

 <p>Rua Serra da Canastra, 391, Cordeiro CEP: 50640-310 Recife/PE</p> <p>Tel: (81) 3366-6444</p> <p><a href="http://www.tecomat.com.br">www.tecomat.com.br</a></p>	<p>Produto</p> <p><b>Sistema de cobertura composto por estrutura de madeira e telhas cerâmicas compostas de encaixe modelo Romana e forro de gesso acartonado</b></p> <p>Proponente</p> <p><b>Estação 1 Construtora</b></p>	 <p><b>SINAT</b></p>
<p><b>Emissão</b></p> <p><b>Março/2020</b></p>	<p><i>Considerando a avaliação técnica coordenada pela ITA TECOMAT e a decisão dos Técnicos Especialistas, indicados conforme a Portaria nº 2.795, de 27 de novembro de 2019, do Ministério do Desenvolvimento Regional, a Coordenação de Cooperação Técnica da Secretaria Nacional de Habitação resolveu conceder à Estação 1 Construtora, para o Sistema de cobertura composto por estrutura de madeira e telhas cerâmicas compostas de encaixe modelo Romana e forro de gesso acartonado, a Ficha de Avaliação de Desempenho Nº 026. Esta decisão é restrita às condições de uso definidas para o produto.</i></p>	<p><b>FAD</b></p> <p><b>Nº 024</b></p>

Considerações adotadas na avaliação técnica do sistema de cobertura composto por estrutura de madeira, telhas cerâmicas compostas de encaixe e forro de gesso acartonado:

- Para avaliação do sistema de cobertura, foram considerados todos os requisitos da ABNT NBR 15575-5:2013 Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- Para a avaliação técnica do sistema de cobertura, foi considerado que o dimensionamento e execução da estrutura de madeira devem estar de acordo com a ABNT NBR 7190:1997 e o atendimento das telhas cerâmicas e do forro de gesso acartonado às ABNT NBR 15310:2009 e ABNT NBR 15758-2:2009, respectivamente;
- A avaliação técnica foi realizada considerando-se o emprego do sistema de cobertura em casas térreas isoladas ou geminadas;
- A avaliação técnica foi realizada considerando o sistema de cobertura com beiral e sem platibanda;
- A avaliação técnica foi realizada considerando as regiões de vento I, II e III de acordo com classificação da ABNT NBR 6123:1988/Er2:2013;
- Foi considerado, para fim de avaliação técnica, que o sistema de cobertura não será acessível ao usuário, sendo acessível apenas para manutenção, que deve ser executada por profissional habilitado e segundo a ABNT NBR 16366:2015;
- O sistema de cobertura sob análise não prevê o uso de caixa d'água apoiada ou traspassando o telhado. A caixa d'água pode ser posicionada sob o telhado, estando ela apoiada numa laje, ou em estrutura externa à edificação;
- O sistema de cobertura sob análise não prevê o uso de caixa d'água apoiada ou traspassando o telhado. A caixa d'água pode ser posicionada sob o telhado, estando ela apoiada numa laje, ou em estrutura externa à edificação. O manual de uso, operação e manutenção da edificação deverá constar como executar a manutenção da caixa d'água;
- Para efeito de avaliação técnica foi considerado o uso de telhas cerâmicas sem pigmentação, mas com acabamento em silicone incolor.

## 1. Descrição do produto

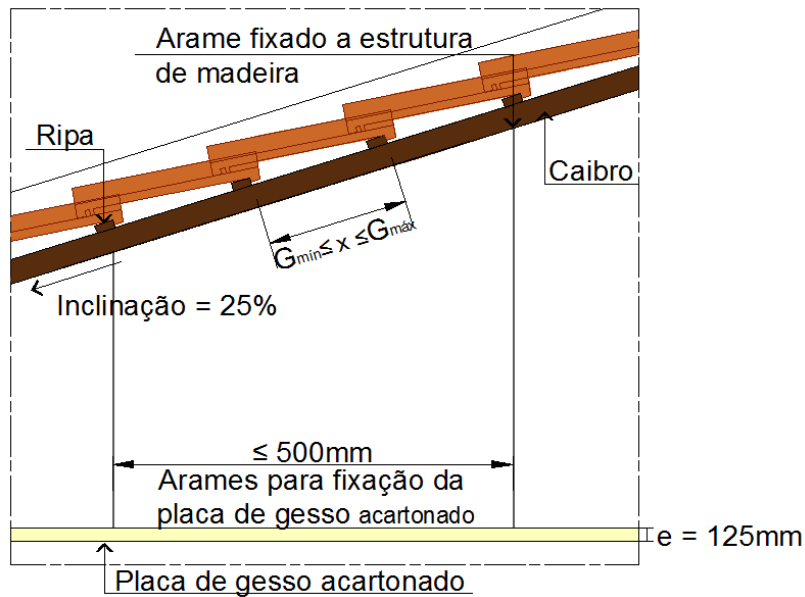


Figura 1 - Sistema de cobertura composto por telha cerâmica, estrutura de madeira e forro de gesso acartonado

**Telha cerâmica** – Telha cerâmica composta de encaixe, modelo romana, caracterizada segundo a ABNT NBR 15310:2009, contendo as seguintes características dimensionais:

- a) Largura de fabricação (L): 250mm
- b) Comprimento de fabricação (C): 410mm
- c) Espessura (e): 10mm
- d) Posição do pino ou furo de amarração ( $L_p$ ): 380mm
- e) Altura do pino ( $H_p$ ): 7mm
- f) Rendimento médio ( $R_m$ ): 15,5T/m<sup>2</sup>
- g) Galga mínima: 33,5mm

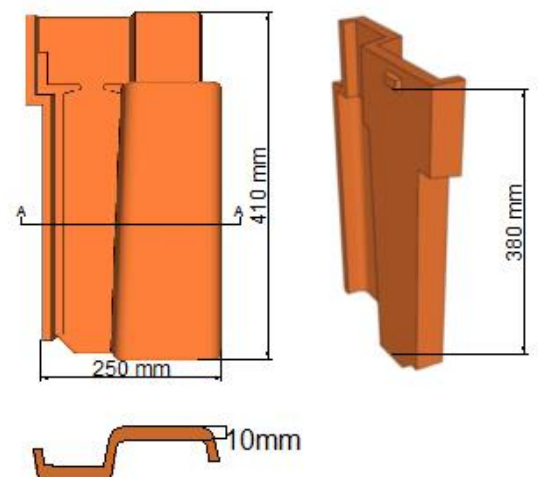


Figura 1 – Características dimensionais da Telha cerâmica, modelo Romana

**Estrutura de madeira** – Estrutura de madeira dimensionada segundo ABNT NBR 7190:1997. Com espaçamento das ripas podendo variar entre a Galga mínima e Galga máxima e o espaçamento dos caibros sendo determinado pelo projeto de estrutura.

**Forro suspenso constituído de placas de gesso acartonado** – Forro de gesso acartonado aramado composto por placas de gesso com dimensões de 200x60cm, espessura de 12.5mm, fixadas na estrutura de madeira do telhado através de arame e junção “H” galvanizado a cada 500mm. Atendendo aos requisitos da ABNT NBR 15758-2:2009.

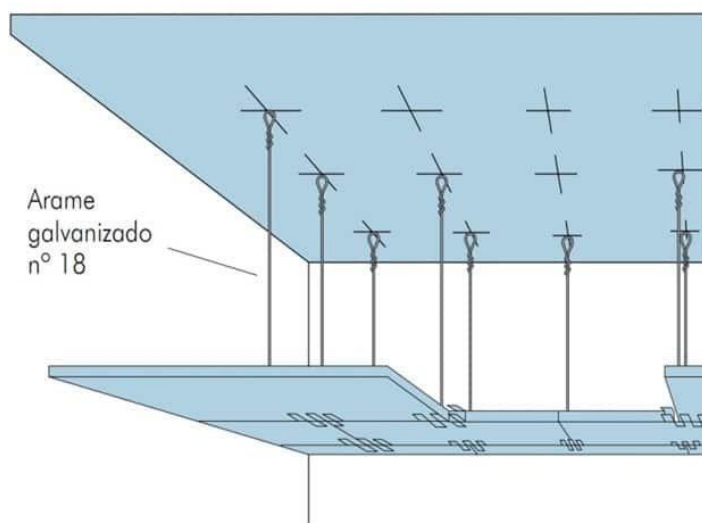


Figura 2 – Sistema de fixação de forro de gesso acartonado utilizado

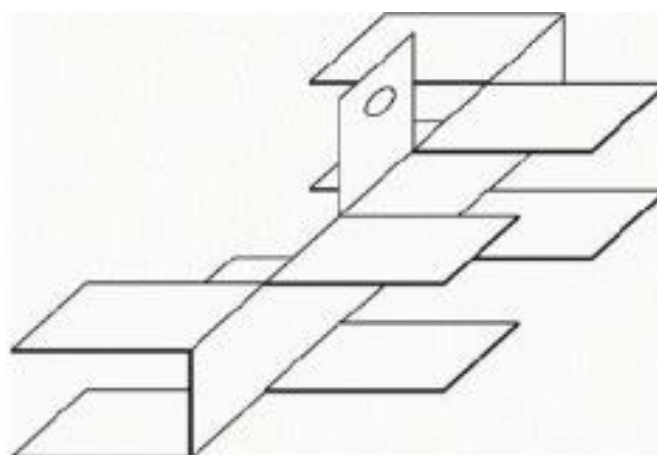


Figura 3 – Junção “H” (Fonte: ABNT NBR 15578-2 – Anexo A)

## 2. Objetivo

Essa Ficha de Avaliação de Desempenho tem por objetivo apresentar avaliação técnica aos requisitos e critérios de avaliação de sistema de cobertura composto por estrutura de madeira e telhas cerâmicas composta de encaixe, modelo romana, e forro de gesso acartonado em atendimento à norma de desempenho ABNT NBR 15575-1:2013 e ABNT NBR 15575-5:2013 Edificações habitacionais – Desempenho - Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura.

### 3. Referências Normativas

Segue a relação das normas e documentos técnicos utilizados nas avaliações:

- ABNT NBR 15575-1: 2013 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais;
- ABNT NBR 15575-2: 2013 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- ABNT NBR 15575-5: 2013 – Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas;
- ABNT NBR 15310:2009 – Componentes cerâmicos – Telhas – Terminologia, requisitos e métodos de ensaio;
- ABNT NBR 7190:1997 – Projeto de Estrutura de Madeira;
- ABNT NBR 15758-2:2009 – Sistema Construtivo em chapas de gesso para drywall – Projeto e procedimentos para sistema usados como forro;
- ABNT NBR 6123:1988 – Errata 2:2013 - Forças devido a vento em edificações;
- ABNT NBR 6122:2010 – Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 8681:2003 – Versão Corrigida:2004 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- ABNT NBR 5628:2001 – Componentes construtivos estruturais – Determinação da resistência ao fogo;
- ABNT NBR 10844:1989 – Instalações prediais de águas pluviais;
- ABNT NBR 15220-2:2005 – Errata 1:2008 – Desempenho térmico de edificações habitacionais: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações;
- ABNT NBR 15220-3:2005 – Zoneamento bioclimático brasileiro diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social;
- ABNT NBR 14432:2001 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações - Procedimento
- ABNT NBR 16366:2015 - Qualificação de pessoas para a construção civil - Perfil profissional do telhadista.
- ABNT NBR 9442:1986 – Materiais de Construção – Determinação do índice de propagação superficial de chama pelo método do painel radiante
- Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros – Anexo da Portaria INMETRO Nº 50/ 2013

## 4. Informações e dados técnicos da telha

### 4.1 Procedimento de instalações e detalhes construtivos

Para a correta instalação da telha cerâmica composta de encaixe - modelo Romana, bem como das peças complementares, deverão ser seguidas as orientações apresentadas na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Detalhes construtivos para a montagem de telhados constituídos de telha cerâmica composta de encaixe – modelo Romana

a.	Inclinação	25%
b.	Distância entre ripas	$335\text{mm} = G_{\text{mín}} \leq x \leq G_{\text{máx}} = 345\text{mm}$
c.	Distância entre caibros	Em conformidade com projeto específico
d.	Recobrimento lateral	40mm
e.	Recobrimento longitudinal mínimo	65 mm
f.	Fixação do telhado	As telhas situadas nas duas primeiras fiadas do beiral sejam fixadas à estrutura do sistema de cobertura através argamassa

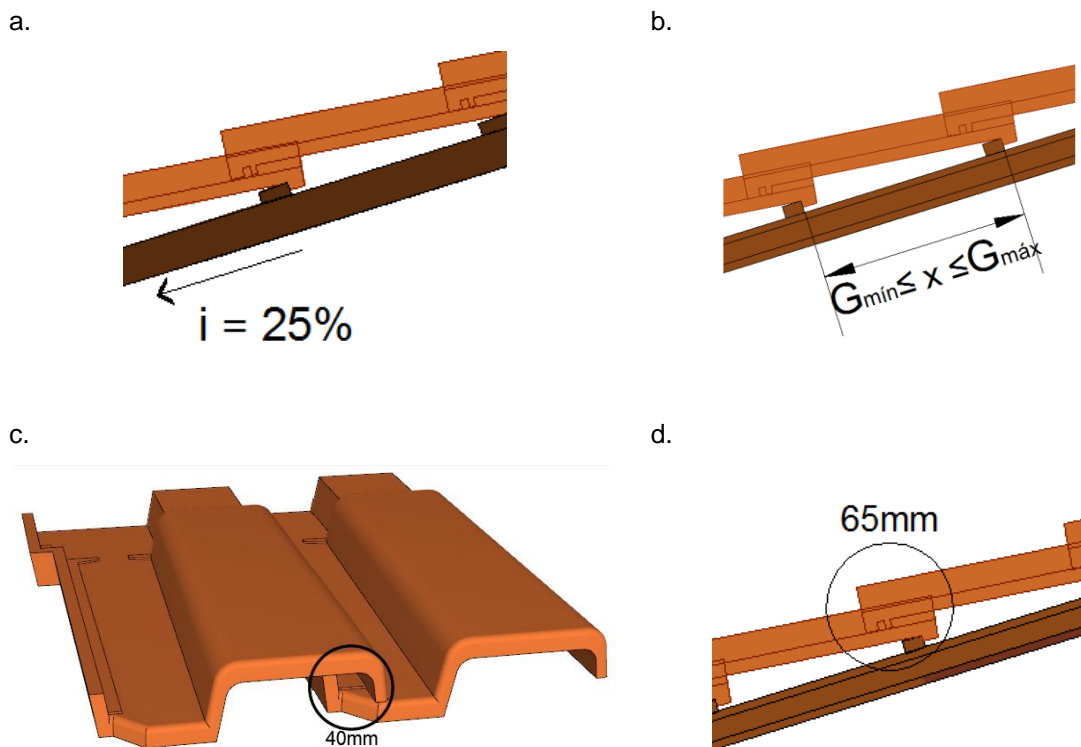


Figura 4 – Orientações para montagem do telhado

## 4.2 Caracterização da Telha Cerâmica

Tabela 2 - Caracterização da telha cerâmica, segundo ABNT NBR 15310

Requisito	Critério	Método de Avaliação	Resultado Obtido
Propriedades Mecânicas	Carga de ruptura à flexão: a carga média na ruptura deve ser $\geq 1000N$	NBR 15310 - Anexo C	1524N
Características Físicas	Verificação da Impermeabilidade = Impermeável	NBR 15310 - Anexo B	Impermeável
	Determinação de Massa Seca $\leq 2756g$	NBR 15310 - Anexo D	2581g
	Determinação de Absorção d'água $\leq 20\%$	NBR 15310 - Anexo D	14,8%

## 4.3 Procedimento detalhado de montagem do engradamento

A execução de montagem do encaixe das telhas deve seguir a sequência de instalação ilustrada abaixo. O cálculo da quantidade de telhas, peças de fixação e peças complementares deve ser realizado previamente, de acordo com as características do telhado e com as indicações contidas nas informações técnicas fornecidas pelo fabricante e projeto específico.

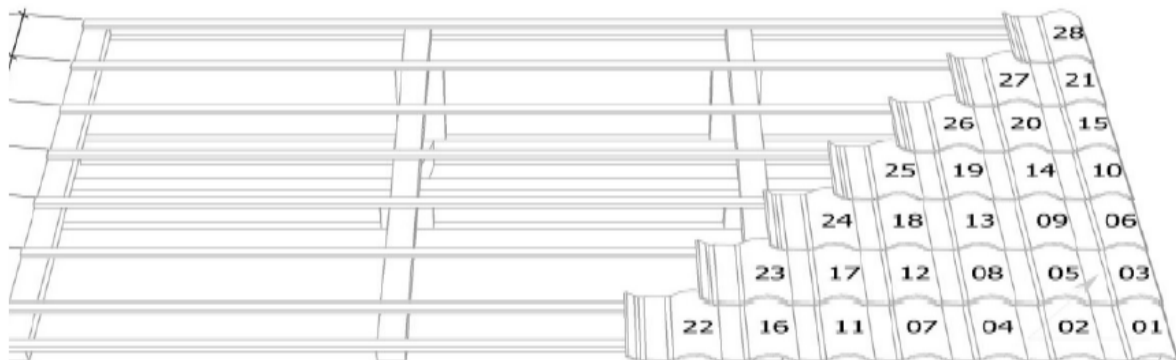


Figura 5 - Ordem de colocação das telhas

## 5. Requisitos, Critérios e métodos de avaliação de desempenho dos sistemas de cobertura

Nas tabelas 3 a 10 são apresentados requisitos, critérios e métodos de avaliação estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013 para avaliação do desempenho do sistema de cobertura.

**Tabela 3 – Requisitos de desempenho estrutural para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos		Métodos de avaliação	Critérios	
Desempenho estrutural	2.1	Estabilidade e resistência estrutural	Análise de projeto	A análise do projeto dos componentes estruturais do sistema de cobertura, estrutura de madeira, no caso, deve ser feita com base na ABNT NBR 7190:1997.
	2.2	Limitação dos deslocamentos verticais	Análise de projeto	Sob ação de cargas gravitacionais, de temperatura, de vento (ABNT NBR 6123:1988/Er2:2013), recalques diferenciais das fundações (ABNT NBR 6122:2010) ou quaisquer outras solicitações passíveis de atuarem sobre a construção, conforme ABNT NBR 8681:2003, os componentes estruturais não podem apresentar deslocamentos maiores que os estabelecidos na ABNT NBR 7190:1997.
	2.3	Risco de arrancamento de componentes do Sistema de Cobertura sob ação do vento	Análise de projeto ou Ensaio em laboratório	Sob ação do vento calculada conforme ABNT NBR 6123:1988/Er2:2013 não pode ocorrer remoção ou danos de componentes do Sistema de Cobertura sujeitos a esforços de sucção. Análise das premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais seguindo exemplo de roteiro de cálculo dos esforços atuantes do vento em coberturas apresentado no Anexo J da ABNT NBR 15575-5:2013.
	2.4	Solicitações de montagem ou manutenção	Análise de projeto	A análise do projeto dos componentes estruturais do sistema de cobertura, estrutura de madeira, no caso, deve ser feita com base na ABNT NBR 7190:1997. As estruturas principal e secundária, quer sejam reticuladas ou treliçadas, devem suportar a ação de carga vertical concentrada de 1kN, aplicada na seção mais desfavorável, sem que ocorram falhas ou sem que sejam superados os seguintes limites de deslocamento (dv) em função do vão (L): Barras e treliças ( $dv \leq L/350$ ); Vigas principais e terças ( $dv \leq L/300$ ); Vigas secundárias ( $dv \leq L/180$ ).
	2.5	Solicitações dinâmicas em sistemas de coberturas e em coberturas-terraço acessíveis aos usuários	Ensaio em laboratório ou em campo	Sob a ação de corpo mole, os componentes da estrutura não podem sofrer ruptura ou instabilidade sob as ações de impacto estabelecidas na tabela 5 da ABNT NBR 15575-2:2013, sendo tolerada a ocorrência de fissuras, escamações, delaminações e outros danos em impacto de segurança, respeitando os limites para deformações instantâneas e residuais dos componentes. Os impactos de corpo mole não podem causar danos a outros componentes acoplados aos componentes sob ensaio.  O telhado não é acessível aos usuários, apenas à equipe de manutenção, portanto, a avaliação não é aplicável.
	2.6	Solicitações em forros	Ensaio em laboratório ou em campo	Os forros devem suportar a ação da carga vertical correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração 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 5mm, onde L é o vão do forro. A carga mínima de forro é 30N. O ensaio deve ser realizado de acordo com o Anexo B da ABNT NBR 15575-5:2013.
	2.7	Ação de granizo e outras cargas acidentais	Ensaio em laboratório ou em campo	Sob ação de impactos de corpo duro, o telhado não pode sofrer ruptura ou traspasse em face da aplicação de impacto de 1,0J nas telhas. É tolerada a ocorrência de falhas superficiais, como fissuras, lascamentos e outros danos, que não impliquem a perda de estanqueidade do telhado. O ensaio deve ser realizado de acordo com o Anexo C da ABNT NBR 15575-5:2013.

**Tabela 4 – Requisitos de segurança contra incêndio para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos		Métodos de avaliação	Critérios
Segurança contra incêndio	3.1	Reação ao fogo de materiais de revestimento e acabamento	Análise de projeto  A superfície inferior das coberturas e subcoberturas, ambas as superfícies dos 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 com I, IIA ou IIIA. No caso de cozinhas, a classificação deve ser I ou IIA.  A face externa do sistema de cobertura deve classificar-se como I, II ou III.
	3.2	Resistência ao fogo do Sistema de Cobertura	Análise de projeto  Estão isentas dos requisitos de resistência ao fogo as edificações térreas, exceto quando: A cobertura da edificação tiver função de piso, mesmo que seja para saída de emergência; A estrutura da edificação, a critério do responsável técnico pelo projeto estrutural, for essencial à estabilidade de um elemento de compartimentação; A edificação não tiver uso industrial, com carga de incêndio específica superior a 500MJ/m <sup>2</sup> (excluem-se desta regra os depósitos); A edificação tiver uso industrial, com carga de incêndio específica superior a 1200 MJ/m <sup>2</sup> , observados os critérios de compartimentação constantes nas normas brasileiras em vigor ou, na sua falta, regulamentos de órgãos públicos; A edificação for utilizada como depósito com a carga de incêndio específica superior a 2000 MJ/m <sup>2</sup> , observados os critérios de compartimentação constantes nas normas brasileiras em vigor ou, na sua falta, regulamentos de órgãos públicos”.

**Tabela 5 – Requisitos de segurança no uso e operação para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos		Métodos de avaliação	Critérios
Segurança no uso e operação	4.1	Integridade do sistema de cobertura	Análise de projeto e/ou Ensaio em laboratório  Sob ação do próprio peso e sobrecarga de uso, eventuais deslizamentos dos componentes não podem permitir perda de estanqueidade do Sistema de Cobertura.  Análise de premissas de projeto do sistema de cobertura, verificação e validação dos cálculos estruturais, e montagens experimentais segundo os métodos de ensaio do Anexo E da ABNT NBR 15575-5:2013.
	4.2	Manutenção e operação	Análise de projeto e/ou Ensaio em laboratório  O Sistema de Cobertura em análise não é acessível aos usuários e não prevê o uso de platibandas ou inclinação maior que 30%, dessa forma os requisitos de guarda-corpos, platibandas e segurança no trabalho em sistemas de coberturas inclinadas não são aplicáveis.  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 1,2kN nas posições indicadas em projeto e no manual do proprietário, sem apresentar ruptura, fissuras, deslizamento ou outras falhas.  Deve ser informado no Manual de Uso e Operação como será executada a manutenção da caixa d'água.  O Sistema de Cobertura em análise não prevê a utilização de componentes metálicos, portanto o requisito de aterramento de sistemas de coberturas metálicas não é aplicável.



**Tabela 6 – Requisitos de estanqueidade para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos			Métodos de avaliação	Critérios
<b>Estanqueidade de (Condições de salubridade no ambiente habitável)</b>	5.1	Impermeabilidade	Ensaio em laboratório	O sistema não pode apresentar escoamento, gotejamento de água ou gotas aderentes.
	5.2	Estanqueidade do Sistema de Cobertura	Ensaio em laboratório	Durante a vida útil de projeto do sistema de cobertura, não pode ocorrer a penetração ou infiltração de água que acarrete escoamento ou gotejamento, considerando-se as condições de exposição indicadas na ABNT NBR 15575-5:2013.  Ensaio da estanqueidade à água do Sistema de Cobertura de acordo com o método apresentado no Anexo D da ABNT NBR 15575-5:2013.
	5.3	Estanqueidade de aberturas de ventilação	Análise de projeto	O sistema de cobertura não pode permitir infiltrações de água ou gotejamentos nas regiões das aberturas de ventilação, constituídas por entradas de ar nas linhas de beiral e saídas de ar nas linhas das cumeeiras, ou de componentes de ventilação. As aberturas e saídas de ventilação não podem permitir o acesso de pequenos animais para o interior do ático ou da habitação.
	5.4	Captação e escoamento de águas pluviais	Análise de projeto	O sistema de cobertura deve ter capacidade para drenar a máxima precipitação passível de ocorrer, na região da edificação habitacional, não permitindo empoçamentos ou extravasamentos para o interior da edificação habitacional, para os áticos ou quaisquer outros locais não previstos no projeto da cobertura.
	5.5	Estanqueidade para Sistema de Cobertura impermeabilizado	Análise de projeto	Os Sistema de Cobertura impermeabilizados devem: a) no ensaio de lâmina d'água ser estanques por no mínimo 72h; b) manter a estanqueidade ao longo da vida útil de projeto do Sistema de Cobertura.

**Tabela 7 – Requisitos de desempenho térmico para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos			Métodos de avaliação	Critérios
<b>Desempenho térmico</b>	6.1	Isolamento térmico da cobertura	Método simplificado / Simulação computacional	Apresentar transmitância térmica e absorvância à radiação solar que proporcionem um desempenho térmico apropriado para cada zona bioclimática.  No caso de coberturas que não atendam a esse critério simplificado, a verificação do atendimento ou não do desempenho térmico da edificação como um todo deve ser realizada de acordo com a ABNT NBR 15575-1:2013

**Tabela 8 – Requisitos de desempenho acústico para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos			Métodos de avaliação	Critérios
<b>Desempenho acústico</b>	7.1	Isolamento de sons aéreos	Ensaio em campo	Isolamento de sons aéreos do conjunto fachada/ cobertura
	7.2	Isolamento de ruído de impacto	Ensaio de campo	Isolamento de ruído de impacto no para coberturas acessíveis de uso coletivo

**Tabela 9 – Requisitos de durabilidade e manutenibilidade para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos			Métodos de avaliação	Critérios
<b>Durabilidade e Manutenibilidade</b>	8.1	Vida útil de projeto	Análise de projeto	Demonstrar atendimento à vida útil de projeto estabelecida na ABNT NBR 15575-1:2013 Estrutura da cobertura e coletores de águas pluviais embutidos - VUP≥20anos Telhamento - VUP≥13anos Forro - VUP≥8anos
	8.2	Estabilidade da cor das telhas e outros componentes das coberturas	Ensaio em laboratório	A superfície exposta dos componentes pigmentados, coloridos na massa, pintados, esmaltados, anodizados ou qualquer outro processo de tingimento pode apresentar grau de alteração máxima de 3, após exposição acelerada durante 1600h em câmara/lâmpada com arco de xenônio.
	8.3	Manual de uso, operação e Manutenção	Análise de Manual	O manual deve ser fornecido pelo construtor ou incorporador e deve contemplar as instruções práticas para conservação do sistema de cobertura

**Tabela 10 – Requisitos de funcionalidade e acessibilidade para sistemas de cobertura, estabelecidos na ABNT NBR 15575-5:2013**

Requisitos			Métodos de avaliação	Critérios
<b>Funcionalidade e Acessibilidade</b>	9.1	-	-	O Sistema de Cobertura deve ser passível de proporcionar meios pelos quais permitam atender fácil e tecnicamente às vistorias, manutenções e instalações previstas para o projeto específico. Atende ao ensaio de caminhamento realizado conforme Anexo G da ABNT NBR 15575-5:2013

## **6. Avaliação de desempenho do sistema de cobertura composto por estrutura de madeira e telhas cerâmicas compostas de encaixe e forro de gesso acartonado**

Os ensaios e avaliações do sistema de cobertura foram realizados considerando os requisitos aplicáveis com o objetivo de verificar se o sistema de cobertura atende aos requisitos mínimos da Norma de Desempenho ABNT NBR 15575-5:2013. Os ensaios e avaliações relativos à avaliação de sistema de cobertura estão descritos a seguir.

Alguns dos critérios são considerados atendidos desde que os componentes que os compõem atendam aos critérios das respectivas normas prescritivas. Caso o fornecedor não participe do PSQ, deve-se fazer a qualificação do fornecedor antes da compra quanto ao atendimento à norma prescritiva e posteriormente no recebimento do material deverá ser comprovado a qualificação do produto através de ensaio de cada lote a ser utilizado.

## 6.1 Desempenho estrutural

### 6.1.1 Estabilidade e resistência estrutural

Atende desde que o dimensionamento e execução da estrutura de madeira sejam realizados de acordo com a ABNT NBR 7190:1997 – Projeto de estruturas de madeira, o distanciamento entre as ripas seja maior ou igual a galga mínima e menor ou igual a galga máxima da telha.

### 6.1.2 Limitação dos deslocamentos verticais

Atende desde que o dimensionamento e execução da estrutura de madeira sejam de acordo com a ABNT NBR 7190:1997 – Projeto de Estrutura de Madeira.

### 6.1.3 Risco de arrancamento de componentes do Sistema de Cobertura sob ação do vento

O relatório MEMORIAL.CALCULO.E1120.18\_RCARVALHO\_RAVENNA.REV1, relata que foi realizada análise do projeto considerando as regiões de vento I, II e III, de acordo com o Anexo J da ABNT NBR 15575-5:2013, comprovando o atendimento ao requisito desde que:

- As telhas situadas no beiral sejam fixadas à estrutura do sistema de cobertura através de argamassa no caso de edificações localizadas na região de vento I, II ou III, conforme Figura 6, e quando a inclinação do telhado for 25%;

Na Figura 6 são apresentadas as velocidades básicas máximas de vento ( $V_0$ ) nas cinco regiões brasileiras: Região I ( $V_0=30\text{m/s}$ ); Região II ( $V_0=35\text{m/s}$ ); Região III ( $V_0=40\text{m/s}$ ); Região IV ( $V_0=45\text{m/s}$ ) e Região V ( $V_0=50\text{m/s}$ )

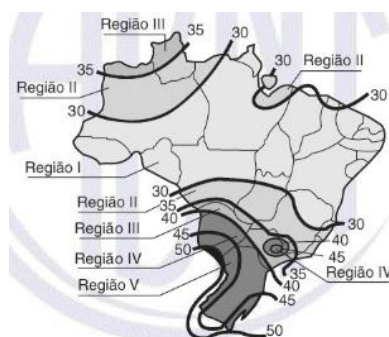


Figura 6 – Gráfico das isopletas da velocidade básica do vento, “ $V_0$ ”, em metros por segundo, no Brasil (ABNT NBR 6123:1988/Er2:2013)

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

### 6.1.4 Solicitação de montagem e manutenção

Atende desde que a estrutura madeira seja dimensionada seguindo premissas da ABNT NBR 7190:1997, que as telhas atendam à ABNT NBR 15310:2009 e que o cálculo estrutural considere a aplicação de carga vertical concentrada de 1kN aplicada na seção mais desfavorável das estrutura principal e secundária, sem que sejam superados os seguintes limites de deslocamento ( $dv$ ) em função do vão ( $L$ ): Barras e treliças ( $dv \leq L/350$ ); Vigas principais e terças ( $dv \leq L/300$ ); Vigas secundárias ( $dv \leq L/180$ ).

### 6.1.5 Solicitações dinâmicas em sistemas de coberturas e em coberturas-terraço acessíveis aos usuários

Requisito não é aplicável. Para efeito desta avaliação técnica, foi considerado que o sistema de cobertura não é acessível aos usuários.

### 6.1.6 Solicitações em forros

O relatório de ensaio RLT.TCN-373.19-00 (TECOMAT), relata que foram realizados ensaios em campo de acordo com o Anexo B da ABNT NBR 15575-5:2013, em placas de gesso acartonado com dimensão de 200x60cm e espessura de 12.5mm, fixadas na estrutura de madeira do telhado através de arame e junção “H” galvanizado a cada 500mm.

A Tabela 11 apresenta os resultados obtidos em ensaio realizados em campo. A Figura 7 apresenta imagem da execução do ensaio.

**Tabela 11 - Critério e avaliação – Resistência de peças fixadas em forro**

Ordem	Tempo (min.)	Carga aplicada (Kg)	Critério de desempenho	Ocorrência / Observação	Avaliação
1	10	1,50	Suportar a carga vertical correspondente ao objeto que se pretende fixar, adotando-se coeficiente de majoração $\geq 3,0$ . 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.	D = 0,06mm $\leq$ 5,00 (OK)	Atende ao mínimo normativo
2	10	3,00		D = 0,11mm $\leq$ 5,00 (OK)	
3	10	4,50		Não foi verificada a ruptura ou falência do forro. Após a retirada do carregamento a deformação foi retomada.	
4	10	6,00			
5	10	7,50			
6	10	9,00			
Ensaio: Resistência de peças fixadas em forro de gesso acartonado (12,5mm de espessura)				<p style="text-align: center;"><b>Atende</b></p> <p style="text-align: center;"><b>A deformação do forro foi inferior ao deslocamento máximo permitido no carregamento de 3,00kg (carga de serviço)</b></p>	



**Figura 7 - Realização do ensaio de resistência de peças fixadas em forro de gesso acartonado**

Dessa forma, o sistema de cobertura atende desde que as placas de gesso acartonado utilizados atendam aos requisitos da ABNT NBR 15758-2:2009, tenham espessura  $e \geq 12,5\text{mm}$  e espaçamento de perfis de sustentação com 500mm.



Figura 8 – Sistema de fixação do forro de gesso acartonado

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

O relatório de ensaio N°04532-19 (CCB)., relata que foi realizado ensaio em campo de acordo com o Anexo C da ABNT NBR 15575-5:2013, que demonstra o atendimento ao critério de resistência a impactos de corpo duro em telhados em nível mínimo de desempenho.



Telhas após Impacto de 1J, 1,5J e 2,5J.

Figura 9 – Execução do ensaio de ação de granizo e outras cargas acidentais em telhados

## 6.2 Segurança contra incêndio

### 6.2.1 Reação ao fogo dos materiais de revestimento e acabamento

Segundo a ABNT NBR 15575-5:2013, a superfície inferior das coberturas e subcoberturas, ambas as superfícies de forros 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 1 ou 2 da própria ABNT NBR 15575-5:2013, conforme método de avaliação previsto. No caso de cozinhas, a classificação deve ser I ou II A.

As placas de gesso acartonado têm classificação de reação ao fogo II A, conforme pode ser verificado nos relatórios N°897 652 e N°897 653 emitidos pelo IPT, ou seja, atendem ao requisito de reação ao fogo para todos os ambientes da edificação, inclusive a cozinhas.

### 6.2.2 Resistência ao fogo do Sistema de Cobertura

Como a unidade residencial avaliada não se enquadra nas exceções listadas no item d do Anexo A da ABNT NBR 14432:2001, está isenta da análise deste requisito.

## 6.3 Segurança no uso e operação

### 6.3.1 Integridade do sistema de cobertura

Foi realizado ensaio de verificação da resistência de suporte das garras de fixação ou de apoio, conforme método preconizado Anexo E da ABNT NBR 15575-5:2013, sendo os resultados apresentados no relatório de ensaio N°04532-19 (CCB).

A Figura 10, abaixo, apresenta a evidência fotográfica para o ensaio de suporte das garras de fixação.



Figura 10 – Execução do ensaio de fixação de garra

A Tabela 12 apresenta os resultados de suporte de garra de fixação das telhas.

Tabela 12 – Resultados de fixação

Amostras	Escorregamento	Aparecimento de fissura na nervura
1	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
2	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
3	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
4	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
5	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
6	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
7	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
8	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência
9	Não houve ocorrência	Não houve ocorrência

## 6.3.2 Manutenção e operação

### 6.3.2.1 Guarda-corpo em coberturas acessíveis aos usuários

O Sistema de Cobertura em análise não prevê guarda-corpo, dessa forma o requisito não é aplicável.

### 6.3.2.2 Segurança no trabalho em sistemas de coberturas inclinadas

O Sistema de Cobertura em análise não prevê declividade superior a 30%, dessa forma o requisito não é aplicável.

### 6.3.2.3 Possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura

O relatório de ensaio N°05169-19 rev01 (CCB) relata que foi realizado ensaio de possibilidade de caminhamento de pessoas sobre o sistema de cobertura em laboratório, de acordo com o Anexo G da ABNT NBR 15575-5:2013. O ensaio constitui em submeter o sistema de cobertura a uma carga concentrada maior ou igual a 1,2 KN no seu centro geométrico. O posicionamento da carga e realização do ensaio estão ilustrados na e a amostra não deve apresentar ruptura, fissura, deslizamento ou outras falhas.

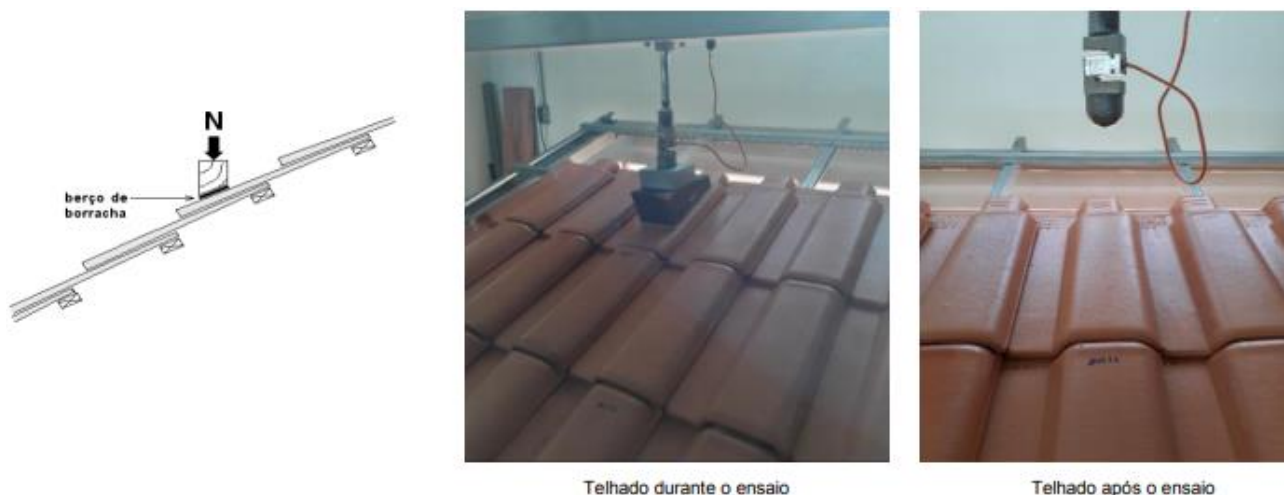


Figura 11 – Realização do ensaio de caminhamento

Após o descarregamento da carga máxima (1,2 KN), não foi identificada deformação residual na telha ou na estrutura analisada. Sendo assim, apresentando atendimento satisfatório.

## 6.4 Estanqueidade

### 6.4.1 Impermeabilidade

Foi analisado o relatório de ensaio N°04532-19 (CCB) de ensaio de amostras de telha composta de encaixe modelo Romana, sem acabamento e com acabamento se silicone incolor em atendimento ao critério de impermeabilidade da ABNT NBR 15310:2009. Esse ensaio demonstra o atendimento, contudo o critério deve ser comprovado para cada fornecedor e lote específico, conforme orientação da ABNT NBR 15310:2009.

**Tabela 13 - Resultados do ensaio de impermeabilidade**

CP	Gotas precipitadas na superfície do espelho	Status
01	Não	Impermeável
02	Não	Impermeável
03	Não	Impermeável
04	Não	Impermeável
05	Não	Impermeável
06	Não	Impermeável

#### 6.4.2 Estanqueidade

O relatório de ensaio N°04532-19 (CCB) relata que foi realizado ensaio de estanqueidade no sistema de cobertura em laboratório, de acordo com o Anexo D da ABNT NBR 15575-5:2013, considerando uma declividade de 25%.



**Figura 12 – Face superior e inferior do painel de telhas após o ensaio**

Os resultados do ensaio, apresentados na Tabela 14, demonstram atendimento para este requisito considerando seu uso em todas as regiões de vento (regiões I, II, III, IV e V) definidas no mapa de isopleias da ABNT NBR 6123:1988/Er2:2013.

**Tabela 14 – Resultados de ensaio de estanqueidade à água**

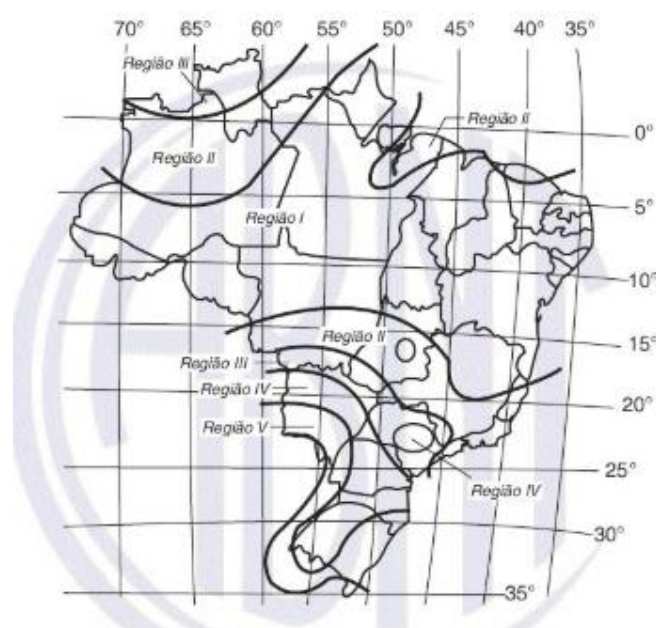
Pressão de ensaio (Pa)	Tempo de aplicação	Observação
0	30 minutos	Sem ocorrências
10	5 minutos	Sem ocorrências
20	5 minutos	Sem ocorrências
30	5 minutos	Sem ocorrências
40	5 minutos	Sem ocorrências
50	5 minutos	Sem ocorrências



As condições de ensaio de estanqueidade de telhados apresentada na ABNT NBR 15575-5:2013 e o mapa das isopletas definindo as regiões do Brasil conforme a ABNT NBR 6123:1988/Er2:2013 são apresentadas na Tabela 15 e Figura 13 a seguir.

**Tabela 15 – Condições de ensaio de estanqueidade de telhados**

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



**Figura 13 – Condições de exposição de acordo com as regiões do Brasil (ABNT NBR 6123:1988/Er2:2013)**

### 6.4.3 Estanqueidade de aberturas de ventilação

Não aplicável. Caso o projeto preveja aberturas, há a necessidade de análises específicas complementares.

### 6.4.4 Captação e escoamento de águas pluviais

Não aplicável, critério válido apenas quando da avaliação de telhados com dispositivos de captação de águas.

### 6.4.5 Estanqueidade para Sistema de Cobertura impermeabilizado

O Sistema de Cobertura sob avaliação não é impermeabilizado, portanto, o requisito não é aplicável.

## 6.5 Desempenho térmico

### 6.5.1 Isolamento térmico da cobertura

O método aplicável para a avaliação do desempenho térmico de um sistema de cobertura (sem levar em consideração as características do projeto específico) é o procedimento 1 – Simplificado - prescrito na ABNT

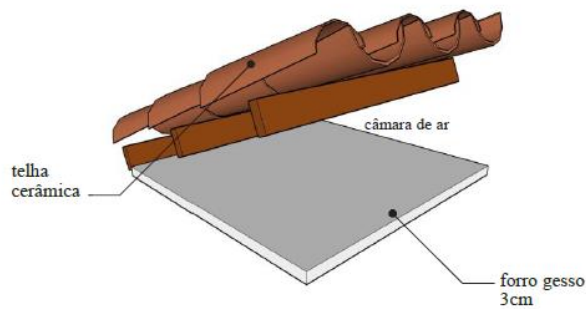
NBR 15575-5:2013. O principal parâmetro de avaliação do desempenho térmico do procedimento simplificado é a transmitância térmica(U), conforme apresentado na Tabela 16.

**Tabela 16 - Critérios de coberturas quanto à transmitância térmica – M (Fonte: ABNT NBR 15575-5:2013)**

Transmitância térmica (U) W/m <sup>2</sup> K				
Zonas 1 e 2	Zonas 3 a 6		Zonas 7 e 8	
U ≤ 2,30	α ≤ 0,6	α > 0,6	α ≤ 0,4	α > 0,4
	U ≤ 2,3	U ≤ 1,5	U ≤ 2,3 FT	U ≤ 1,5 FT

α é absorptância à radiação solar da superfície externa da cobertura.  
 NOTA O fator de correção da transmitância (FT) é estabelecido na ABNT NBR 15220-3.

Segundo o Anexo Geral V Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros – Anexo da Portaria INMETRO nº 50/2013, a transmitância térmica (U) do sistema de cobertura sob avaliação é 1,94W/(m<sup>2</sup>.K), para espessura do forro de gesso de 3cm, conforme apresentado na Figura 14.



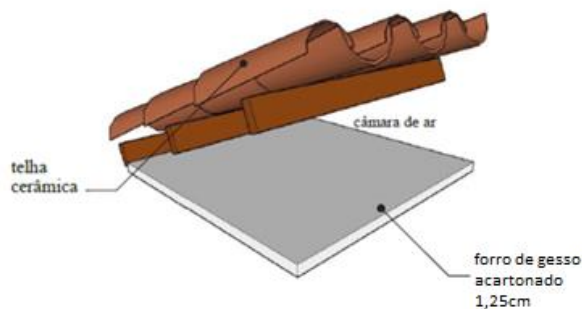
Descrição:

Forro gesso (3,0cm)  
 Câmara de ar (> 5,0 cm)  
 Telha cerâmica (1cm)

U [W/(m <sup>2</sup> K)]	C <sub>T</sub> [kJ/m <sup>2</sup> K]
1,94	37

**Figura 14 - Propriedades térmicas do sistema de cobertura (Fonte: Anexo Geral V – Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes, Coberturas e Vidros – Anexo da Portaria INMETRO Nº 50/ 2013)**

Quando realizado cálculo de transmitância, utilizando o sistema de cobertura avaliado considerando o forro de gesso acartonado com 1,2cm de espessura, encontra-se o resultado de 2,1 W/(m<sup>2</sup>.K), transmitância levemente maior à do exemplo do Anexo Geral V do INMETRO, o que representa um pior desempenho térmico. O detalhe esquemático, a Transmitância (U) e Capacidade térmica (C<sub>T</sub>) do sistema de cobertura sob análise é apresentado na Figura 15.



Descrição:

Forro de gesso acartonado (1,25 cm)  
 Câmara de ar (>5,0cm)  
 Telha cerâmica (1,0cm)

U W/(m <sup>2</sup> .K)	C <sub>T</sub> KJ/m <sup>2</sup> .K
2,1	27,8

**Figura 15 - Propriedades térmicas do sistema de cobertura objeto da FAD**

Com  $U=2,1W/(m^2.K)$  e considerando que a absorvância ( $\alpha$ ) da telha cerâmica está entre 0,75 e 0,80, conforme referenciado na ABNT NBR 15220-2:2005, o sistema de cobertura sob avaliação atende ao nível de desempenho mínimo para as zonas bioclimáticas 1 e 2, contudo, não atende aos critérios para as Zonas Bioclimáticas de 3 a 8, mesmo considerando qualquer variação no fator de correção da transmitância (FT). Isto posto, conclui-se que, para o uso do sistema de cobertura sob análise nas zonas bioclimáticas 3 a 8, há a necessidade de avaliação de cada projeto específico através de simulação computacional. Para as zonas bioclimáticas 1 e 2 o Sistema de Cobertura atende ao nível mínimo de desempenho pelo método simplificado. Ressalta-se que se deve também avaliar a região de vento na qual a habitação está inserida, tendo em vista que esta análise é restrita à região de vento I ( $V_0=30m/s$ ). As propriedades térmicas dos componentes do sistema de cobertura a serem consideradas na simulação computacional devem, preferencialmente, ser disponibilizadas pelos fornecedores. Caso tais propriedades não sejam disponibilizadas, deve-se utilizar valores de referência da NBR 15220-2 (ABNT, 2008).

## 6.6 Desempenho acústico

### 6.6.1 Isolamento de sons aéreos

Requisito válido para edificação como um todo. Não sendo aplicável para o sistema de cobertura isolado.

### 6.6.2 Isolamento de ruído de impacto

Não aplicável para o Sistema de Cobertura sob avaliação.

## 6.7 Durabilidade e manutenibilidade

### 6.7.1 Vida útil de projeto

7. Atende às respectivas Normas brasileiras, que por sua vez estabelecem as exigências para o desempenho e a durabilidade dos produtos, frente às considerações sobre VUP contidas na ABNT NBR 15575-1:2013 e apresentadas na

Tabela 17 a seguir.

Tabela 17 – Vida útil de projeto (VUP) mínima

Parte da edificação	Elemento	VUP Mínima anos
Cobertura	Estrutura da cobertura	$\geq 20$
	Telhamento	$\geq 13$
	Calhas de beirais e coletores de águas pluviais aparentes facilmente substituíveis	$\geq 4$
	Rufos, calhas internas e demais complementos (de ventilação, iluminação, vedação)	$\geq 8$

Revestimento Interno não aderido	Forros	≥8
----------------------------------	--------	----

### **7.1.1 Estabilidade de cor das telhas e outros componentes do Sistema de Cobertura**

Requisito não aplicável, considerando o uso de telhas cerâmicas sem pigmentação ou tratamento superficial. No caso de telhas pigmentadas ou esmaltadas, o desempenho deve ser comprovado através de ensaio.

### **7.1.2 Manual de Uso, Operação e Manutenção**

O manual deve ser fornecido pelo construtor ou incorporador e deve contemplar as instruções práticas para conservação do sistema de cobertura de acordo com as premissas da ABNT NBR 14037:2011.

## **7.2 Funcionalidade e Acessibilidade**

O Sistema de Cobertura deve ser passível de proporcionar meios pelos quais permitam atender fácil e tecnicamente às vistorias, manutenções e instalações previstas para o projeto específico.

Atende ao ensaio de caminhamento realizado conforme Anexo G da ABNT NBR 15575-5:2013 e presente no item 5.3.2.3 deste documento.

## **8. Considerações Finais**

Devem ser observados os Manuais Técnicos do fabricante de telha e do forro de gesso acartonado.

É recomendado que sejam utilizados produtos de fornecedores que sejam qualificados pelo PSQ (Programa Setorial da Qualidade).

O sistema de cobertura na tipologia avaliada atende às exigências da ABNT NBR 15575-5 Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas (ABNT, 2013), desde que:

- O dimensionamento e execução da estrutura de madeira sejam executadas de acordo com a ABNT NBR 7190:1997 – Projeto de Estruturas de Madeira;
- As telhas cerâmicas atendam aos requisitos e critérios da ABNT NBR 15310:2009;
- O forro de gesso acartonado atenda aos requisitos e critérios da ABNT NBR 15758-2:2009;
- O forro seja instalado com espaçamento entre os elementos de fixação iguais ou menores que os especificados na figura 1, deste documento.

Serão necessárias comprovações de desempenho específicos para os seguintes requisitos:

- Desempenho térmico: há a necessidade de avaliação de cada projeto específico através de simulação computacional;
- Desempenho acústico: O desempenho acústico do conjunto fachada + cobertura deve ser comprovado através de ensaio realizado em campo, pelo método de engenharia preconizado na ABNT NBR 15575-4:2013, para cada projeto específico.

## 9. Fontes de Informação

DOCUMENTO	FUNÇÃO	NORMA TÉCNICA
RELATÓRIO DE ENSAIO Nº04532-19 rev01 (CCB)	Relatório de ensaios de caracterização das telhas cerâmicas	ABNT NBR 15310:2009
	Relatório de ensaio de estanqueidade à água do sistema de cobertura	ABNT NBR 15575-5:2013 (ANEXO D)
	Relatório de ensaio de verificação da resistência de suporte das garras de fixação ou de apoio	ABNT NBR 15575-5:2013 (ANEXO E)
	Relatório de ensaio de resistência a ação de granizo e outras cargas acidentais	ABNT NBR 15575-5:2013 (ANEXO C)
RELATÓRIO DE ENSAIO Nº05169-19 rev01 (CCB)	Relatório de ensaio de verificação da resistência ao caminhamento	ABNT NBR 15575-5:2013 (Item 9.2.4)
1286 projeto	Projeto de Telha	ABNT NBR 15310:2009
RCR-PE-ARQ-009-FORGES-R01-a	Projeto de Forro	-
RELATÓRIO DE ENSAIO RLT.TCN-374.19-00 (TECOMAT)	Relatório de ensaio de resistência a ação de granizo e outras cargas acidentais	ABNT NBR 15575-5:2013 (ANEXO C)
RELATÓRIO DE ENSAIO RLT.TCN-373.19-00 (TECOMAT)	Relatório de ensaio de Solicitação em forro	ABNT NBR 15575-5:2013 (ANEXO B)
MEMORIAL.CALCULO.E1120.18 _RCARVALHO_RAVENNA..REV2	Relatório de análise do risco de arrancamento de componentes do sistema de cobertura sob ação do vento	ABNT NBR 15575-5:2013 (ANEXO J)