


 <p>UNISINOS</p>  <p>ITT PERFORMANCE</p> <p><i>unisinoss.br/itt/ittperformance</i></p>	<p>Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido</p> <p>Proponente</p> <p>Vasco Gilnei Silveira da Rosa Eireli</p> <p>Rua Artur Correa da Silva, 185. Bairro Campestre</p> <p>CEP 93046-750. São Leopoldo/RS</p>	 <p>PBQP-H PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT</p>  <p>SiNAT</p>
<p>Emissão</p> <p>Maio/2022</p>	<p>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA Universidade do Vale do Rio dos Sinos e a decisão dos Técnicos Especialistas, indicados conforme a Portaria nº 3.259, de 29 de dezembro de 2020, do Ministério do Desenvolvimento Regional, a Secretaria Nacional de Habitação resolveu conceder ao Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido a Ficha de Avaliação de Desempenho Nº 053, em maio/2022. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto.</p>	<p>FAD</p> <p>Nº 053</p>

Considerações adotadas na avaliação técnica do “Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido”:

Esta FAD se refere ao “Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido”.

O sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas do tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido com espessura de 7 mm é destinado habitações térreas isoladas ou geminadas, ou sobrados térreos ou geminados.

Esta FAD não apresenta a avaliação do desempenho acústico por se tratar de um sistema para habitações térreas isoladas ou geminadas, ou sobrados térreos ou geminados. Sendo assim, não é possível realizar tal avaliação isoladamente no sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas e forros de perfis de PVC rígido de 7 mm de espessura. O desempenho acústico mínimo da edificação estabelecido pela ABNT NBR 15575 depende das características da envoltória (fachada e cobertura): no sistema de cobertura, das condições construtivas, tais como altura do ático, tipo de forro ou laje, além do tipo de telha. A avaliação

deve ser realizada na edificação concluída através de dois possíveis métodos (de engenharia ou simplificado de campo), conforme ABNT NBR 15575-5.

Na avaliação de segurança ao fogo, os perfis de PVC para forros devem atender aos critérios especificados na ABNT NBR 15575-5. Para um forro de 7 mm de espessura, em conformidade à ABNT NBR 14285, e com densidade superficial aproximada de 1,35 kg/m² a classificação de reação ao fogo é II-A conforme critérios do PSQ. Este resultado é alusivo a forros com características iguais as apresentadas, não podendo ser extrapolado para forros com espessura e massa distintas.

A telha cerâmica deve atender à ABNT NBR 15310.

Os perfis de PVC para forros de 7 mm de espessura, devem atender à ABNT NBR 14285 partes 1, 2 e 3.

1. DESCRIÇÃO DO COMPONENTE, ELEMENTO, OU SISTEMA E LIMITES DE APLICAÇÃO

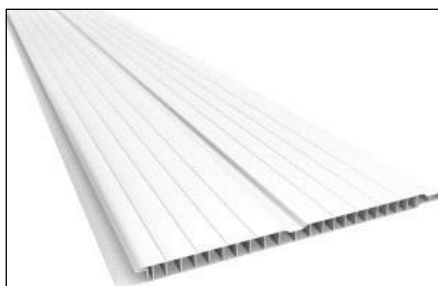
O objeto desta FAD é o Sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas do tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido de 7 mm de espessura. Para esta FAD, considera-se a estrutura de madeira. O conjunto dos demais elementos/componentes constituintes do sistema de cobertura não é objeto desta avaliação. As características da telha avaliada estão apresentadas na Figura 1 e as características dos perfis de PVC rígido para forros avaliados estão apresentadas na Figura 2.



Telha cerâmica – tipo portuguesa

- **Largura: variável**
- **Comprimento: variável.**
- **Espessura média: variável.**

Figura 1 – Telha cerâmica tipo portuguesa, objeto desta Ficha de Avaliação de Desempenho



Perfis de PVC rígido para forro de 7 mm de espessura

- **Largura: variável;**
- **Comprimento: variável;**
- **Espessura: 7 mm.**

Figura 2 – Perfis de PVC rígido para forro (simples e duplo) de 7 mm de espessura, objeto desta Ficha de Avaliação de Desempenho

As telhas cerâmicas compostas de encaixe apresentam em suas bordas saliências e reentrâncias que permitem o encaixe (acoplamento) entre elas, quando da execução do telhado. A telha portuguesa é uma telha cerâmica composta de encaixe conformada por prensagem.

Os perfis de PVC para forros são utilizados suspensos ao teto (laje, cobertura) por sistema de sustentação, conforme mostrado na Figura 3 e 4, e instalados internamente em residências pelo seu sistema de encaixe lateral dos perfis, através do mecanismo macho e fêmea, formando a superfície de delimitação do forro.

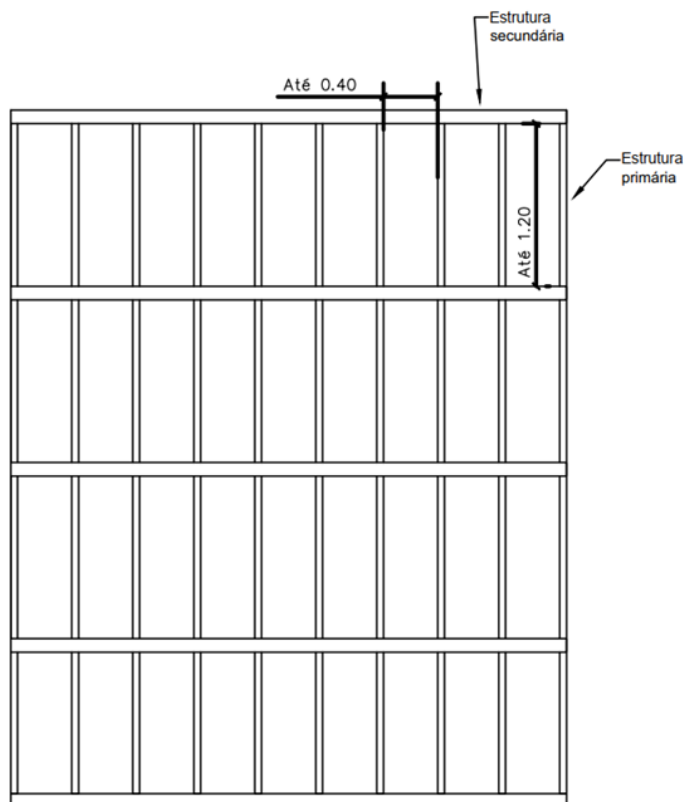


Figura 3 – Vista superior dos elementos constituintes da estrutura de sustentação do forro com perfis de PVC rígido

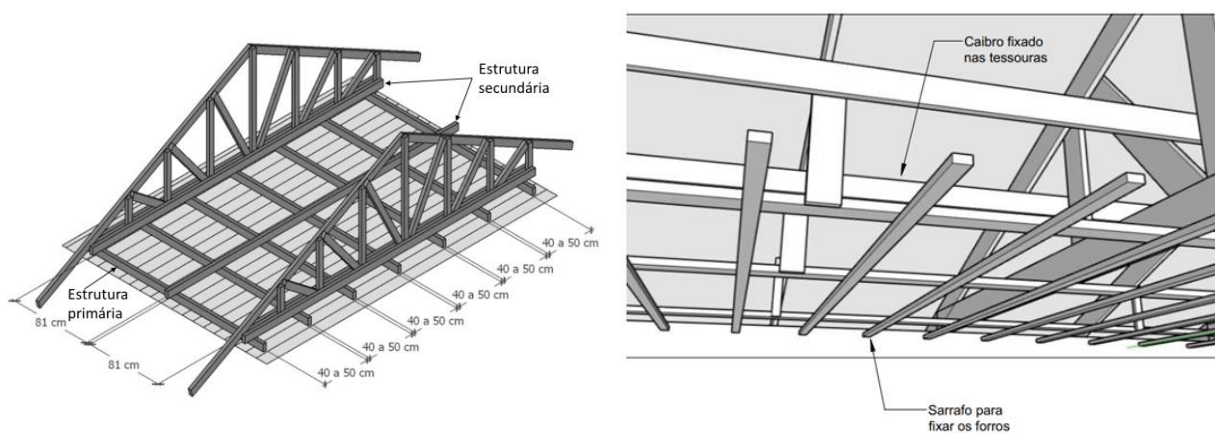


Figura 4 – Perspectiva dos elementos constituintes da estrutura de sustentação do forro com perfis de PVC rígido

Esta Ficha de Avaliação de Desempenho tem por objetivo apresentar os requisitos, critérios e resultados da avaliação do sistema de cobertura com telhado em madeira constituído de telhas cerâmicas e forros de perfis de PVC rígido de 7 mm de espessura.

O sistema foi avaliado quanto ao atendimento às seguintes normas:

- ABNT NBR 15575-5:2021 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura e às normas de especificação;
- ABNT NBR 15310:2009 – Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 14285-1:2018 – Perfis de PVC rígido para forros - Parte 1: Requisitos para cores claras;
- ABNT NBR 14285-2:2018 – Perfis de PVC rígido para forros - Parte 2: Método de ensaio;
- ABNT NBR 14285-3:2018 – Perfis de PVC rígido para forros - Parte 3: Procedimentos para estocagem, manuseio, instalação e operação

2. USO DA FAD

2.1. Recomendações gerais

Para o uso desta FAD, deve ser levado em consideração, além das cargas verticais, os esforços atuantes do vento na cobertura, e desenvolvido memorial de cálculo específico, considerando as condições de exposição ao vento, incluindo as velocidades básicas máximas de vento no Brasil, o tipo e o local da edificação.

A ABNT NBR 6123 apresenta no gráfico de isopletas (Figura 5), a velocidade básica de vento (V_0) considerada essa como a máxima velocidade média medida sobre 3 segundos, que pode ser excedida em média uma vez em 50 anos, a 10 m sobre o nível do terreno em lugar aberto e plano.

Com a velocidade V_0 , as dimensões da edificação e a topografia da região onde essa será construída, devem ser elaborados os cálculos dos esforços atuantes do vento na cobertura. A ABNT NBR 15575-5 – Anexo J apresenta um roteiro de cálculo, com fatores determinantes da pressão de vento no telhado como a rugosidade do terreno, cota dos obstáculos, geometria do telhado e ângulo de incidência dos ventos.

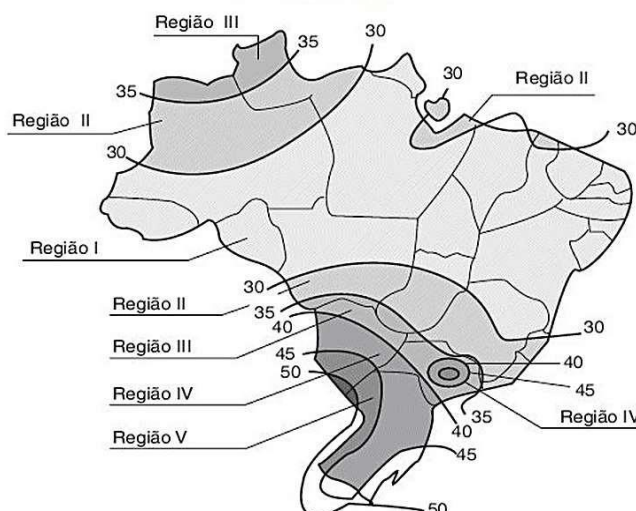


Figura 5 – Gráfico das isopletas com a velocidade básica do vento “ V_0 ”, em m/s, conforme a ABNT NBR 6123

2.2. Restrições de uso

Esta FAD não se aplica a sistemas de cobertura compostos por telhas de outro tipo que não a portuguesa.

A estrutura do telhado deverá ser em madeira, com espaçamento entre estrutura secundária do forro de 81 cm. A estrutura transversal auxiliar (estrutura primária do forro) deverá ter um espaçamento máximo de 50 cm.

A avaliação do desempenho estrutural quanto aos Estados-Limites Últimos e ao Estados-Limites de Serviço não é contemplada nesta FAD. Para cada aplicação deve haver memorial de cálculo da estrutural com essa avaliação feito conforme a ABNT NBR 7190, considerando as ações variáveis e permanentes conforme a ABNT NBR 6120 e as ações de vento conforme a ABNT NBR 6123 e ABNT NBR 15575-5

O material de PVC utilizado deverá ser rígido e destinado ao uso em forro, conforme norma específica. Esta FAD não contempla perfil em PVC com espessura diferente a 7mm.

3. CARACTERIZAÇÃO DOS COMPONENTES, ELEMENTOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS

3.1. Telhas cerâmicas

As telhas cerâmicas do tipo portuguesa são caracterizadas pela ABNT NBR 15310 como compostas de encaixe e essas deverão atender aos requisitos apresentados na Tabela 1. Cuidados à respeito da execução do beiral, espigão, rincão e arremates deverão ser apresentados em projeto e detalhados em memorial descritivo do sistema, bem como os procedimentos de instalação e manutenção.

Tabela 1 – Requisitos para telha cerâmica (conforme ABNT NBR 15310)

Requisitos NBR 15310	Critérios
Características geométricas: 4.6.2; 4.8 e 5.2	Tolerância na fabricação (Largura, Comprimento e Posição do pino): $\pm 2\%$ das dimensões do projeto da telha; Altura do pino (Hp): 7 mm (telhas prensadas) Rendimento médio (Rm): $\pm 4\%$ do especificado no projeto da telha Galga mínima (G_{min}): de acordo com o projeto da telha Retilidade: $\leq 1\%$ do comprimento efetivo Planaridade: ≤ 5 mm
Propriedades mecânicas 5.5	Carga de ruptura à flexão: a carga na ruptura deve ser menor que 1300 N
Características físicas 5.1; 5.3 e 5.4	Impermeabilidade: a telha não deve apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo, porém, tolerado o aparecimento de manchas de umidade.
	Massa: A massa da telha seca não deve ser superior a 6% do valor declarado no projeto do modelo de telha.
	Absorção de água: o limite máximo admissível é 20%.

3.2. Perfil de PVC rígido para forros

Os perfis de PVC rígido para forros são caracterizados pela ABNT NBR 14285 e esses deverão atender aos requisitos apresentados na Tabela 2. Cuidados a respeito da execução da fixação,

distância máxima entre as peças que compõem a estrutura primária, distância máxima entre as peças que compõem a estrutura secundária e a montagem deverão ser apresentados em projeto e detalhados em memorial descritivo do sistema, bem como os procedimentos de instalação e manutenção.

Tabela 2 – Requisitos para perfil de PVC para forros (conforme ABNT NBR 14285)

Requisitos	Critérios
Ausência de estabilizantes à base de chumbo	A ausência de estabilizante a base de chumbo é verificada através de ensaio qualitativo – fluorescência de raios X, cujos limites de detecção do equipamento são de <0,010% e de >0,13%. Os resultados de ensaios <0,010% são considerados de aprovação. No caso de resultados >0,13%, faz-se a análise quantitativa e o limite máximo aceitável é de 0,1%
Estabilidade dimensional	Variação longitudinal: ≤ 1,8%
Resistência ao impacto	Energia média de ruptura: ≥ 9 J
Estabilidade de aspecto ao calor	Exame visual: sem bolhas, sem fissuras e sem desagregação
Planicidade	Variação: ≤ 0,6 mm
Desvio de linearidade	Desvio médio: ≤ 1,5 mm/m
Transmitância luminosa	Transmitância luminosa: ≤ 2%
Dióxido de titânio	Teor de dióxido de titânio: ≥ 1,8%
Marcação	Todos perfis de PVC para forros devem ter marcação legível e indelével, permitindo identificar: marca ou identificação do fabricante, número da norma (ABNT NBR 14285) e data de fabricação (mês e ano).

3.3. Requisitos para o sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas do tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido de 7 mm de espessura

O sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas do tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido de 7 mm de espessura deverá cumprir os requisitos e critérios estabelecidos na ABNT NBR 15575-5. A Tabela 3 apresenta uma síntese dos requisitos a serem cumpridos por um sistema de cobertura.

Tabela 3 – Requisitos para avaliação do desempenho de sistemas de cobertura conforme ABNT NBR 15575-5

Requisitos	Critérios	Métodos de avaliação
Desempenho estrutural	Risco de arrancamento pelo vento (item 7.1.2): sob a ação do vento, calculada conforme ABNT NBR 6123, não pode ocorrer remoção ou danos de componentes do sistema de cobertura sujeitos a esforços de sucção.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo L
	Possibilitar a fixação de luminárias e outras cargas de ocupação: Os forros devem suportar a ação da carga vertical correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração no mínimo igual a 3,0. Para carga de serviço limita-se a ocorrência de falhas e o deslocamento a L/600, com valor máximo admissível de 5 mm, onde L é o vão do forro. A carga mínima de uso é de 30N.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo B
	Resistência ao impacto (item 7.5.1): sob a ação de impactos de corpo duro, o telhado não pode sofrer ruptura ou traspassamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0 J. É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem a perda de estanqueidade do telhado.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo C
Resistência e deformabilidade (item 7.1)		
Solicitações em forros (item 7.4)		
Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados (item 7.5)		

Segurança contra incêndio	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento (item 8.2)	Avaliação da reação ao fogo da face interna do sistema de cobertura das edificações (item 8.2.1): a face interna do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II-A ou III-A, de acordo com a ABNT NBR 9442.	ABNT NBR 9442
		Avaliação da reação ao fogo da face externa do sistema de cobertura das edificações (item 8.2.2): a face externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II ou III, de acordo com a ABNT NBR 9442.	ABNT NBR 9442
	Resistência ao fogo do sistema de cobertura (item 8.3)	Avaliação da resistência ao fogo do sistema de cobertura (item 8.3.1): A resistência ao fogo da estrutura do Sistema de Cobertura deve atender aos requisitos da ABNT NBR 14432, considerando um valor mínimo de 30 minutos.	ABNT NBR 5628 ou ABNT NBR 14432
Segurança no uso e na	Manutenção e operação (item 9.2)	Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura (item 9.2.4): telhados e lajes de cobertura devem propiciar o caminhamento de pessoas, em operações de montagem, manutenção ou instalação, suportando carga vertical concentrada maior ou igual a 1,2 kN nas posições indicadas em projeto e no manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras falhas.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo G
Habitabilidade	Estanqueidade (item 10)	Impermeabilidade (item 10.1): o sistema de cobertura não pode apresentar escoamento, gotejamento de água ou gotas aderentes. Aceita-se o aparecimento de manchas de umidade, desde que restritas a no máximo 35% da área das telhas.	ABNT NBR 7581-2, 8.2
		Estanqueidade do sistema de cobertura (item 10.2): durante a vida útil do sistema de cobertura, não pode ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento.	ABNT NBR 15575-5 – Anexo D
	Desempenho térmico (item 11)	Transmitância térmica (item 11.2): A cobertura da unidade habitacional deve reunir características que indiquem o atendimento de desempenho térmico mínimo. Este critério estabelece o valor de referência para o parâmetro de transmitância térmica de coberturas.	ABNT NBR 15220-2

A Tabela 4 apresenta os prazos de Vida Útil de Projeto (VUP) estabelecidos em norma, tanto para a estrutura como para diversos elementos da edificação, e a Tabela 5 os prazos de Vida Útil de Projeto (VUP) para vedação interna.

Tabela 4 – Vida Útil de Projeto (VUP)

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

Tabela 5 – Exemplos de VUP conforme o Anexo C da ABNT NBR 15575-1

Parte da edificação	Exemplo	VUP (anos)		
		M	I	S
Cobertura	Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos	≥ 20	≥ 25	≥ 30
	Telhamento	≥ 13	≥ 17	≥ 20
	Calhas de beiral e coletores de águas pluviais aparentes, subcoberturas facilmente substituíveis	≥ 4	≥ 5	≥ 6
	Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	≥ 8	≥ 10	≥ 12
Revestimento interno não aderido	Revestimentos de pisos: têxteis, laminados ou elevados; lambris; forros falsos.	≥ 8	≥ 10	≥ 12

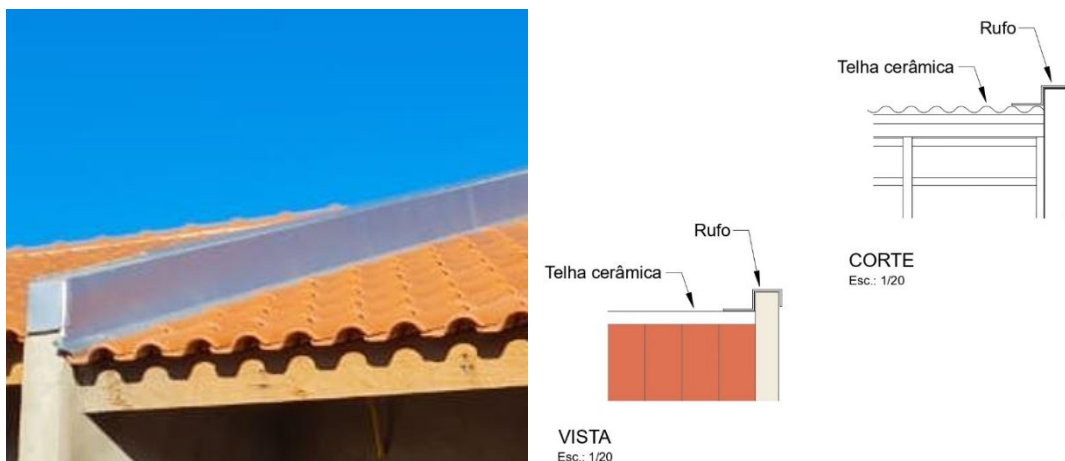
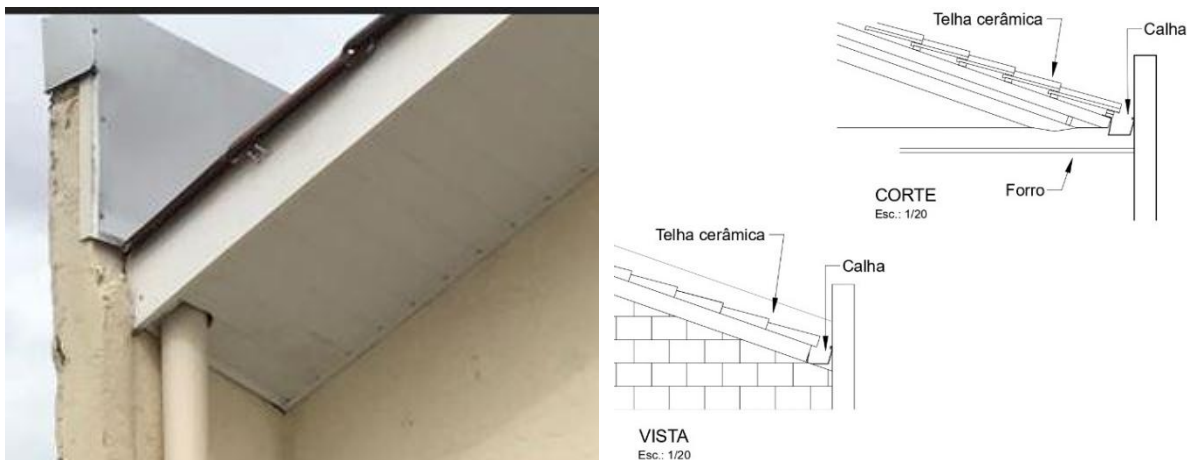
4. CONSIDERAÇÕES DE PROJETO E EXECUÇÃO

Para o uso do sistema construtivo, o sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas tipo portuguesa deverá ter uma inclinação de 35%; as telhas da cumeeira deverão ser fixadas com argamassa; para o caminhamento sobre o telhado deverá ser utilizado tabuas sobre as telhas e nunca caminhar diretamente sobre as peças cerâmicas; e a distância entre as ripas e caibros conforme projeto específico.

Demais detalhes são apresentados abaixo:

Arremates e encontro com paredes:

Cuidados adicionais devem ser observados em etapa de projeto, sendo os pontos onde o telhado encontra uma parede previsto uma proteção utilizando calhas e rufos metálicos de forma a garantir a estanqueidade do telhado, conforme Figura 6 e Figura 7.



Cumeeira:

No topo do telhado deve ser utilizada uma peça cerâmica chamada cumeeira (Figura 8). A cumeeira tem por finalidade unir as telhas do topo de telhados com 2 ou mais águas e sua colocação não pode permitir a passagem de água pluvial.

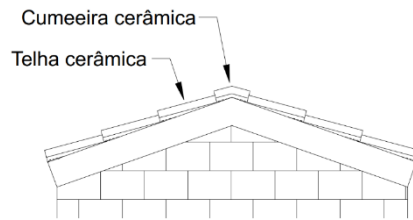


Figura 8 – Vista identificando a cumeeira de cerâmica

Beiral

Cuidados deverão ser tomados na execução do beiral, sendo que a primeira fiada de telhas deverá ser apoiada sobre testeira ou sobre uma ripa com altura suficiente para garantir a inclinação do telhado, conforme especificada nesta FAD e apresentado na Figura 9.

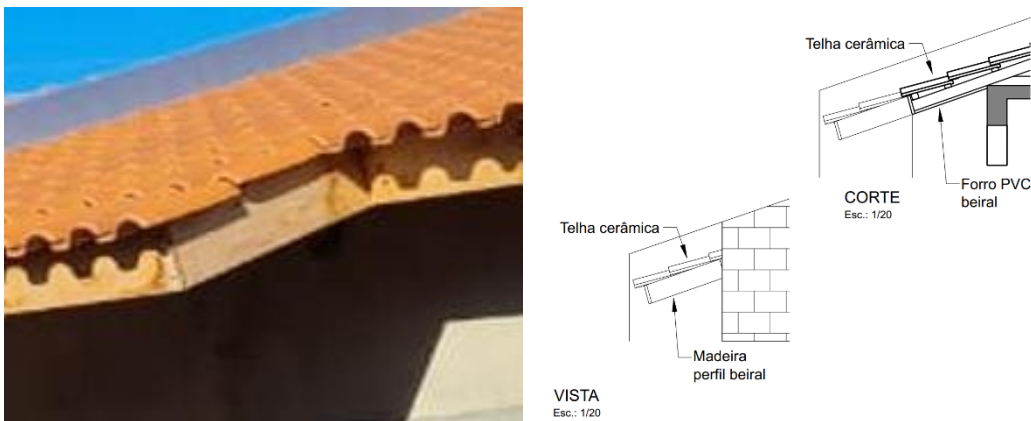


Figura 9 – Vista e corte identificando o beiral

Instalação dos perfis de PVC rígido para forros

A norma ABNT NBR 14285-3 apresenta procedimentos e requisitos para a instalação dos perfis de PVC rígido para forros, sendo que este procedimento ainda deve atender as instruções existentes no manual do fabricante.

5. DESEMPENHO DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Para a avaliação do sistema de cobertura com telhado constituído de telhas cerâmicas tipo portuguesa e forros de perfis de PVC rígido, foi considerada a montagem com as características mais críticas.

Ressalta-se que as telhas utilizadas na montagem dos telhados devem ser aprovadas em todos os requisitos constantes na ABNT NBR 15310, conforme Tabela 1, e os perfis de PVC rígido para forros utilizados na montagem do sistema de cobertura foram aprovados em todos os requisitos constantes na ABNT 14285, conforme Tabela 2. Os resultados obtidos para os ensaios relacionados na Tabela 3 estão apresentados nos subitens a seguir.

5.1. Desempenho estrutural

5.1.1. Solicitação em forros

O método aplicado no ensaio é proposto pela ABNT NBR 15575-5, a qual especifica, no Anexo B, que os forros devem suportar a ação da carga vertical correspondente ao objeto que se pretende

fixar. A carga mínima de uso é de 30 N. Além dos critérios de resistência mecânica, há a necessidade de avaliar os deslocamentos do forro, as quais não podem superar 5 mm ou L/600, onde L é o vão do forro. O ponto de avaliação deve representar o local da instalação e objetos, conforme projeto de forro. A instrumentação de ensaio é representada na Figura 10.



Figura 10 – Aplicação da carga de ensaio e medição dos deslocamentos

5.1.2. Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados: Resistência ao impacto

Conforme prescrições da ABNT NBR 15575-5, no item 7.5 são expressos os requisitos de avaliação e procedimento de ensaio para sistemas de cobertura. O sistema é posto sob a ação de impactos de corpo duro com o uso de uma esfera metálica de massa equivalente a 65,6 g. O Anexo C da norma expressa a necessidade de aplicação de diferentes energias, sendo elas apresentadas na Tabela 6. O revestimento (telhas) não deve sofrer ruptura ou traspassamento em face da aplicação de impacto com energia igual a 1,0 J. É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem perda de estanqueidade do telhado.

Tabela 6 – Alturas e energias para o ensaio de impacto de corpo-duro

Percursor de impacto	m (g)	H (m)	E (J)
Corpo-duro (esfera metálica)	65,6	1,50	1,0
		2,30	1,5
		3,80	2,5

Fonte: ABNT NBR 15575-5:2013 (Anexo C).

A Figura 11 apresenta os pontos de impacto selecionados para as energias nas telhas analisadas.

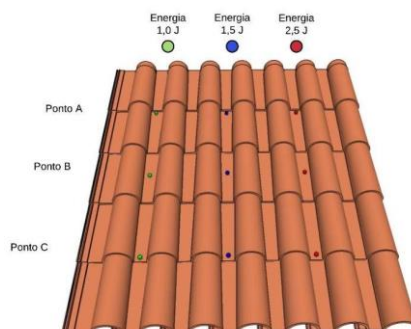


Figura 11 – Pontos e energias de aplicação de impacto de corpo duro nas telhas

5.2. Segurança contra incêndio

5.2.1. Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento

A superfície inferior das coberturas e subcoberturas, ambas as superfícies de forros, ambas as superfícies de materiais isolantes térmicos e absorventes acústicos e outros incorporados ao sistema de cobertura do lado interno da edificação devem classificar-se como I, II A ou III A, de acordo com a Tabela 7 ou 8. No caso de cozinhas, a classificação deve ser I ou II A.

Tabela 7 – Classificação dos materiais tendo como base o método BS EN 13823

Classe	Método de ensaio		
	ISO 1182	BS EN 13823	ISO 11925-2 (exp. = 30s)
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{s}$	--	--
II A	Combustível	FIGRA $\leq 120\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo de prova THR600 $\leq 7,5\text{ MJ}$ SMOGRA $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	Fs $\leq 150\text{ mm}$ em 60s
III A	Combustível	FIGRA $\leq 250\text{ W/s}$ LFS < canto do corpo de prova THR600 $\leq 15\text{ MJ}$ SMOGRA $\leq 180\text{ m}^2/\text{s}^2$ e TSP600s $\leq 200\text{ m}^2$	Fs $\leq 150\text{ mm}$ em 60s

A face externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II ou III, conforme Tabela 8

Tabela 8 – Classificação dos materiais tendo como base o método NBR 9442

Classe	Método de ensaio	
	ISO 1182	ABNT NBR 9442
I	Incombustível $\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$; $\Delta m \leq 50\%$; $t_f \leq 10\text{s}$	--
II	Combustível	$l_p \leq 25$
III	Combustível	$25 \leq l_p \leq 75$

5.2.2. Resistência ao fogo do sistema de cobertura

A resistência ao fogo é comprovada em ensaios realizados conforme a ABNT NBR 5628.

A comprovação do atendimento ao critério pode também ser feita por meio de avaliação técnica, atendendo aos requisitos da ABNT NBR 14432, ou com base em resultados de ensaios de tipo previamente realizados, ou por métodos analíticos segundo as ABNT NBR 15200 (para estruturas de concreto) ou ABNT NBR 14323 (para estruturas de aço ou mistas de aço e concreto).

5.3. Segurança no uso e na operação

Os métodos aplicados nos ensaios dos elementos são regidos pela ABNT NBR 15575-5, a qual especifica, no item 9.2.4, que os sistemas de cobertura devem proporcionar resistência ao caminhamento devido às operações de instalação ou manutenção.

Nesse ensaio os elementos constituintes do sistema de cobertura devem ser submetidos a uma carga concentrada maior ou igual a 1,2 kN no seu centro geométrico. O posicionamento da carga é ilustrado na Figura 12 e a amostra não deve apresentar ruptura, fissuras, deslizamentos ou outras

falhas. Caso isto ocorra, o elemento não estará em conformidade com os critérios da ABNT NBR 15575-5.

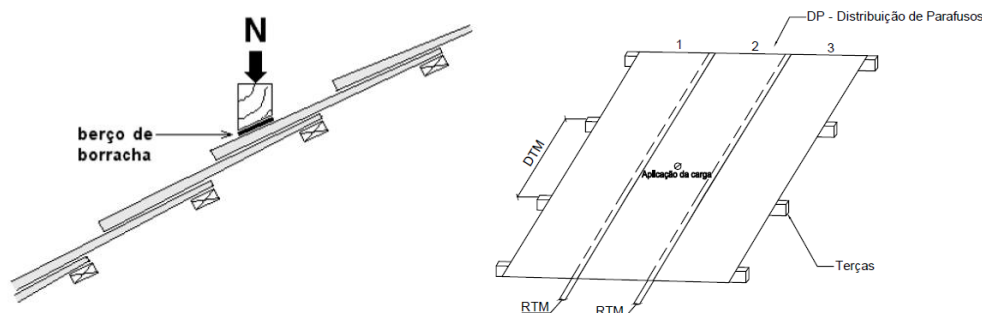


Figura 12 – Carga concentrada transmitida com o auxílio de cutelo de madeira e berço de borracha

5.4. Estanqueidade à água

Este ensaio é realizado de acordo com o Anexo D da ABNT NBR 15575-5 – Determinação da estanqueidade à água do SC – Método de ensaio, o qual verifica a estanqueidade à água de uma amostra com tamanho normalizado, representando fielmente o sistema de cobertura, quando submetida a uma determinada vazão de água e, dependendo da Região, sob uma diferença estática de pressão. Após a instalação do sistema, é aspergida água a uma vazão de 4 L/min/m² durante 30 minutos. Após esse período, aplica-se a pressão de 10 Pa por um período de 5 minutos. Incrementa-se a pressão de 10 em 10 Pa até atingir 50 Pa. Ao longo do ensaio, verifica-se a existência de vazamentos, escorrimentos ou manchas de umidade nas faces das telhas opostas à aspensão de água. A câmara utilizada para o ensaio é ilustrada na Figura 13.

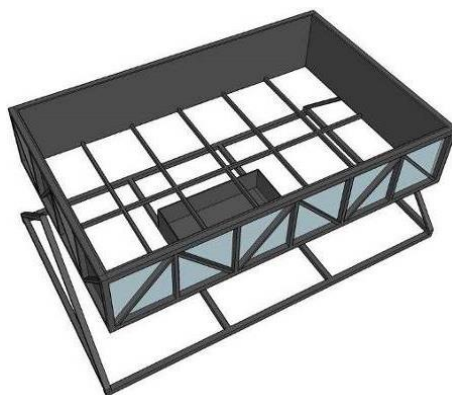


Figura 13 – Desenho esquemático da câmara de estanqueidade de telhado

Durante a vida útil do projeto do sistema de cobertura, não pode ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escorrimento ou gotejamento, considerando-se as condições de exposição indicadas na Tabela 9 e Figura 5.

Tabela 9 – Condições de ensaio de estanqueidade de telhados

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

5.5. Desempenho térmico

A determinação das propriedades térmicas é realizada através de cálculos, seguindo os procedimentos descritos na ABNT NBR 15220-2:2022, através das equações:

$$R_t = \sum (e_i / \lambda_i) \quad \text{e} \quad R_T = R_{si} + R_t + R_{se}$$

Onde: R_t : resistência térmica do componente ($m^2.K/W$); e_i : espessura de cada camada de material (m); λ_i : condutividade térmica do material ($W/m.K$); R_T : resistência térmica total ($m^2.K/W$); R_{si} : resistência superficial interna ($(m^2.K/W)$); R_{se} : resistência superficial externa ($(m^2.K/W)$).

$$U = 1 / R_T$$

Onde: U : transmitância térmica ($W/(m^2.K)$); R_T : resistência térmica total ($m^2.K/W$).

As coberturas dos APP devem possuir valor de transmitância térmica (U_{cob}) igual ou inferior ao valor de referência, de acordo com a Tabela 10

Tabela 10 – Transmitância térmica de referência para coberturas

Transmitância térmica de coberturas (U_{cob}) $W/(m^2.K)$				
Zonas bioclimáticas 1 e 2	Zonas Bioclimáticas 3 a 6		Zonas Bioclimáticas 7 e 8	
$U_{cob} \leq 2,3$	$\alpha_{cob} \leq 0,6$	$\alpha_{cob} > 0,6$	$\alpha_{cob} \leq 0,4$	$\alpha_{cob} > 0,4$
	$U_{cob} \leq 2,3$	$U_{cob} \leq 1,5$	$U_{cob} \leq 2,3.FT$	$U_{cob} \leq 1,5.FT$

Unidades habitacionais com APP que adotarem valores de transmitância térmica de coberturas que ultrapassam os limites desta Tabela deve ser avaliadas por meio do procedimento de simulação computacional, estabelecido na ABNT NBR 15575-1, 11.4

O fator de correção da transmitância (FT) é descrito pela equação:

$$FT = 1,17 - 1,07 \times h^{-1,04}$$

Sendo o "h" a altura para ventilação na cobertura, conforme Figura 14.

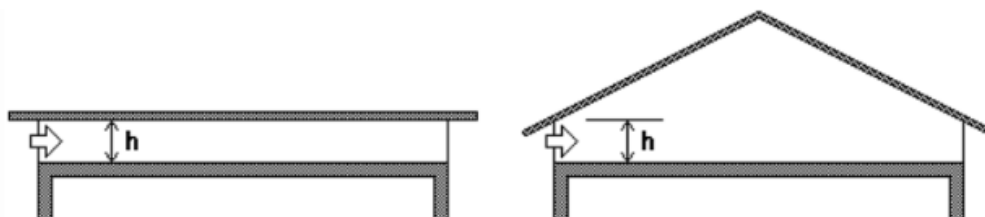


Figura 14 – Altura da cobertura (h) (ABNT NBR 15575-5)

6. RESUMO DAS AVALIAÇÕES DE DESEMPENHO

A Tabela 11 apresenta o resumo da avaliação das telhas cerâmicas, de acordo com a ABNT NBR 15310, a Tabela 12 apresenta o resumo da avaliação dos perfis de PVC rígido para forros, de acordo com a ABNT NBR 14285, e a Tabela 13 o resumo da avaliação do sistema de cobertura com relação à ABNT NBR 15575-5.

Tabela 11 – Avaliação da telha cerâmica tipo portuguesa

Requisitos	Critérios	Atendimento à ABNT NBR 15310
Características geométricas	<p>Tolerância na fabricação (Largura, Comprimento e Posição do pino): $\pm 2\%$ das dimensões do projeto da telha;</p> <p>Altura do pino (Hp): 7 mm (telhas prensadas)</p> <p>Rendimento médio (Rm): $\pm 4\%$ do especificado no projetada telha</p> <p>Galga mínima (G_{min}): de acordo com o projeto da telha</p> <p>Retilidade: $\leq 1\%$ do comprimento efetivo</p> <p>Planaridade: ≤ 5 mm</p>	Atende
Propriedades mecânicas	Carga de ruptura à flexão: a carga na ruptura deve ser menor que 1300 N	Atende
Características físicas	Impermeabilidade: a telha não deve apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo, porém, tolerado o aparecimento de manchas de umidade.	Atende
	Massa: A massa da telha seca não deve ser superior a 6% do valor declarado no projeto do modelo de telha.	Atende
	Absorção de água: o limite máximo admissível é 20%.	Atende

Tabela 12 – Avaliação do perfil de PVC para forros

Requisitos	Critérios	Atendimento à ABNT NBR 14285
Ausência de estabilizantes à base de chumbo	A ausência de estabilizante a base de chumbo é verificada através de ensaio qualitativo - fluorescência de raios X, cujos limites de detecção do equipamento são de $<0,010\%$ e de $>0,13\%$. Os resultados de ensaios $<0,010\%$ são considerados de aprovação. No caso de resultados $>0,13\%$, faz-se a análise quantitativa e o limite máximo aceitável é de 0,1%	Atende conforme atestado de qualificação apresentado pelo PSQ de perfis de PVC pra forros, para as marcas comerciais "PLASBIL" E "VERSATI", gerido por AFAPPVC e Tesis, emitido em 02/12/2021 e válido até 01/03/2022
Estabilidade dimensional	Varição longitudinal: $\leq 1,8\%$	
Resistência ao impacto	Energia média de ruptura: ≥ 9 J	
Estabilidade de aspecto ao calor	Exame visual: sem bolhas, sem fissuras e sem desagregação	
Planicidade	Varição: $\leq 0,6$ mm	
Desvio de linearidade	Desvio médio: $\leq 1,5$ mm/m	
Transmitância luminosa	Transmitância luminosa: $\leq 2\%$	
Dióxido de titânio	Teor de dióxido de titânio: $\geq 1,8\%$	
Marcação	Todas os perfis de PVC para forros devem ter marcação legível e indelével, permitindo identificar: marca ou identificação do fabricante, número da norma (ABNT NBR 14285) e data de fabricação (mês e ano).	

Tabela 13 – Avaliação do sistema de cobertura

Requisitos		Critérios e método	Atendimento a NBR 15575	Referência
Desempenho estrutural	Resistência e deformabilidade (item 7.1)	Risco de arrancamento pelo vento (item 7.1.2): ABNT NBR 15575-5 – Anexo L.	Aplicável a estrutura	--
	Solicitações em forros (item 7.4)	Possibilitar a fixação de luminárias e outras cargas de ocupação: ABNT NBR15575-5 – Anexo B.	Atende	UNISINOS 3026a/2019
	Ação do granizo e outras cargas acidentais em telhados (item 7.5)	Resistência ao impacto (item 7.5.1): ABNT NBR15575-5 – Anexo C.	Atende	UNISINOS 2919/2019
Segurança contra incêndio	Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento (item 8.2)	Avaliação da reação ao fogo da face interna do sistema de cobertura das edificações (item 8.2.1): ISO 1182, ABNT NBR 9442 e ASTM E662.	Atende II-A	IPT 1 061 543-203
		Avaliação da reação ao fogo da face externa do sistema de cobertura das edificações (item 8.2.2): ISO 1182 e ABNT NBR 9442.	Atende Incombustível	IT 10/2018 Item 10
	Resistência ao fogo do sistema de cobertura (item 8.3)	Avaliação da resistência ao fogo do sistema de cobertura (item 8.3.1): ABNT NBR 5628 ou ABNT NBR 14432.	Aplicável a estrutura	--
Segurança	Manutenção e operação (item 9.2)	Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura: ABNT NBR15575-5 – Anexo G.	Atende	UNISINOS 2919/2019
Habitabilidade	Estanqueidade (item 10)	Impermeabilidade (item 10.1): ABNT NBR 7581-2, 8.2.	Não Aplicável	--
		Estanqueidade do sistema de cobertura (item 10.2): ABNT NBR 15575-5 – Anexo D.	Atende	UNISINOS 3022/2019
	Desempenho térmico (item 11)	Transmitância térmica (item 11.2): ABNT NBR 15220-2.	Atende	UNISINOS 3205/2019

7. USO E MANUTENÇÃO

Os cuidados com o sistema construtivo devem estar discriminados no manual de uso e operação, seguindo requisitos da ABNT NBR 5674.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema construtivo avaliado atende as exigências da ABNT NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho, da ABNT NBR 15310 – Componentes cerâmicos - Telhas -

Terminologia, requisitos e métodos de ensaio e da ABNT NBR 14285:2 – Perfis de PVC rígido para forros – Parte 2: Método de ensaio.

O desempenho dos perfis de PVC rígido para forros apresentado no presente documento é periodicamente apresentado por meio do Relatório Setorial elaborado no âmbito do Programa Setorial da Qualidade, onde consta a relação de Empresas Qualificadas, atualizada trimestralmente. A análise da qualificação das empresas é feita considerando os perfis de PVC rígido para forros fabricados e comercializados pelas empresas participantes do Programa, em todas as suas unidades fabris. A relação de Empresas Qualificadas pode ser acessada no site do [PBQP-H/PSQ](#).

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

9. FONTES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

9.1. Normas Técnicas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 5628**: Componentes construtivos estruturais - Determinação da resistência ao fogo. Rio de Janeiro, 2001.

____ **ABNT NBR 5674**: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

____ **ABNT NBR 6120**: Ações para o cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro, 2019.

____ **ABNT NBR 6123**: Forças devidas ao vento em edificações. Rio de Janeiro, 1988.

____ **ABNT NBR 7190**: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

____ **ABNT NBR 7581-2**: Telha ondulada de fibrocimento - Parte 2: Ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

____ **ABNT NBR 9442**: Materiais de construção - Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante. Rio de Janeiro, 2019.

____ **ABNT NBR 14285-1**: Perfis de PVC rígido para forros - Parte 1: Requisitos para cores claras. Rio de Janeiro, 2018.

____ **ABNT NBR 14285-2**: Perfis de PVC rígido para forros – Parte 2: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2018.

____ **ABNT NBR 14285-3**: Perfis de PVC rígido para forros - Parte 3: Procedimentos para estocagem, manuseio, instalação e operação. Rio de Janeiro, 2018.

____ **ABNT NBR 14323**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2013.

____ **ABNT NBR 14432**: Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

____ **ABNT NBR 15200**: Projeto de estruturas de concreto em situação de incêndio. Rio de Janeiro, 2012.

_____ **ABNT NBR 15220-2:** Desempenho térmico de edificações - Parte 2 – Componentes e elementos construtivos das edificações — Resistência e transmitância térmica — Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). Rio de Janeiro, 2022.

_____ **ABNT NBR 15310:** Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009.

_____ **ABNT NBR 15575-5:** Edificações habitacionais — Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2021.

British Standards Institution (BSI). **BS EN 13823:** Reaction to fire tests for building products - Building products excluding floorings exposed to the thermal attack by a single burning item. London, 2020.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 1182:** Reaction to fire tests for products — Non-combustibility test. Geneva, 2020.

_____ **ISO 11925:** Reaction to fire tests — Ignitability of products subjected to direct impingement of flame — Part 2: Single-flame source test. Geneva, 2020.

9.2. Documentos Técnicos (Relatórios de ensaios, laudos e outras fontes de informação)

Atestado de qualificação TESIS OCP 0109. Perfis de PVC para Forros com cores claras (branco e cinza) para a empresa Bianchini Indústria de Plásticos Ltda.

Manual de execução – Cobertura com estrutura de madeira e telhados com telhas cerâmicas – IPT, 1988.

Relatório de ensaio LABCCB 0842/18: Verificação da resistência ao impacto em telhados - ABNT NBR 15575-5:2013; Determinação da estanqueidade à água do SC - ABNT NBR 15575-5:2013; Verificação da resistência de suporte das garras de fixação ou de apoio - ABNT NBR 15575-5:2013 e Determinação da resistência ao caminhamento - ABNT NBR 15575-5:2013.

Relatório de ensaio LABCCB 843/18: Identificação da Telha Cerâmica - ABNT NBR 15.310/09; Características Visuais da Telha Cerâmica - ABNT NBR 15.310/09; Sonoridade da Telha Cerâmica - ABNT NBR 15.310/09; Determinação das Características Dimensionais - Dimensões Básicas - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Determinação das Características Dimensionais - Planaridade - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Determinação das Características Dimensionais - Retilidade - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Determinação das Características Dimensionais - Rendimento Médio - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Verificação da Impermeabilidade - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo B; Determinação da Carga de Ruptura à Flexão Simples (FR) - Flexão a Três Pontos - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo C; Determinação da Massa Seca - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo D; Determinação da Absorção D'água - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo D; Determinação da Galga Mínima - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo E.

Relatório de ensaio LABCCB 02500/19: Identificação da Telha Cerâmica - ABNT NBR 15.310/09; Características Visuais da Telha Cerâmica - ABNT NBR 15.310/09; Sonoridade da Telha Cerâmica - ABNT NBR 15.310/09; Determinação das Características Dimensionais - Dimensões Básicas - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Determinação das Características Dimensionais - Planaridade - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Determinação das Características Dimensionais - Retilidade - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Determinação das Características Dimensionais - Rendimento Médio - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo A; Verificação da Impermeabilidade - ABNT NBR 15.310/09

- Anexo B; Determinação da Carga de Ruptura à Flexão Simples (FR) - Flexão a Três Pontos - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo C; Determinação da Massa Seca - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo D; Determinação da Absorção D'água - ABNT NBR 15.310/09 - Anexo D; Verificação da resistência ao impacto em telhados - ABNT NBR 15575-5:2013; Determinação da estanqueidade à água do SC - ABNT NBR 15575-5:2013; Verificação da resistência de suporte das garras de fixação ou de apoio - ABNT NBR 15575-5:2013; Determinação da resistência ao caminhamento - ABNT NBR 15575-5:2013.

Relatório de ensaio CCB 6131/18: Determinação da resistência às cargas concentradas em sistemas de coberturas acessíveis aos usuários - ABNT NBR 15575-5:2013.

Relatório de ensaio CCB 9921/18: Verificação da estabilidade da cor de telhas e outros componentes das coberturas - ABNT NBR 15575-5:2013.

Relatório de ensaio UNISINOS 2919/2019: Determinação da resistência ao caminhamento e granizo do sistema de cobertura descrito no item 4, conforme ABNT NBR 15575-5:2013 - Edificações habitacionais — Desempenho, Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

Relatório de ensaio UNISINOS 3022/2019: Avaliar o sistema de cobertura descrito no item 4, com base no ensaio de estanqueidade à água, conforme ABNT NBR 15575-5:2013 - Edificações habitacionais — Desempenho, Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

Relatório de ensaio UNISINOS 3026a/2019: Determinação da resistência às solicitações de peças suspensas em forro descrito no item 4, conforme ABNT NBR 15575-5:2013 - Edificações habitacionais — Desempenho, Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

Relatório de ensaio UNISINOS 3170/2019: Determinação da ignitabilidade da amostra descrita no item 4, através do procedimento descrito na ISO 11925-2: 2010 - Reaction to fire tests -- Ignitability of products subjected to direct impingement of flame -- Part 2: Single-flame source test, verificando as características de (a) resistência à ignição, (b) velocidade de propagação de chamas e (c) liberação de partículas inflamáveis.

Relatório de ensaio UNISINOS 3205/2019: Determinação das propriedades térmicas e classificação de desempenho térmico da amostra descrita no item 4.