das telhas plásticas à estrutura que formam os telhados objetos desta Diretriz**

Requisitos	Indicador de conformidade	Método de avaliação
Constituição da fixação da telha à estrutura e dimensões	Conforme projeto do fabricante*	Anexo 10 desta Diretriz
Poder de perfuração do parafuso, caso a fixação não seja por encaixe	Tempo máximo de 12s	Anexo 11 desta Diretriz
Resistência à corrosão do parafuso metálico, caso a fixação não seja por encaixe	Tempo mínimo de 120horas sem corrosão do substrato	Anexo 12 desta Diretriz

\* Projeto que será apreciado segundo os critérios desta Diretriz e caso aprovado passará a ser padrão do fabricante.

## 4.3 Métodos de avaliação do desempenho e da durabilidade do telhado

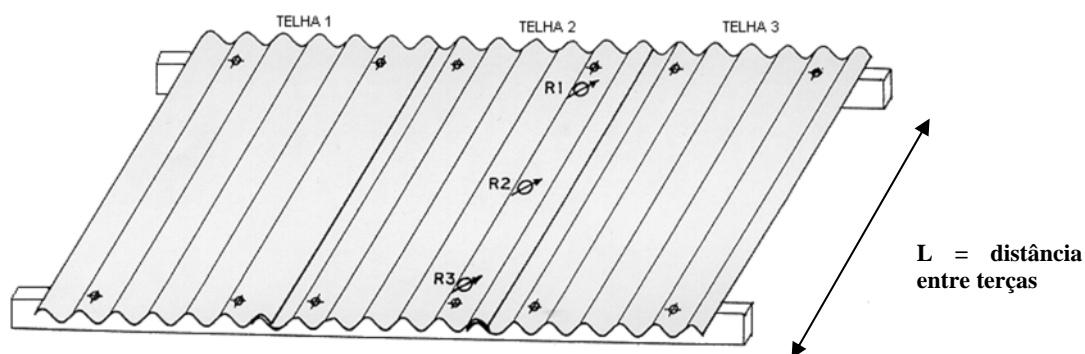
### 4.3.1 Desempenho estrutural

#### 4.3.1.1 Resistência e deformabilidade

##### 4.3.1.1.1 Risco de arrancamento pela ação do vento

A verificação da resistência do telhado sob ação do vento deve ser feita segundo método de ensaio do item 7.1.2.1 e Anexo L da ABNT NBR 15575-5, com a aplicação das pressões de vento entre 500 e 2300Pa. Tais pressões foram calculadas conforme ABNT NBR 6123 e roteiro de cálculo constante no Anexo J da ABNT NBR 15575-5.

O corpo-de-prova deve consistir de trecho representativo de telhado montado com as telhas plásticas, adotando-se as condições de montagem do telhado previstas no manual de instalação do fabricante da telha, principalmente quanto à distância máxima entre apoios (terças), recobrimento transversal mínimo e distribuição dos dispositivos de fixação, tanto para as telhas de encaixe como para as telhas parafusadas na estrutura. A figura a seguir apresenta um esquema de montagem das telhas e o posicionamento dos relógios comparadores que farão o registro dos deslocamentos instantâneos e residuais.



R1, R2 e R3 - relógios comparadores

**Figura 5: Esquema de montagem das telhas e posicionamento dos relógios comparadores**

Vale destacar que considerações para o cálculo das pressões de ensaio são apenas para definir o limite superior da pressão de ensaio suportada pelo telhado, caso não ocorra

interrupção do ensaio devido ao excesso de deformação das telhas ou ruptura de parte ou do todo do telhado.

Os registros durante os ensaios devem ser em função das ocorrências de ruptura, fissuras ou remoção das telhas e dos deslocamentos verticais instantâneos e residuais medidos por 3 relógios comparadores posicionados na telha central, após 5 minutos de aplicação de cada pressão de ensaio.

Em telhas plásticas de encaixe, esse ensaio deverá ser realizado caso o fabricante preveja a amarração das telhas à estrutura em seu manual de instalação ou quando a inclinação indicada for superior a 25%.

#### **4.3.1.2 Ação de granizo e outras cargas acidentais**

O método de ensaio consiste em submeter um trecho representativo do telhado a impactos de corpo duro de 1J, simulando a ação de granizo, pedras lançadas por crianças e outros. Adota-se o método de ensaio definido na ABNT NBR 15575-5 (Anexo C), em que aplica-se um impacto de 1J na posição mais desfavorável do telhado (região entre apoios e no centro geométrico da telha) por meio de esfera de aço de massa de  $65,6 \pm 2g$  abandonada em queda livre à altura de 1,50m.

O corpo-de-prova deve consistir de trecho representativo de telhado montado com as telhas plásticas, adotando-se as condições de montagem do telhado previstas no manual de instalação do fabricante da telha, principalmente quanto à distância máxima entre apoios, declividade típica, recobrimentos longitudinal e transversal mínimos, e distribuição dos dispositivos de fixação, tanto para as telhas de encaixe como para as telhas parafusadas na estrutura.

#### **4.3.2 Segurança contra incêndio**

A metodologia de avaliação é aquela apresentada no item 3.2 desta Diretriz, visando à avaliação do produto quanto à propagação de chamas no ambiente de origem do incêndio e desenvolvimento de fumaça.

#### **4.3.3 Segurança no uso e na operação**

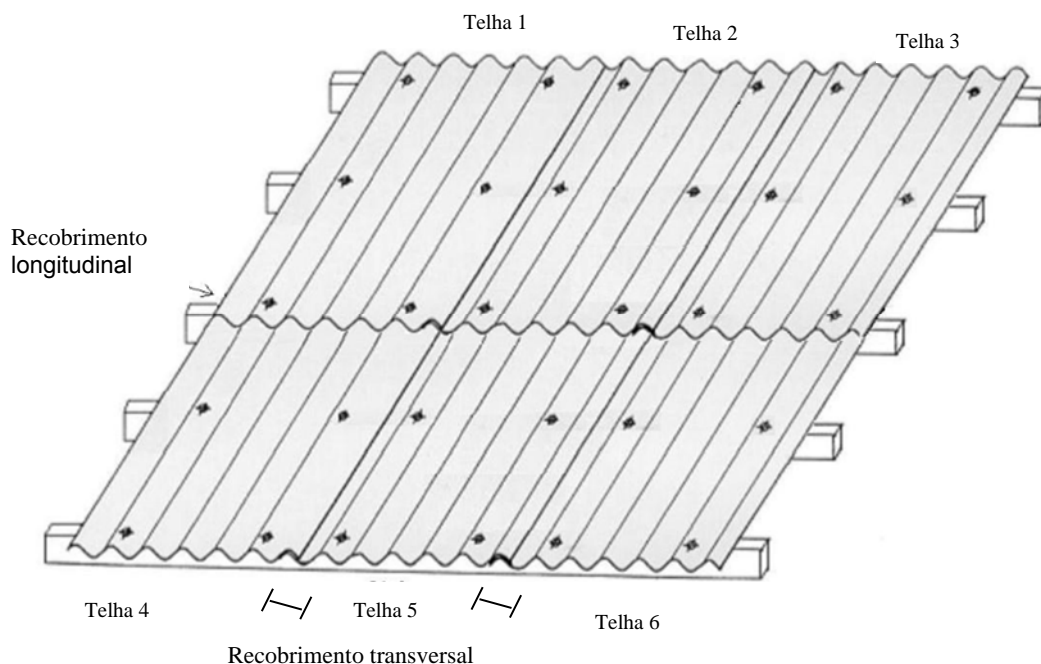
##### **4.3.3.1 Possibilidade de caminhamento de pessoas**

A verificação da resistência do telhado no caminhamento de pessoas deve ser feita através do método de ensaio definido na ABNT NBR 15575-5 (Anexo G), em que a carga deve ser transmitida por meio de cutelo de madeira, diretamente sobre a telha, na região central do telhado, entre apoios (entre ripas e entre as sobreposições), ou seja, no vão livre da telha. O cutelo deve ser conformado com densidade de  $800kg/m^3$ , comprimento de 20cm e largura de 10cm, para transmitir a carga na direção vertical, intercalando-se um berço de borracha ou outro material resiliente, de dureza Shore A entre 50 e 60, entre o cutelo e a telha.

O corpo-de-prova deve consistir de trecho representativo de telhado montado com pelo menos 6 telhas plásticas, adotando-se as condições de montagem do telhado previstas no manual de instalação do fabricante da telha, principalmente quanto à distância máxima entre apoios, declividade típica, recobrimentos longitudinal e transversal mínimos, e a distribuição dos dispositivos de fixação, tanto para as telhas de encaixe como para as telhas parafusadas na estrutura.

A aplicação dos impactos ou da carga de caminhamento deverá ser feita na telha central do telhado entre apoios (centro geométrico da telha), conforme ilustrado abaixo.



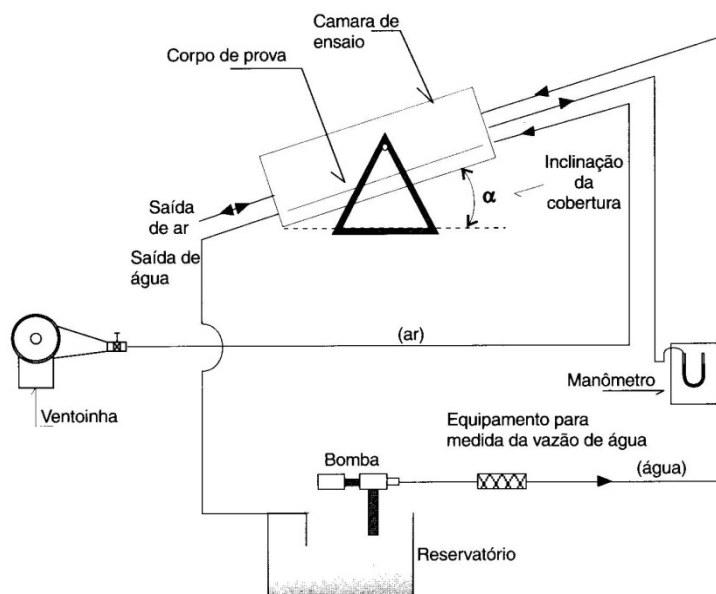


**Figura 6: Esquema de montagem das telhas para o ensaio de resistência ao caminhamento**

Nota: O desenho acima ilustra a fixação das telhas por meio de parafusos de fixação, sendo que no caso das telhas de encaixe, as mesmas serão encaixadas à estrutura de teste através de saliências e reentrâncias que permitem o seu acoplamento na estrutura. Entretanto, o número mínimo de telhas necessárias ao ensaio e os encaixes longitudinais e transversais serão os mesmos.

#### 4.3.4 Estanqueidade à água

A metodologia de ensaio, conforme ABNT NBR 15575-5 (Anexo D), consiste em aplicar na câmara de ensaio, ilustrada na figura abaixo, uma vazão de 4 l/min/m<sup>2</sup> e pressões de ensaio de 10 Pa, 20 Pa, 30 Pa, 40 Pa e 50 Pa; pressões estas em função da região do país (I, II, III, IV e V). Cada pressão deve ser mantida por um período de 5 minutos, registrando a ocorrência de vazamentos, escorrimentos, manchas ou qualquer outra anomalia na face interna da telha. O tempo total de ensaio é de 30 minutos.



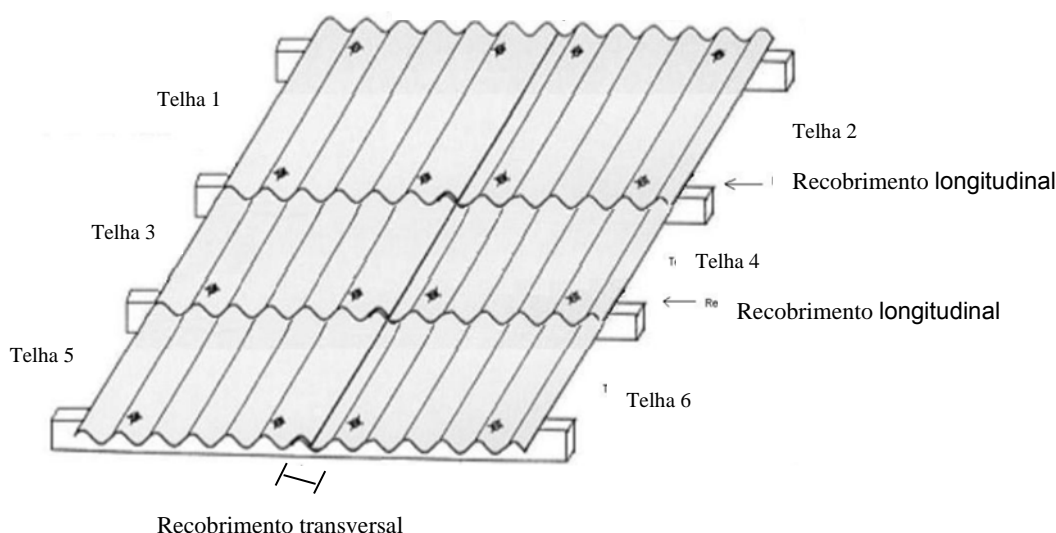
**Figura 7: Câmara de ensaio para verificação da estanqueidade à água de telhados**

O corpo-de-prova deve consistir de trecho representativo de telhado montado com as telhas plásticas, adotando-se as condições de montagem do telhado previstas no manual de instalação do fabricante da telha, principalmente quanto às declividades mínima e/ou máxima, recobrimentos longitudinal e transversal mínimos e distribuição dos dispositivos de fixação, tanto para as telhas de encaixe como para as telhas parafusadas na estrutura, com o objetivo de verificar se o empoçamento de água resulta na perda de estanqueidade do telhado.

No caso de telhas de encaixe, o ensaio deve ser feito na declividade mínima e na máxima permitida sem amarração da telha à estrutura, conforme previsto no manual de instalação do fabricante da telha, para a verificação de possíveis deslizamentos ou escorregamento da telha durante o ensaio resultando em perda de estanqueidade do telhado.

No caso de telhas parafusadas à estrutura, o ensaio deve ser feito somente na declividade mínima, visto que se trata de telhas ancoradas à estrutura através de fixações mecânicas de parafusos autoatarrachantes, ou seja, não há possibilidade de escorregamento de telhas.

Deverá ser indicada a pressão máxima de ensaio que o telhado atende, a partir das condições aqui estabelecidas. Considera-se que o valor de pressão de ensaio no qual o telhado poderá ser construído é o maior valor de pressão de ensaio que não resulta em perda de estanqueidade do telhado.



**Figura 8: Esquema de montagem das telhas para o ensaio de estanqueidade à água**

Nota: O desenho acima ilustra a fixação das telhas por meio de parafusos de fixação, sendo que no caso das telhas de encaixe, as mesmas serão encaixadas à estrutura de teste através de saliências e reentrâncias que permitem o seu acoplamento na estrutura. Entretanto, o número de telhas necessárias ao ensaio e os encaixes longitudinais e transversais devem ser os mesmos.

#### **4.3.5 Caracterização de propriedades térmicas da telha plástica**

Para a avaliação do desempenho térmico da edificação que possui telhado com telhas plásticas devem ser utilizadas as propriedades térmicas determinadas na telha plástica, conforme abaixo:

- Absortância e Refletância à radiação solar, conforme procedimento especificado na ANSI/ASHRAE 74– Proc, E;
- Condutividade térmica, conforme procedimento especificado na ASTM C 518;
- Emissividade, conforme procedimento especificado na ASTM C1371 e JIS A1423.

### **4.3.6 Durabilidade e manutenibilidade**

#### **4.3.6.1 Vida útil de projeto do telhado**

Verificação do atendimento aos prazos constantes do Anexo C da ABNT NBR 15575-1, e verificação se o telhado foi submetido a manutenções corretivas e de conservação, caso sejam previstas no manual de instalação fornecido pelo fabricante da telha.

#### **4.3.6.2 Manutenibilidade do telhado**

Análise do manual de instalação, uso e manutenção fornecido pelo fabricante da telha.

#### **4.3.6.3 Resistência da telha de plástica aos raios ultravioletas**

Conforme tabela abaixo:

**Tabela 9 – Resistência das telhas plásticas aos raios ultravioletas**

<b>Requisitos</b>	<b>Indicador de conformidade</b>	<b>Método de ensaio</b>
Resistência mecânica aos raios ultravioletas (face externa da telha exposta)	Após 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra deve manter no mínimo 70% das suas propriedades mecânicas iniciais - Módulo de elasticidade na flexão e Resistência ao impacto Charpy (ou Resistência ao Choque na Tração).	ASTM G154 - ciclo 2 (exposição acelerada - 4h de exposição UV a 60±3°C e 4h de condensação a 50±3°C); ASTM D790 (Módulo de elasticidade); ASTM D6110 (Impacto Charpy - corpo de prova com entalhe); ISO 8256 (Choque na Tração - corpo de prova tipo IV)
	Após 500, 1000 e 2000 horas de exposição em câmara de CUV, com lâmpada UVB-313, a amostra (as duas faces dos corpos de prova) não deve apresentar bolhas, fissuras, ou escamações.	ASTM G154 - ciclo 2 (exposição acelerada - 4h de exposição UV a 60±3°C e 4h de condensação a 50±3°C); inspeção visual a 0,5m de distância
Resistência à alteração de cor aos raios ultravioletas (face externa da telha exposta)	Avaliação da alteração da cor: a face externa da telha pode apresentar grau máximo de alteração 3 na escala cinza após exposição por 1600 h em equipamento Weather-O-Meter.	ASTM G155 - ciclo 1 (exposição acelerada - 102 minutos de insolação e 18 minutos de insolação e simulação de chuva); NBR ISO 105-A02 e ABNT NBR 15575-5 – Anexo H (escala cinza)

#### **4.3.6.4 Resistência ao envelhecimento natural da telha plástica**

Expor em condições ambientais um telhado constituído de telhas plásticas de no mínimo 2,40m x 2,40m, que será inspecionado visualmente a cada seis meses durante 02 anos em relação ao aparecimento de quaisquer ocorrências, incluindo alteração de cor.

## **5. Análise global do desempenho e da durabilidade do telhado constituído de telhas plásticas**

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

## 6. Controle da qualidade do processo de fabricação das telhas plásticas

O controle da qualidade do processo de fabricação das telhas plásticas deve ser realizado pelo fabricante da telha. Este controle envolve a realização das verificações mostradas na tabela a seguir:

**Tabela 10 – Controle da qualidade do processo de fabricação das telhas plásticas**

Requisito	Crítérios/ Tolerâncias	Método de avaliação	Amostragem/ Frequência de inspeção
Marcação indelével na telha	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	inspeção visual	ver amostragem por lote conforme ABNT NBR 5426
Manual de instalação da telha acompanhando o produto, contendo as informações sobre os detalhes construtivos do telhado	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	inspeção visual	
Dimensões e massa	atendimento às tolerâncias do fabricante*	medição com uso de equipamentos como paquímetros, trenas metálicas e balança – Anexo 2 desta Diretriz	
Cor e uniformidade	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	inspeção visual	
Forma geométrica	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	inspeção visual	
Aspecto visual	ausência de falhas	inspeção visual	
Cor e Espessura da camada protetiva / capstock	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	Lupa estereoscópica com aumento de 30 vezes – Anexo 3 desta Diretriz	
Teor de cinzas do substrato	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	Anexo 4 desta Diretriz	
Verificação do elemento característico ao anti-chama da camada protetiva – capstock	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	Técnica de Espectroscopia de Infravermelho FTIR via ATR - Sistema de espectrometria infravermelha com transformada de Fourier	
Estabilidade dimensional	retração transversal $\leq 3\%$ deformação longitudinal $\leq 2\%$	Anexo 5 desta Diretriz	
Opacidade	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante, com transmitância luminosa $\leq 0,2\%$	Anexo 7 desta Diretriz	
Resistência ao impacto: queda de dardo	conforme especificação de projeto, com energia média de ruptura $\geq 15J$	Anexo 8 desta Diretriz	
Resistência ao rasgamento	conforme especificação de projeto, com Força de arrancamento mínima de 400N	Anexo 9 desta Diretriz	

\* Padrão que resultou na aprovação em relação aos critérios desta Diretriz.

**Tabela 11 – Controle da qualidade do processo de fabricação das peças de fixação e de vedação**

Requisito	Crítérios/ Tolerâncias	Método de avaliação	Amostragem/ Frequência de inspeção
Constituição da peça	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	inspeção visual	ver amostragem por lote conforme ABNT NBR 5426
Dimensões do parafuso	nenhuma diferença em relação ao padrão do fabricante*	medição com uso de equipamentos como paquímetros – Anexo 10 desta Diretriz	
Poder de perfuração do parafuso	Tempo máximo de 12s	Anexo 11 desta Diretriz	
Resistência à corrosão do parafuso metálico	Tempo mínimo de 120horas sem corrosão do substrato	Anexo 12 desta Diretriz	

\* Padrão que resultou na aprovação em relação aos critérios desta Diretriz.

## 7. Controle de aceitação das telhas plásticas em canteiro de obras

Quando do recebimento das telhas em obra deve realizar o seguinte controle de aceitação do produto, que por sua vez envolve a conferência das seguintes quesitos apresentados na tabela abaixo:

**Tabela 12 – Controle de aceitação de materiais: métodos e frequências de avaliação**

Requisito	Método de avaliação	Amostragem/ Frequência de inspeção do produto
Comprimento, largura e espessura	Conferência com uso de trena	Lote recebido na obra
Cor	Inspeção visual	
Aspecto visual quanto à presença de rebarbas, fissuras, bolhas, imperfeições ou qualquer outro tipo de irregularidade	Inspeção visual	
Modelo e forma geométrica	Inspeção visual	
Marcação indelével na telha e manual de instalação da telha acompanhando o produto	Inspeção visual	
Quantidade de telhas e de peças complementares (cumeeira, capa lateral, etc.)	Contagem	
Quantidade e tipo de peças de fixação e vedação (parafusos, anéis e capas de vedação)	Contagem e inspeção visual	
Controle da opacidade	Inspeção visual	

Cabe ressaltar que o cálculo da quantidade de telhas, peças de fixação e vedação e peças complementares necessária para a execução do telhado deve ser realizado previamente pelo engenheiro/construtor adotando-se como base as informações do manual técnico de instalação do produto quanto às dimensões nominais da telha e respectiva área útil, recobrimentos mínimos, distribuição dos parafusos, distância máxima entre terças e declividade mínima.

## 8. Controle da execução da colocação das telhas no telhado em canteiro de obras

O controle da execução da colocação das telhas no telhado em canteiro de obras deve ser realizado pelo executor/ montador do telhado com telhas plásticas, adotando como base o manual de instalação do fabricante da telha.

Um resumo das principais atividades a serem controladas pelo executor/ montador do telhado, incluindo as questões de armazenamento das telhas, suas peças de fixação e vedação e peças complementares são:

- ✚ Armazenamento adequado das telhas, peças de fixação/vedação e peças complementares para evitar possíveis danos às peças;
- ✚ Verificação da declividade do telhado, após definição das linhas do telhado, cumeeiras, calhas e respectivos cortes;
- ✚ Verificação do posicionamento das terças quanto ao atendimento às distâncias máximas entre apoios da telha previstas no manual do fabricante;
- ✚ Verificação da colocação e alinhamento das telhas e da direção de aplicação das telhas;
- ✚ Verificação dos recobrimentos mínimos longitudinal e transversal, incluindo os encaixes no caso de telhas de encaixe;
- ✚ Verificação da distribuição das peças de fixação e vedação da telha;
- ✚ Para telhas de encaixe: verificação da necessidade de amarração das telhas à estrutura, no caso de declividade maior do que a permitida no manual de instalação do fabricante;

- ✚ Para telhas parafusadas: verificação da fixação dos parafusos, incluindo seu aperto e a presença de anel de vedação e capa de proteção;
- ✚ Verificação do beiral quanto à distância em balanço;
- ✚ Verificação da colocação das cumeeiras;
- ✚ Verificação da colocação e posicionamento das peças complementares para fechamento e proteção da última peça da estrutura do telhado, quando aplicável;
- ✚ Verificação do encontro das telhas com calhas e com dispositivos e equipamentos (por exemplo: reservatórios de água, antena, chaminé);
- ✚ Realização de correções e reparos;
- ✚ Limpeza do telhado após montagem.

Depois de finalizada a execução da colocação das telhas no telhado é necessário realizar inspeção visual das telhas instaladas para identificar a existência de eventuais não conformidades, como deformações excessivas ou quebras ou fissuras das telhas plásticas, ou outros que possam causar prejuízos ao desempenho do telhado. Caso alguma não-conformidade seja encontrada, é imprescindível a identificação de suas causas e sua correção de forma adequada.

Tanto a auditoria inicial, antes da concessão do DATec, como as auditorias periódicas, após concessão do DATec, serão realizadas na fase de execução da colocação das telhas plásticas no telhado em canteiro de obras. As auditorias técnicas, após concessão do DATec, serão realizadas no mínimo a cada seis meses.

A instituição técnica avaliadora, ITA, pode, a seu critério, solicitar a verificação de resultados de ensaios (realizar ensaios de controle – contra prova) e verificar a conformidade do procedimento de execução da colocação das telhas plásticas no telhado com aqueles indicados nos manuais do fabricante da telha.

## **ANEXOS – MÉTODOS DE AVALIAÇÃO**

**ANEXO 1 – Método de ensaio para verificação da reação ao fogo em protótipo – Anexo K da ABNT NBR 15575-5**

**ANEXO 2 – Método de ensaio para determinação das dimensões, massa e forma geométrica da telha**

**ANEXO 3 – Método de ensaio para determinação da cor e espessura da camada protetiva / capstock da face externa da telha**

**ANEXO 4 – Método de ensaio para determinação do teor de cinzas da telha**

**ANEXO 5 – Método de ensaio para determinação da estabilidade dimensional da telha**

**ANEXO 6 – Método de ensaio para verificação da impermeabilidade à água da telha**

**ANEXO 7 – Método de ensaio para determinação da transmitância luminosa (opacidade) da telha**

**ANEXO 8 – Método de ensaio para determinação da resistência ao impacto da telha**

**ANEXO 9 – Método de ensaio para determinação da resistência ao rasgamento da telha**

**ANEXO 10 – Método de ensaio para determinação das dimensões das peças de fixação da telha à estrutura do telhado**

**ANEXO 11 – Método de ensaio para determinação do poder de perfuração de parafusos de fixação da telha à estrutura**

**ANEXO 12 – Método de ensaio para verificação da resistência à corrosão de parafusos de fixação da telha à estrutura**

## **ANEXO 1 – Método de ensaio para verificação da reação ao fogo em protótipo – Anexo K da ABNT NBR 15575-5**

### **1) Objetivo do ensaio**

Avaliar o comportamento ao fogo do telhado quando exposto a uma configuração padronizada de foco de incêndio.

### **2) Aparatos**

#### **2.1) Estrutura de ensaio**

Recinto com dimensões mínimas de 5000mm x 5000mm x 5000mm que contenha em seu interior a estrutura de ensaio, que por sua vez deve apresentar as seguintes características:

→ Área interna de (2438 mm ± 25 mm) por (3658 ± 25 mm) delimitada por paredes constituídas de material incombustível com altura de (2438 mm ± 13 mm). Uma porta de dimensões (762 mm ± 13 mm) por (2134 mm ± 13 mm) deve ser instalada no centro da parede de menor comprimento, conforme figura 1 ilustrativa.

→ No canto oposto ao lado que contém a porta, devem-se revestir duas paredes adjacentes com placas cimentícias ou de gesso de 13mm de espessura cobrindo uma área de 2438 mm de comprimento e pé direito de 2438 mm, conforme figura 1 ilustrativa.

→ O telhado a ser avaliado deve ocupar uma área de teste de 2438 mm x 2438 mm, e deve ser montado sobre as seções das paredes revestidas com placas cimentícias ou de gesso, conforme figura 1.

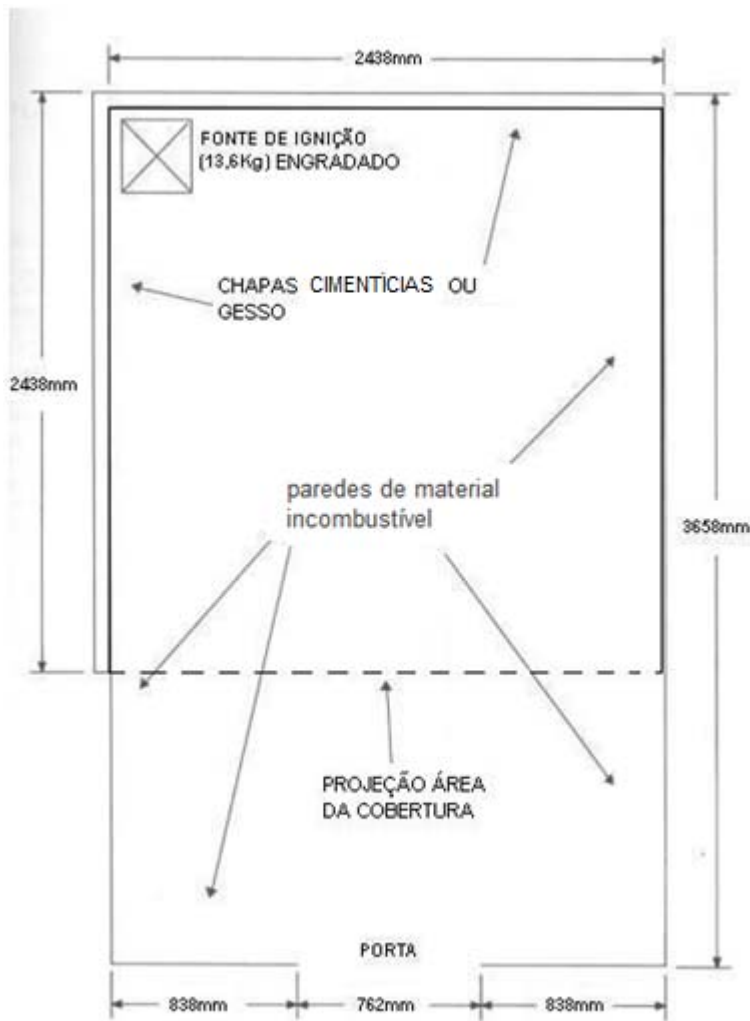
Assim sendo, a cobertura desta área interna de teste (2438 mm x 2438 mm) deve ser feita com o próprio corpo de prova a ser analisado (por exemplo: telhado). No restante da área, até a parede com porta, deve-se fazer a cobertura com material incombustível.

→ Os ensaios para avaliação dos materiais devem considerar a maneira como são aplicados na edificação, ou seja, todos os detalhes construtivos devem ser incluídos para a sua avaliação na situação mais crítica em relação à reação ao fogo.

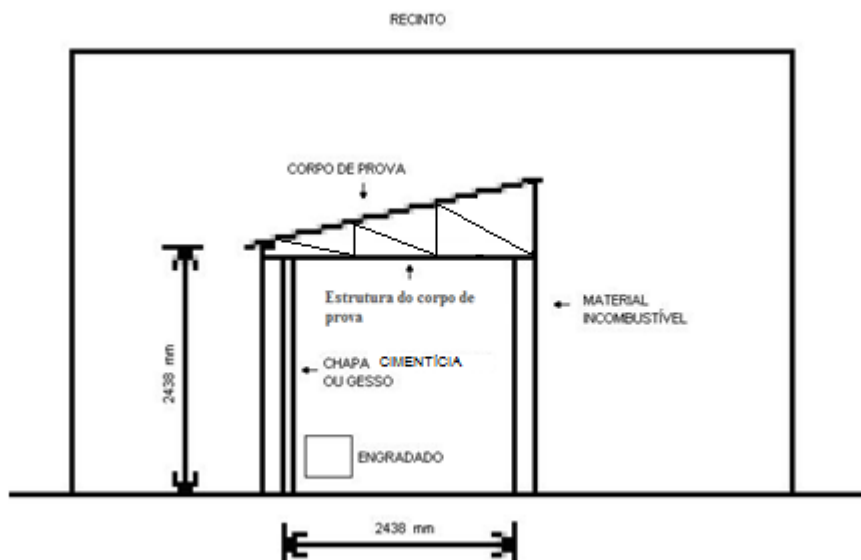
→ No caso de avaliação de corpo de prova com declividade diferente de 0°, o pé direito de 2438 mm deve estar localizado no lado de encontro das paredes adjacentes revestidas com placas cimentícias ou gesso.

→ Todo ambiente interno deve apresentar temperatura interna entre 15,6°C e 32,2°C antes do início do ensaio, e deve estar livre de correntes de ar em excesso.





A – vista de cima



B – vista lateral, com exemplo de corpo de prova de telhado com declividade diferente de 0°  
Figura 1 – Figura ilustrativa da estrutura de ensaio (referência UBC 26-3)

## 2.2) Combustível para o ensaio

O foco de incêndio deve ser composto por:

### 2.2.1) Engradado de madeira

O engradado de madeira deve ser formado por ripas de seção quadrada de 38mm e comprimento de 381mm. As ripas devem ser de pinheiro do Paraná (*Araucária angustifolia*) e a equivalência por outro tipo de madeira deve ser constatada através de testes comparativos. A umidade das ripas deve ser de 12%.

A confecção do engradado é realizada utilizando-se de 45 a 50 ripas, dispostas em nove ou dez camadas com 5 ripas em cada camada. A colocação das ripas deve ser orientada a 90° das camadas adjacentes e deve-se manter um espaçamento entre as ripas de uma mesma camada, conforme figura 2. A fixação das ripas se dá por meio de pregos “8D” com 65 mm (2 ½”) de comprimento.

Após montagem, o engradado com 12% de umidade deve apresentar massa de 13,6kg (30 libras) e formato cúbico com 381 mm de lado.

Previamente ao ensaio, o engradado deve apresentar umidade máxima de 8%.

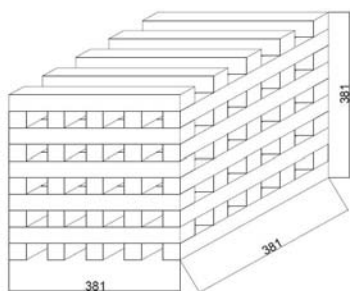


Figura 2 – Figura ilustrativa do engradado de madeira

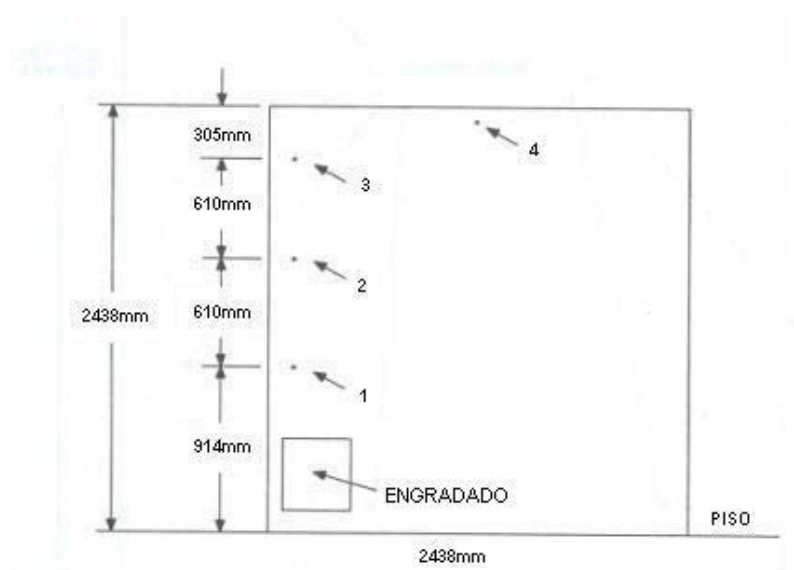
### 2.2.2) Outros insumos

- 450 gramas (1 libra) de serragem de madeira;
- 120 ml de álcool etílico reagente ou álcool etílico absoluto;
- 4 tijolos cerâmicos com altura de 76mm.

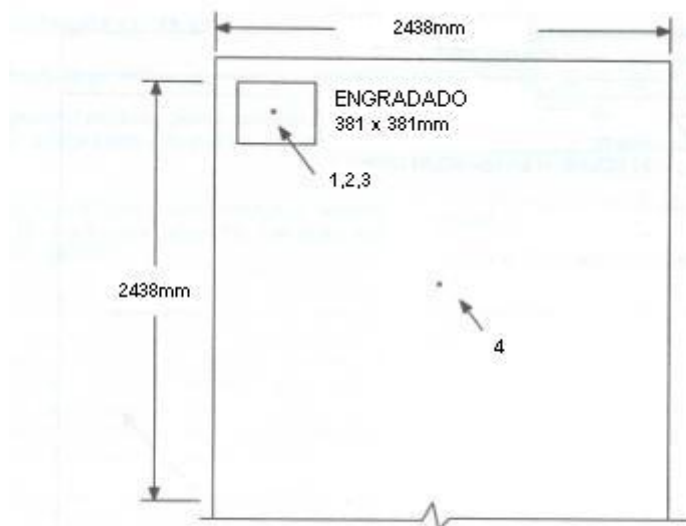
## 2.3) Medidores de temperatura

A temperatura durante o ensaio deve ser medida através de termopares do tipo K, com isolamento mineral e protegidos com bainha metálica, posicionados conforme figura 3, que por sua vez apresenta 4 posições, sendo que a posição 4 é central.

A temperatura deve ser medida em intervalos no mínimo de 2 minutos durante o ensaio.



A – Vista lateral



B – Vista de cima

Figura 3 – Figura ilustrativa da posição dos termopares tipo K durante o ensaio (posições 1, 2, 3 e 4)

### 3) Execução do ensaio

#### 3.1) Montagem do corpo de prova

O corpo de prova a ser avaliado consiste do telhado e deve ocupar uma área de teste de 2438 mm x 2438 mm, e deve ser montado sobre as seções das paredes revestidas (figura 1).

O corpo de prova deve ser montado adotando-se os detalhes construtivos da condição real de utilização mais crítica em relação à reação ao fogo (por exemplo, no caso de telhado, deve-se adotar: declividades mínima e máxima, recobrimentos mínimos longitudinal e transversal, distância máxima entre apoios, forma de fixação e de encaixe, dentre outros).

Qualquer que seja a declividade adotada na montagem do corpo de prova, o pé direito de 2438 mm deve estar localizado no lado de encontro das paredes adjacentes revestidas com placas cimentícias ou gesso, sendo que no lado oposto, as possíveis frestas entre o corpo de

prova e a parede deverão ser fechadas adotando-se os detalhes construtivos da condição real de instalação.

### 3.2) Posicionamento do foco de incêndio

O foco de incêndio deve ser posicionado no canto e no encontro das paredes revestidas com placa cimentícia ou gesso (figura 1).

Para tanto, inicialmente deve-se espalhar 450 gramas de serragem em uma área de 533 mm x 533 mm ao redor dos tijolos, partindo do encontro das duas paredes. Na sequência, embebedar a serragem com 120 ml de álcool etílico, com exceção de uma área triangular de aproximadamente 153 mm de lado, diametralmente oposta à interseção das paredes. Posteriormente, devem-se posicionar os 4 tijolos de 76mm de altura, e por fim apoiar o engradado a uma distância de 25 mm da interseção das paredes. A figura 4 ilustra tais condições.

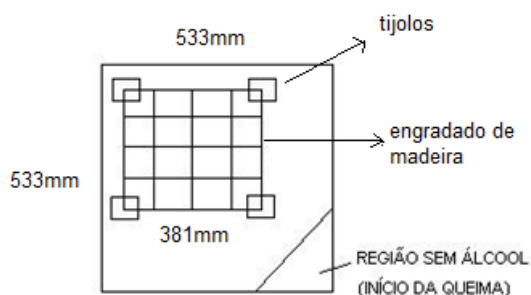


Figura 4 – Figura ilustrativa sobre o foco de incêndio

A queima do engradado deve ser iniciada por meio de um palito de fósforo colocado sobre a porção seca da serragem.

Observa-se que, sob condições adequadas de ignição, as chamas normalmente progridem lentamente através da serragem seca. Em aproximadamente 10 segundos, a parte embebida em álcool é atingida, proporcionando uma aplicação uniforme da chama de ignição sob o engradado.

A duração do ensaio deve ser de 15 minutos, e ao longo do ensaio deve-se realizar a medição da temperatura nos pontos indicados na figura 3 no mínimo a cada 2 minutos e após 15 minutos da inflamação do engradado, e registrar todas as ocorrências com o corpo de prova, incluindo a ocorrência ou não de carbonização do material e sua extensão.

No caso de se verificar o desprendimento de todo o material do substrato ou de se verificar que o material se soltou da estrutura que o sustenta, deve-se registrar, em minutos, quando da primeira ocorrência, e registrar se nesta condição, ocorre ignição do material.

A extinção do incêndio é permitida após 15 minutos da ignição do engradado de madeira.

### 4) Relatório de ensaio

O relatório do ensaio deve incluir:

- A descrição detalhada do corpo de prova, incluindo os detalhes construtivos.
- Registro das leituras de temperatura durante o ensaio.
- Observações visuais das ocorrências durante o ensaio, incluindo a verificação se houve desprendimento de todo o material do substrato ou se material se soltou da estrutura que o sustenta, e registro do tempo de cada ocorrência.
- Cópia do registro de filmagem do ensaio.

## ANEXO 2 – Método de ensaio para determinação das dimensões, massa e forma geométrica da telha

### 1 Objetivo

Verificar se a forma geométrica, dimensões e massa da telha atendem ao projeto do fabricante.

### 2 Aparelhagem

- 2.1 Escala graduada com resolução de 1 mm;
- 2.2 Medidor de espessura, com resolução mínima de 0,1 mm;
- 2.3 Paquímetro com resolução mínima de 0,01 mm;
- 2.4 Balança com resolução mínima de 0,02kg;
- 2.5 Base de apoio plana e sólida para sustentação do corpo de prova durante as medições e apoio da balança;
- 2.6 Trena com resolução de 1mm.

### 3 Preparação do corpo de prova

O corpo de prova consiste de uma telha inteira.

### 4 Execução do ensaio

#### 4.1 Determinação da espessura

##### 4.1.1 Medições longitudinais

- Realizar a medição da espessura em oito pontos, sendo quatro em cada borda da telha, ao longo de seu eixo longitudinal, conforme figura 1 ilustrativa de modelo de telha.
- Caso seja verificado que o corpo de prova possui uma variação visível de espessura, deve-se, neste caso, priorizar a medição nos pontos de maior e menor espessura.
- Caso a telha apresente uniformidade de espessura ao longo de seu eixo longitudinal, devem-se distribuir os pontos para medição de maneira que cada ponto fique equidistante de seus pontos adjacentes.

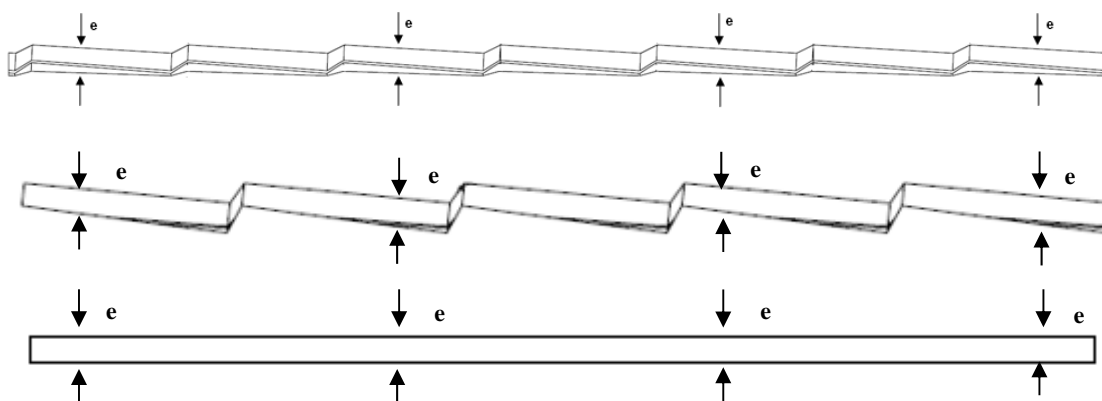
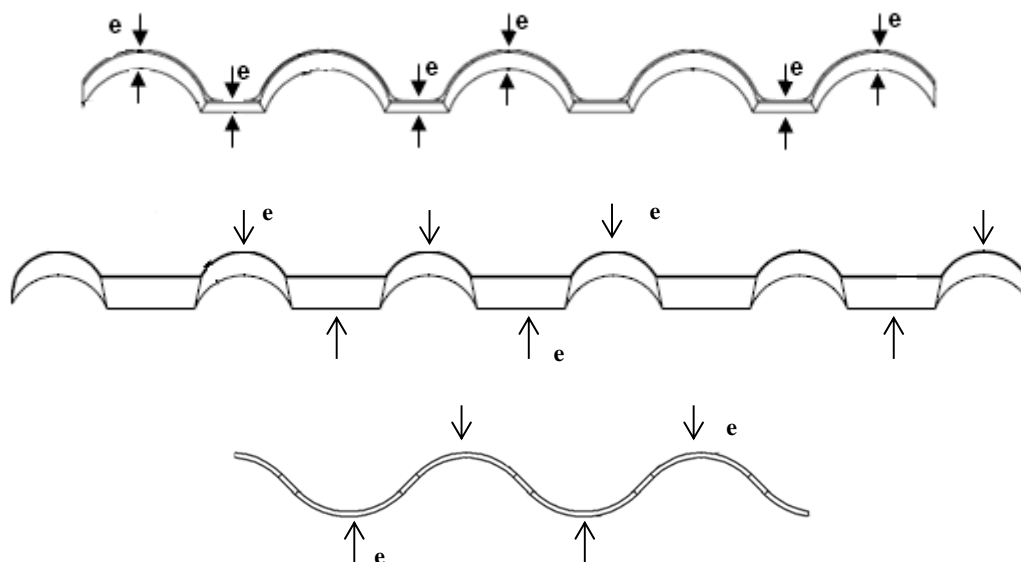


Figura 1 – Ilustração dos locais para determinação da espessura das telhas no eixo longitudinal

##### 4.1.2 Medições transversais

- Realizar a medição das espessuras nas cristas e vales das telhas, em pontos dispostos a aproximadamente 15 mm da extremidade.

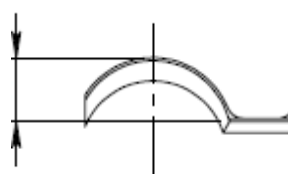
- As espessuras devem ser verificadas em 6 pontos da telha (três pontos em cristas e três pontos em vales), conforme figura 2 ilustrativa de modelo de telha.
- As medidas devem ser tomadas com exatidão de 0,1mm.



**Figura 2 – Ilustração dos locais para determinação da espessura das telhas no perfil transversal**

#### **4.2 Determinação da altura entre o vale e o ponto mais alto da crista**

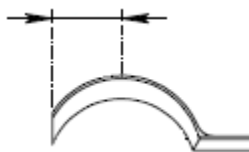
- Com o auxílio de uma escala graduada, medir a largura da crista.
- Dividir o valor encontrado para a largura da crista por dois e marcar esse ponto na base plana de referência.
- Utilizando uma escala graduada, medir o valor compreendido entre a base plana de referência e o topo da crista (medir a altura no ponto marcado anteriormente).
- A partir da altura obtida, deve-se subtrair o valor da espessura da telha (valor medido no vale), como ilustra a figura 3 ilustrativa de modelo de telha.



**Figura 3 – Determinação da altura entre o vale e o ponto mais alto da crista**

#### **4.3 Determinação da distância entre o centro da crista e a extremidade da telha**

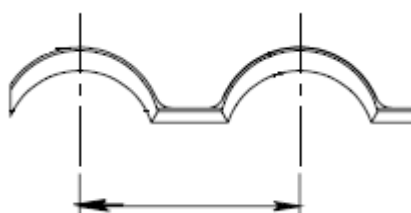
- Com o auxílio de uma escala graduada e de um paquímetro, deve-se medir a largura de uma das cristas extremas da seção transversal da telha, como ilustra a Figura 4 ilustrativa de modelo de telha.
- A escala graduada serve como anteparo para que o paquímetro possa ser ajustado sob a crista a ser avaliada. A escala deve ser posicionada perpendicularmente em relação à base plana de referência.
- A largura obtida deverá ser dividida por dois e registrada em uma planilha de ensaios.



**Figura 4 – Determinação entre o centro da crista e a extremidade da telha**

#### 4.4 Determinação da distância entre os pontos médios de duas cristas adjacentes (passo da onda)

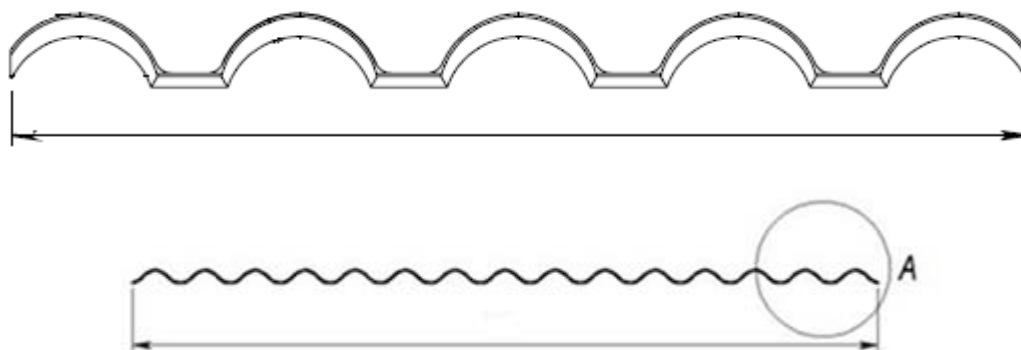
- De maneira análoga aquela realizada no item 5.2, deve-se encontrar o ponto médio de duas cristas adjacentes.
- Com os dois pontos médios determinados, deve-se medir na base de referência a distância compreendida entre os dois pontos, conforme Figura 5.



**Figura 5 – Determinação dos pontos médios entre duas cristas**

#### 4.5 Determinação da Largura

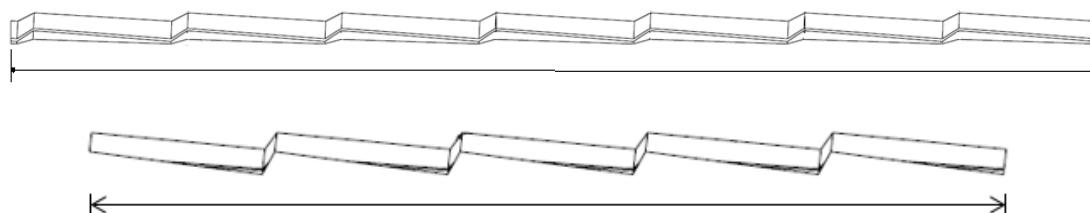
- Marcar os dois pontos extremos do perfil transversal da telha na base plana de referência e medir a distância compreendida entre eles, conforme mostra a Figura 6.



**Figura 6 – Determinação da largura da telha**

#### 4.6 Determinação do Comprimento

- Assim como no item 5.5, mas no sentido longitudinal da telha, os dois pontos extremos devem ser marcados e a distância entre eles medida, conforme Figura 7.



**Figura 7 – Determinação do comprimento da telha**

#### 4.7 Determinação da Borda final

- A borda final consiste em uma pequena aba, localizada na seção transversal da telha, em apenas um dos lados (uma das seções transversais), conforme figura 8 ilustrativa de modelo de telha.
- Com o auxílio de uma escala graduada, deve-se posicionar o corpo de prova virado com a superfície externa para baixo. A escala deve ser ajustada sobre o trecho da borda final.
- A distância registrada será toda aquela onde a superfície da escala toca a superfície da telha.
- O comprimento da borda final deverá ser medido em três pontos distintos e seus valores registrados em uma planilha de ensaios.

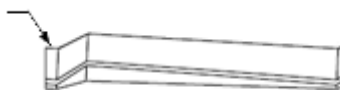


Figura 8 – Localização da borda final

#### 4.8 Determinação de outras dimensões

Outras dimensões podem ser necessárias em função da forma geométrica da telha e, portanto, deverão ser medidas e registradas.

#### 4.9 Determinação da massa

- Apoiar a balança sobre base sólida, plana e horizontal, em região sem vento ou qualquer outra interferência que possa alterar o valor da massa;
- Zerar a balança, ou seja, fazer com que ela indique a massa “zero” quando estiver sem o corpo de prova;
- Posicionar a telha inteira sobre a balança de modo que fique apoiada apenas na balança, sem qualquer outra interferência.
- Registrar o valor da massa da telha indicado na balança.
- Posicionar a telha sobre uma superfície plana e com o auxílio de uma trena medir sua largura e comprimento para determinar a massa por  $m^2$ . A massa por  $m^2$  é obtida através da massa da telha dividida pela área total da telha.

### 5 Resultados

- Expressar o resultado da espessura com aproximação de 0,1mm.
- Expressar todos os outros resultados de dimensões com aproximação de 1mm.
- Expressar o resultado de massa por  $m^2$ , com aproximação de 0,02kg.
- Registrar o comparativo da forma geométrica, dimensões e massa em relação ao projeto do fabricante, incluindo possíveis tolerâncias.



## **ANEXO 3 – Método de ensaio para determinação da cor e espessura da camada protetiva / capstock da face externa da telha**

### **1 Objetivo**

Determinar a espessura e cor da camada protetiva /capstock ao longo da face externa da telha.

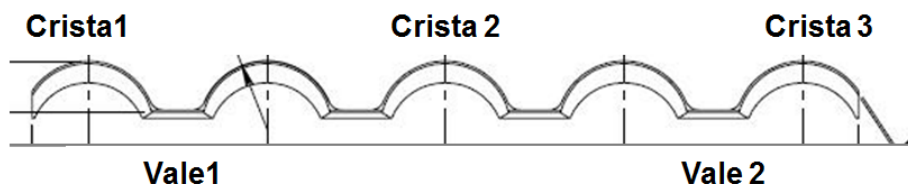
### **2 Aparelhagem**

- 2.1 Microscópio/Lupa Estereoscópico.
- 2.2 Câmera para microscópio.
- 2.3 Morsa para fixar o corpo de prova para ensaio de microscopia.

### **3 Corpo de prova**

São utilizados quinze corpos de prova serrados ou fresados com largura de 10 mm e 40 mm de comprimento e a espessura da telha para cada amostra. Os corpos de prova devem ser extraídos de regiões diferentes da telha, sendo cinco próximos de uma extremidade, cinco próximos de outra extremidade e cinco do centro da telha. A seção transversal onde será determinada a espessura da camada deverá ser perpendicular ao plano da telha e perfeitamente lisa.

Para cada região de extração, são extraídos três corpos de prova de cristas e dois corpos de prova de vales, conforme ilustração abaixo.



**Figura 1 – Pontos de extração dos corpos de prova**

### **4 Execução do ensaio**

- 4.1 Fixar o corpo de prova na morsa de microscopia com a seção transversal que foi preparada para determinação da camada de capstock voltada para cima.
- 4.2 Posicionar o dispositivo para ensaio de microscopia abaixo do microscópio e preparar o microscópio para a captura da imagem.
- 4.3 Ajustar o microscópio para o aumento de 30 vezes. Realizar a calibração do aumento na escala de 150  $\mu\text{m}$  e focar na imagem da camada de capstock da telha até estar nítida tanto no microscópio como no software.
- 4.4 Ajustar a imagem gerando a maior nitidez possível e capturá-la.
- 4.5 Realizar a observação visual da cor e 4 medidas em cada seção transversal do corpo de prova da telha, realizar as medidas traçando retas perpendiculares ao início e o fim da camada de capstock.
- 4.6 Registrar as medidas realizadas e a cor.

### **5 Resultados**

O resultado é a média aritmética entre todas as medidas realizadas, com aproximação de 10  $\mu\text{m}$ .

## **ANEXO 4 – Método de ensaio para determinação do teor de cinzas da telha**

### **1 Objetivo**

Determinar o teor de cinzas em telhas.

### **2 Aparelhagem**

- 2.1 Cadinhos de porcelana de 50 ml;
- 2.2 Bico Meker;
- 2.3 Mufla controlada à  $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$  ;
- 2.4 Balança com resolução de  $\pm 0,0001\text{g}$ ;
- 2.5 Dessecador;
- 2.6 Capela com exaustão;
- 2.7 Máquina de corte.

### **3 Corpo de prova**

O corpo de prova será uma amostra de 5g para cada determinação. Essa amostra deve ser cortada com o auxílio da guilhotina em pedaços pequenos ( $\pm 0,5$  cm de lado).

### **4 Execução do ensaio**

- 4.1 Fazer duas determinações por amostra.
- 4.2 Aquecer o cadinho por 10 min à  $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$  e resfriar no dessecador até a temperatura ambiente.
- 4.3 Determinar a massa do cadinho com precisão de  $\pm 0,1\text{mg}$  (0,0001 g). As pesagens dos cadinhos e das amostras devem ser registradas na planilha de resultados
- 4.4 Adicionar  $5\text{ g} \pm 0,5\text{ g}$  do corpo de prova cortado.
- 4.5 Determinar a massa do cadinho e de seu conteúdo com precisão de  $\pm 0,1\text{ mg}$  (0,0001 g).
- 4.6 Calcular a massa “m0” de composto usado (do valor obtido em 4.5 descontar o valor em 4.3).
- 4.7 Realizar a pré-queima. Para tal, aquece-se o cadinho no bico Meker até que a resina e qualquer produto de combustão do corpo de prova tenha sido completamente volatizado. Isto é indicado pela ausência da cor negra das paredes internas do cadinho.
- 4.8 Colocar o cadinho na entrada da Mufla a  $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$  e deslocá-lo gradativa e suavemente para o interior da mufla.
- 4.9 O cadinho deve ser movido lentamente para que os voláteis (gases e vapores) não carreguem as partículas de cinzas.
- 4.10 Aquecer por 4 horas a  $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ .
- 4.11 Após resfriar no dessecador até a temperatura ambiente, determinar a massa do cadinho com precisão de  $\pm 0,1\text{mg}$  (0,0001g).
- 4.12 Aquecer novamente por 1h a  $1050^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$ , resfriar no dessecador até a temperatura ambiente e determinar a massa do cadinho com precisão de  $\pm 0,1\text{ mg}$  (0,0001g).
- 4.13 Repetir a operação 4.12 até obter massa constante, ou seja, até duas pesagens sucessivas não diferirem por mais de 5 mg (0,005 g).
- 4.14 Pela diferença de pesagens (pesagem final menos “m0”) calcular a massa “m1”, em gramas, de cinzas.
- 4.15 Fazer duas determinações.

- 4.16 Calcular os valores das porcentagens de cinzas através da fórmula da seção 5.
- 4.17 Se os valores das duas porcentagens diferirem menos de 0,10% em valor absoluto, empregá-los para o cálculo conforme seção 5. Se os valores das duas porcentagens diferirem mais de 0,10% em valor absoluto fazer outras determinações até obter dois valores satisfatórios. No entanto, se dois valores obtidos forem individualmente menores que 0,20%, não importando a diferença entre eles, não são necessárias novas determinações.

## 5 Resultados

5.1 Para cada determinação, calcular a porcentagem de cinzas até duas casas decimais, segundo a seguinte fórmula:

$$x1=(m1/m0)\times 100$$

*onde:*

*m0 =massa, em gramas, da amostra;*

*m1 =massa, em gramas, de cinzas;*

*x1 =porcentagem de cinzas, expressa até a segunda casa decimal.*

5.2 Calcular a média, até a segunda casa decimal (aproximação de 0,05) dos dois valores finalmente obtidos.

5.3 O resultado é a média da porcentagem de cinzas.

## ANEXO 5 – Método de ensaio para determinação da estabilidade dimensional da telha

### 1 Objetivo

Determinar a estabilidade dimensional de telhas no sentido longitudinal e determinar a retenção do perfil das ondas, quando as telhas são mantidas a 60°C durante 1 hora.

### 2 Aparelhagem

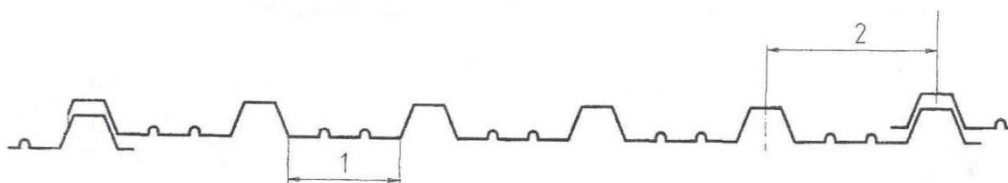
- 2.1 Estufa com capacidade de manter a temperatura de  $(60 \pm 2)^\circ\text{C}$ ;
- 2.2 Termômetro com resolução de  $1^\circ\text{C}$ ;
- 2.3 Paquímetro de 300 mm com resolução de 0,01mm;
- 2.4 Cronômetro.

### 3 Corpos de prova

Devem ser ensaiados 5 corpos de prova retangulares.

O corpo de prova é uma seção de perfil com no mínimo 250 mm de comprimento. A largura dos corpos de prova deve atender a uma das condições constantes a seguir:

- a) No caso de perfis com passo maior que 200 mm, o cp deve ter a largura de um passo com os vales adjacentes em ambos os lados, conforme mostrado na figura 1;
- b) No caso de perfis com passo menor que 200 mm, o menor número de passos que resulta em uma largura igual ou maior que 200 mm entre as cristas externas, mais os vales adjacentes aos dois lados das cristas.
- c) Se não puderem ser atendidas as condições “a” ou “b”, ensaiar a largura toda da telha.



1 – vale do perfil de telha    2 – passo do perfil de telha

Figura 1- Terminologia de perfis de telhas, indicação de vale e de passo do perfil da telha

### 4 Execução do ensaio

- 4.1 Realizar o ensaio em ambiente a temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$
- 4.2 Riscar dois pares de marcas de referência em cada um dos corpos de prova conforme indicado a seguir:
  - a) Deformação longitudinal  
A linha que une as duas marcas deve ser paralela ao eixo das corrugações e a distância entre as marcas não deve ser inferior a 200 mm.
  - b) Retenção do perfil das ondas  
As marcações devem ser realizadas nas cristas das ondas. As linhas que unem as duas marcações devem ser perpendiculares ao eixo das corrugações, conforme mostrado na figura 2 e a distância entre as marcações não deve ser inferior a 200 mm.

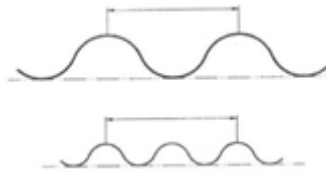


Figura 2 – Exemplos de marcação para avaliar a retenção do perfil das ondas

- 4.3 Antes de realizar a medição das distâncias entre as marcações colocar as seções de telhas horizontalmente sobre uma superfície plana e verificar se a parte inferior plana dos vales está em contato com esta superfície. Caso isso não ocorra aplicar uma leve carga na superfície, suficiente para promover este contato;
- 4.4 Medir a distância entre cada um dos 2 pares de marcas nos 5 corpos de prova;
- 4.5 Colocar os corpos de prova em estufa com ventilação forçada a temperatura de  $(60\pm 2)^{\circ}\text{C}$  de modo que as placas não estejam sujeitas a nenhuma tensão;
- 4.6 Começar a contagem do tempo após a estufa voltar a temperatura de  $(60\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Manter as placas na estufa por 60 min;
- 4.7 Retirar os corpos de prova da estufa e deixar esfriar por 10 min em uma superfície plana. Se a parte inferior plana dos vales não estiver em contato com a superfície plana aplicar uma leve carga na superfície, suficiente para promover este contato;
- 4.8 Medir novamente a distância entre cada um dos 2 pares de marcas nos 5 corpos de prova.

## 5 Resultados

- 5.1 A deformação longitudinal e a alteração do perfil das ondas em porcentagem são calculadas como segue:

$$\text{Def} = 100 \cdot (\text{Co} - \text{Cf}) / \text{Co}$$

Onde:

*Co* é a distância entre as marcas de medição antes da colocação na estufa;

*Cf* é a distância entre as marcas de medição após a colocação na estufa.

- 5.2 O resultado final do ensaio é a média das 5 determinações em cada direção, com aproximação de 1%.

## **ANEXO 6 – Método de ensaio para verificação da impermeabilidade à água da telha**

### **1 Objetivo**

Verificação da impermeabilidade da telha.

### **2 Aparelhagem e reagentes**

- 2.1 Escala com 300 mm de comprimento e resolução mínima de 1 mm.
- 2.2 Tubo de seção circular, reto, transparente ou translúcido, aberto nos extremos, diâmetro interior de aproximadamente 35 mm e altura suficiente para formar uma coluna de água de 250 mm.
- 2.3 Azul de metileno para colorir a solução.

### **3 Corpo de prova**

O corpo de prova consiste em uma telha com seção de perfil com no mínimo 250 mm de comprimento e largura de 420 mm, sem acondicionamento.

### **4 Execução do ensaio**

- 4.1 Colocar o corpo de prova em posição horizontal e apoiar um dos extremos do tubo sobre a sua superfície, de modo que o tubo fique vertical;
- 4.2 Vedar com selante a união entre o tubo e o corpo de prova;
- 4.3 Encher o tubo com água com corante até formar coluna de 250 mm e deixar o sistema em repouso por 24 h em ambiente coberto e ventilado;
- 4.4 Verificar se ocorre diminuição do nível de água dentro do tubo;
- 4.5 Após 24 descartar a água do tubo;
- 4.6 Verificar a face inferior do corpo de prova.

### **5 Resultados**

O resultado é verificar a ocorrência de escorrimento, gotejamento de água ou gotas aderentes na face interna da telha.

## **ANEXO 7 – Método de ensaio para determinação da transmitância luminosa (opacidade) da telha**

### **1 Objetivo**

Determinar a transmitância luminosa da telha e verificar sua opacidade.

### **2 Aparelhagem**

#### **2.1 Câmara**

O equipamento de ensaio é constituído por uma caixa estanque à luz. A caixa possui uma abertura frontal para a introdução e retirada da amostra. Todas as frestas da caixa devem ser vedadas. A caixa deve possuir dispositivo para a colocação da amostra, bem como deve possuir algum dispositivo de vedação das frestas entre as arestas da amostra e o apoio da caixa. Também deve haver um nicho para o alojamento do sensor do luxímetro. As paredes internas da caixa devem ser pintadas com tinta preta fosca.

#### **2.2 Lâmpada**

Oito lâmpadas fluorescentes compactas de 20W, 127V e 6500K, garantindo que a intensidade luminosa seja suficiente para a realização do ensaio. As lâmpadas são montadas dentro de um tubo de paredes espessas, com diâmetro interno de 200 mm, pintado internamente de branco. A distância média entre as lâmpadas e a base de apoio da amostra é de 220 mm. A base do tubo é cortada para acompanhar o perfil da telha.

#### **2.3 Luxímetro**

O luxímetro deve ser digital, com resolução mínima de 0,1 lux. O sensor deve ser de diodo de silício, externo ao equipamento de leitura.

#### **2.4 Estabilizador de voltagem**

O estabilizador de voltagem deve ter capacidade compatível com a potência das lâmpadas, e deve proporcionar tensão de alimentação estabilizada durante todo o ensaio.

#### **2.5 Espelho para aumentar a intensidade luminosa**

O espelho deve cobrir todo o diâmetro do tubo para que não ocorra dispersão de luz e a luminosidade seja concentrada no sentido do corpo de prova de telha

### **3 Corpos de prova**

Devem ser ensaiados 6 corpos de prova. As dimensões dos corpos de prova são as seguintes:

- a) comprimento:  $(25 \pm 1)$  cm;
- b) largura:  $(25 \pm 1)$  cm;
- c) espessura: correspondente a da telha.

O corte dos corpos de prova deve ser realizado nas regiões que não contenham reforços visíveis ou desníveis acentuados. Os corpos de prova devem ser retirados da telha de forma que sejam ensaiadas todas as regiões possíveis da superfície.

Antes de iniciar o corte dos corpos de prova, deve-se verificar se existe na telha alguma região com maior transmitância luminosa, isto é, que permite a passagem de luz visível a olho nu

quando se observa a telha contra a luz. Se detectada alguma região, o corte dos corpos de prova deve ser feito de forma que a região com maior transmitância esteja centralizada no corpo de prova.

Devem ser removidas dos corpos de prova quaisquer etiquetas coladas.

Os corpos de prova devem ter pequenas identificações em um dos cantos laterais: CP1, CP2, CP3....

#### **4 Execução do ensaio**

- 4.1 Posicionar o sensor do luxímetro em seu nicho na câmara, exatamente sob o orifício da base de apoio da amostra.
- 4.2 Fechar totalmente o equipamento e efetuar a leitura da iluminância com as lâmpadas apagadas. Registrar essa leitura como valor A.
- 4.3 Retirar o sensor do luxímetro de seu nicho.
- 4.4 Antes da realização do ensaio ligar as lâmpadas por pelo menos 10 minutos para o aquecimento e consequente estabilização da iluminância produzida.
- 4.5 Posicionar o primeiro corpo de prova sobre os apoios da base do equipamento de ensaio de forma que o recorte do tubo encaixe no perfil da telha.
- 4.6 Colocar o espelho sobre o tubo com as lâmpadas acopladas.
- 4.7 Fechar totalmente o equipamento e efetuar a leitura da iluminância na presença do corpo de prova. Registrar essa leitura como valor B.
- 4.8 Ensaiar os corpos de prova na sequência: CP1, CP2, CP3..., e repetir esta sequência mais duas vezes.

#### **5 Resultados**

- 5.1 O resultado do ensaio consiste em se determinar a transmitância luminosa através do corpo de prova de acordo com a fórmula:

$$TL = (B - A)$$

onde:

*TL é a transmitância luminosa através do corpo de prova em lux;*

*A é a leitura da iluminância com a lâmpada apagada;*

*B é a leitura da iluminância na presença do corpo de prova;*

- 5.2 Todos os valores de leitura feitos pelo luxímetro devem ser corrigidos de acordo com a curva de calibração do luxímetro.



## ANEXO 8 – Método de ensaio para determinação da resistência ao impacto da telha

### 1 Objetivo

Determinar a energia média de ruptura da telha.

### 2 Aparelhagem

2.1 O equipamento de ensaio (ver figura 1) é constituído de uma base sólida, dois apoios e um pino de impacto, constituído de aço, de formato cilíndrico. A base sólida é constituída de aço e está sobre uma fundação fixa. O pino de impacto, durante a queda, é guiado por um tubo guia de tal maneira que em queda livre e com o menor atrito ou fricção possível com a guia, atinge o centro, entre os apoios, da seção de perfil. O dispositivo de suporte para o pino de impacto é ajustável em relação à altura da seção do perfil a ser ensaiado, correspondendo à altura de queda livre do pino. O mecanismo de disparo não exerce nenhum impulso sobre o pino de impacto.

O equipamento possui as seguintes especificações:

- diâmetro do pino:  $(50 \pm 1)$ mm;
- massa do pino:  $(1000 \pm 5)$  g;
- distância do vão entre apoios:  $(200 \pm 5)$ mm;
- raio de curvatura dos apoios:  $(5 \pm 1)$ mm;
- raio de curvatura da borda do pino:  $(2,0 \pm 0,5)$ mm.

2.2 Termômetro com resolução de  $1^{\circ}\text{C}$ .

2.3 Paquímetro com resolução de 0,1 mm.

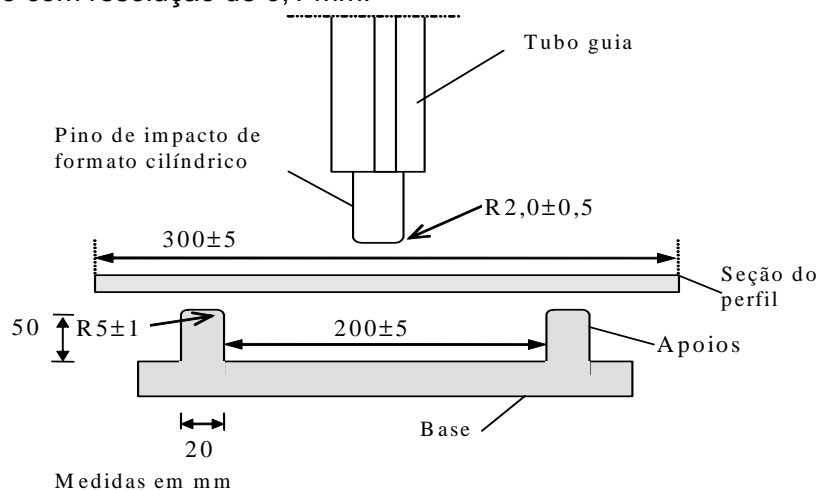


Figura 1 – Equipamento de ensaio para determinação da resistência ao impacto

### 3 Corpos de prova

As dimensões dos corpos de prova são as seguintes:

3.1 Comprimento:  $(300 \pm 5)$  mm;

3.2 Largura:  $(200 \pm 5)$  mm e

3.3 Espessura: correspondente à da telha.

Devem ser ensaiados, no mínimo, 20 corpos de prova, sendo 10 submetidos ao impacto na região da crista da onda e 10 submetidos ao impacto na região do vale da onda. Caso não haja histórico de resultados, o número mínimo de corpos de prova deve ser 25.

## 4 Execução do ensaio

- 4.1 A determinação da resistência ao impacto é realizada na temperatura de  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ .
- 4.2 Antes da realização do ensaio, condicionar as seções de telha por uma hora, no mínimo, à temperatura de ensaio.
- 4.3 Realizar uma análise visual do corpo de prova para garantir a integridade do mesmo. Este deve estar isento de trincas, rachaduras e outros. Não se constatando nenhuma avaria prosseguir o ensaio.
- 4.4 Vale observar que devem ser ensaiados no mínimo 20 corpos de prova, sendo que em 10 deles o impacto deve ocorrer na crista da onda e nos outros 10 corpos de prova o impacto deve ocorrer no vale da onda. Observe-se que se trata de 1 impacto por corpo de prova. O resultado final será a menor energia obtida entre crista e vale da onda.
- 4.5 Posicionar o primeiro corpo de prova sobre os apoios da base do equipamento de ensaio de forma que a face da telha que sofrerá o impacto corresponda à superfície externa desta.
- 4.6 Soltar o pino de impacto da altura inicial. Não se deve permitir a ocorrência de impactos múltiplos sobre o corpo de prova. A altura inicial corresponde à altura média de ruptura da telha a ser ensaiada, altura esta que poderá ser conhecida ou determinada. No caso de não estar definida a altura inicial utilizar 5 corpos de prova para um pré teste.
- 4.7 Retirar o corpo de prova do equipamento de ensaio e verificar, através de análise visual, a ocorrência de quebras, fissuras ou rachaduras, em qualquer região da telha (tanto externa quanto internamente), como resultado do impacto do pino.
- 4.8 Registrar o resultado obtido em cada seção (crista e vale) na respectiva altura de queda do pino de impacto.
- 4.9 Se o impacto resultar na ruptura do corpo de prova, reduzir a altura de queda do pino de impacto em 5cm para o ensaio do próximo corpo de prova. Caso contrário, aumentar essa altura em 5cm.
- 4.10 Prosseguir o ensaio nos demais corpos de prova, repetindo os passos de 4.5 a 4.9.

OBSERVAÇÃO: Quando a altura média de ruptura aproximada da telha a ser ensaiada não for conhecida, executar alguns testes preliminares, com 5 corpos de prova, com altura inicial de 1,00m e o procedimento descrito acima, para se estimar este valor, que deverá ser adotado como sendo a altura inicial para a execução do ensaio propriamente dito.

## 5 Resultados

- 5.1 O resultado do ensaio consiste em se determinar a energia média de ruptura de acordo com a fórmula:

$$MFE = h \cdot w$$

onde:

*MFE* é a energia média de ruptura em Joules (J);

*h* é a altura média de ruptura em metros, calculada conforme item 5.2;

*w* é o peso do pino de impacto de 1 kg em Newtons (9,81N);

- 5.2 A altura média de ruptura é calculada a partir da fórmula:

$$h = h_0 + 0,05(A/N - 0,5)$$

onde:

*h* é a altura média de ruptura em metros;

*N* é o número total de rupturas;

*h<sub>0</sub>* é a menor altura em que ocorreu ruptura de um corpo de prova;

$$A = \sum_{i=0}^k i \cdot n_i$$

$i=0, 1, 2, \dots, k$  (contador iniciado em  $h_0$ );

$n_i$  é o número de rupturas ocorridas em  $h_i$ ;

$$h_i = h_0 + 0,05 i$$

## 6 Exemplo de cálculo

Altura (m)																N <sub>o</sub>	N <sub>x</sub>	i	ixN <sub>x</sub> (A)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
1,95					X															
1,90	X		O			X				O										
1,85	O		O				X		O											
1,80							O													
1,75																				
1,70																				
1,65																				
1,60																				
1,55																				
1,50																				
1,45																				
1,40																				
1,35																				
1,30																				
1,25																				
1,20																				
1,15																				
1,10																				
1,05																				
1,00																				
0,95																	0	1	2	2
0,90																	2	2	1	2
0,85																	3	1	0	0
Total																	4			4

X – Ruptura    O – Não Ruptura

Tabela 1 – Exemplo de cálculo para uma dada amostra de telha

### Procedimento de cálculo:

$h_0 = 1,85$  m (altura inicial de queda)

Pré-ensaio: Sim ( ) Não (x)

- Altura média de ruptura:

$$\text{➤ } h = [ h_0 + 0,05 \left( \frac{A}{N_x} - 0,5 \right)]$$

$$h = [ 1,85 + 0,05 \left( \frac{4}{4} - 0,5 \right)] = \mathbf{1,88 \text{ m}}$$

- Energia média de ruptura:

$$\text{➤ } MFE = [ h_0 + 0,05 \left( \frac{A}{N_x} - 0,5 \right)] \times W$$

$$MFE = [ 1,85 + 0,05 \left( \frac{4}{4} - 0,5 \right)] \times 9,81 = \mathbf{18,39 \text{ J}}$$

## **ANEXO 9 – Método de ensaio para determinação da resistência ao rasgamento da telha**

### **1 Objetivo**

Determinar a resistência ao rasgamento da telha através da aplicação de força de arrancamento sobre a peça de fixação e vedação fixa à telha.

### **2 Aparelhagem**

- 2.1 Máquina universal de ensaios.
- 2.2 Célula de carga de 5 kN.
- 2.3 Dispositivo para acoplar o parafuso padrão à célula de carga.
- 2.4 Furadeira.
- 2.5 Adaptador para cabeça sextavada.
- 2.6 Dispositivo de alumínio com dimensões (20 x 69) cm fixo na base de apoio da máquina universal, capaz de comportar em seu interior o corpo de prova a ser ensaiado. O dispositivo deve possuir um orifício no fundo com diâmetro suficiente para permitir a passagem da capa protetora conectada à cabeça do parafuso.
- 2.7 Placa de apoio para impedir que o corpo de prova se movimente na direção e sentido de aplicação da força durante a realização do ensaio. A placa deverá possuir em seu centro um orifício com diâmetro suficiente para permitir a passagem do corpo do parafuso.
- 2.8 Parafuso padrão com dimensões análogas ao utilizado para fixar a telha, com rosca adequada para permitir a fixação no dispositivo descrito em 2.3

### **3 Corpo de prova**

Para cada amostra avaliada, serão necessários cinco corpos de prova com dimensões (15x65)cm.

Todos os corpos de prova deverão possuir no mínimo três cristas, de maneira que o ensaio seja realizado sempre na crista central.

### **4 Execução do ensaio**

- 4.1 Inserir o parafuso padrão na capa de proteção com o anel de vedação e utilizando a furadeira, parafusar o kit de fixação no corpo de prova de maneira que a capa de proteção da peça de fixação encoste na telha;
- 4.2 Fixar o dispositivo para ensaio de rasgamento na Máquina Universal de Ensaios;
- 4.3 Colocar a placa de alumínio sobre a telha de forma que o parafuso atravesse o furo;
- 4.4 Posicionar o corpo de prova com a placa no dispositivo de ensaio e colocar um bloco de madeira em cada extremidade interna do dispositivo sobre a placa de forma que os mesmos não se movam durante o ensaio;
- 4.5 Fixar o parafuso na célula de carga por meio do dispositivo de acoplamento;
- 4.6 Tracionar o corpo de prova com velocidade constante 50 mm/min;
- 4.7 Iniciar a tração no parafuso. A força de tração no parafuso deverá ser sempre crescente até o momento que o parafuso atravessar a seção da telha

## **5 Resultados**

O resultado é a média aritmética calculada a partir da força máxima aplicada em cada corpo de prova em Newton.

## ANEXO 10 – Método de ensaio para determinação das dimensões das peças de fixação da telha à estrutura do telhado

### 1 Objetivo

Determinar as dimensões das peças de fixação de telhas à estrutura do telhado.

### 2 Aparelhagem

2.1 Paquímetro para a determinação do diâmetro, com resolução mínima 0,1 mm;

### 3 Corpo de prova

O corpo de prova é uma peça de fixação completa.

### 4 Execução do ensaio

#### 4.1 Parafusos

Utilizando o paquímetro, medir os diâmetros ( $d_c$ ,  $d_p$ ,  $s$ ,  $e$ ) e o comprimento ( $L$ ) do parafuso, como indicado na figura 1.

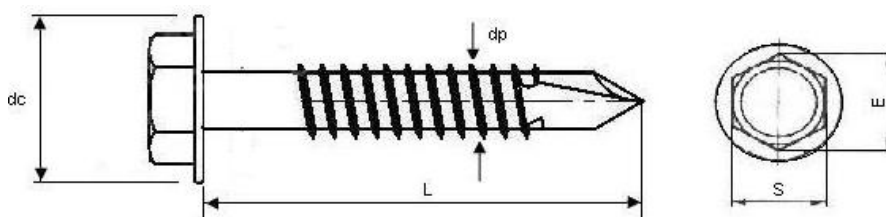


Figura 1 - Pontos de medição para a determinação dos diâmetros e do comprimento do parafuso

#### 4.2 Capas de proteção

Utilizando o paquímetro, medir o comprimento, largura, espessura, diâmetro principal da peça (quando aplicável), raio de curvatura (quando aplicável), diâmetro do orifício central e diâmetro externo do canal de alojamento do anel de vedação.

Para cada modelo, as principais dimensões que caracterizam o formato geométrico da peça deverão ser registradas, bem como aquelas comuns para todos os modelos, tais como diâmetro do orifício interno, espessura e diâmetro externo do canal de alojamento do anel de vedação.

### 5 Resultados

Registrar os resultados das dimensões das peças de fixação com aproximação de 0,1 mm.

## **ANEXO 11 – Método de ensaio para determinação do poder de perfuração de parafusos de fixação da telha à estrutura**

### **1 Objetivo**

Determinar o poder de perfuração dos parafusos de fixação da telha à estrutura do telhado.

### **2 Aparelhagem**

2.1 Furadeira com potência de 700 W.

2.2 Suporte fixo para furadeira.

2.3 Morsa 4”.

2.4 Cronômetro.

2.5 Peso morto montado sobre a furadeira totalizando uma carga de 108N sobre o parafuso, incluindo o peso da furadeira e do suporte.

2.6 Adaptador para cabeça sextavada.

2.7 Ripas de madeira garapeira ou madeira de dureza equivalente, com espessura de  $(25 \pm 0,05)$ mm, cortada em segmentos de 80 mm x 300 mm.

### **3 Corpo de prova**

Os corpos de prova são oito parafusos inteiros.

### **4 Execução do ensaio**

5.1 A ripa de madeira a ser perfurada é fixada na morsa que se encontra na base do suporte.

5.2 O corpo de prova a ser ensaiado deve ser colocado no adaptador de parafuso para cabeça sextavada e deve estar em contato com a ripa de madeira. Quando a alavanca do suporte da furadeira é abaixada, o parafuso deve estar pressionado com uma carga de 108N.

5.3 O parafuso deve estar centralizado em relação ao furo do suporte.

5.4 O ensaio consiste em medir o tempo que o parafuso necessita para que toda a parte roscada penetre na madeira.

5.5 Após o posicionamento do parafuso no centro do furo do suporte, deve-se ligar a furadeira e acionar o cronômetro. Assim que toda a parte roscada penetrar a ripa de madeira, o ensaio é paralisado e o cronômetro parado.

5.6 O tempo deve ser registrado e então o cronômetro é zerado. Este procedimento deve ser repetido para todos os parafusos da amostra avaliada

### **5 Resultado**

O resultado do ensaio é o tempo médio necessário para a perfuração da ripa de madeira até a profundidade definida.



## **ANEXO 12 – Método de ensaio para verificação da resistência à corrosão de parafusos de fixação da telha à estrutura**

### **1 Objetivo**

O objetivo do ensaio é verificar a resistência à corrosão de parafusos utilizados para a fixação de telhas à estrutura do telhado.

### **2 Referência**

NBR 8094:1983 – Material metálico revestido e não-revestido: corrosão por exposição à névoa salina.

### **3 Aparelhagem**

- 3.1 Câmara de névoa salina atendendo às especificações da NBR 8094:1983.
- 3.2 Luxímetro.
- 3.3 Luvas.
- 3.4 Fio de Nylon.
- 3.5 Pincel atômico.
- 3.6 Fita crepe.

### **4 Corpo de prova**

O corpo de prova a ser ensaiado é constituído por 01 parafuso inteiro. Devem ser ensaiados 05 parafusos por amostra.

### **5 Execução do ensaio**

- 5.1 Inspeccionar visualmente os corpos de prova e marcar com pincel atômico azul as imperfeições encontradas antes de colocar a amostra na câmara de ensaio.
  - 5.2 Os corpos de prova devem ser lavados primeiramente em água corrente e uma última lavagem em água deionizada e, em seguida, enxutos com uma flanela limpa e que não deixe resíduos, ou papel absorvente de textura macia para que não danifique os mesmos.
  - 5.3 Os parafusos deverão ser fixados em um suporte com fio de nylon de modo que não encostem uns nos outros e também não encostem nas paredes da câmara, feita a fixação do nylon, cola-se a fita crepe ao lado de cada parafuso, numerando-os de 1 à 5 com o pincel atômico.
- a) O horário em que os corpos de prova são colocados na câmara deverá ser anotado, pois esse será o horário em que eles serão verificados diariamente;
  - b) caso seja necessária a interrupção do ensaio, os corpos de prova deverão ser retirados da câmara, limpos com água corrente e enxutos com uma flanela limpa, e em seguida retirados da sala onde está a câmara salina e levados a outro ambiente onde não há ataque de agentes corrosivos provenientes da sala de ensaio;
  - c) a câmara só poderá ficar aberta durante 30 minutos por dia, tempo em que deverão ser feitas todas as análises visuais e as mudanças de corpos de prova;
  - d) durante todo o ensaio será necessário que o técnico manuseie os corpos de prova usando luvas;
  - e) após o exame visual, deve ser feita uma última lavagem em água deionizada. A lavagem tem como objetivo eliminar os depósitos de sal na superfície das peças e deverá ser feita em água a temperatura inferior a 40°C;
  - f) o exame deve ser feito com a vista desarmada a uma distância de 30 cm da superfície inspecionada;
  - g) o grau de iluminação do ambiente para observação dos defeitos superficiais, próximo da superfície a ser inspecionada, deverá estar entre 800 lux e 1000 lux;
  - h) cada parafuso deverá ser inspecionado pelo tempo máximo de 5 s para verificação da presença de corrosão do substrato. Os defeitos observados após o início do ensaio devem

- ser marcados com pincel atômico preto;
- i) quaisquer alterações superficiais observadas não obedecendo aos itens descritos acima serão desconsideradas;
  - j) decorridas mais 24 horas de exposição, o parafuso será submetido a uma nova análise visual.
  - k) o tempo total de exposição dos parafusos será aquele suficiente para que os parafusos avaliados apresentem sinais de corrosão do substrato (manchas na coloração ferrugem).
  - l) assim que um parafuso apresentar sinais de corrosão do substrato, o tempo de exposição referente a esse parafuso deverá ser registrado. Após o registro, remover o parafuso corroído da câmara, onde apenas os corpos de prova que ainda não apresentaram sinais de corrosão deverão permanecer.

## **6 Resultados**

Indicar o tempo de exposição de cada corpo de prova até a ocorrência de corrosão do substrato.