



Prefeitura Municipal de Belo
Horizonte – PBH

Secretaria Municipal de Obras e
Infraestrutura – SMOBI

Superintendência de
Desenvolvimento da Capital –
SUDECAP

Diretoria de Planejamento e
Controle de Empreendimentos –
DPLC-SD

Departamento Informações e
Procedimentos Técnicos –
DPIT-SD

Gerência de Normas e Padrões
Técnicos – GENPA-SD

CADERNO DE ENCARGOS SUDECAP

Este documento faz parte do
Caderno de Encargos SUDECAP
disponível no Portal PBH.

São reservados à Prefeitura
Municipal de Belo Horizonte todos
os direitos autorais. Desde que o
documento seja referenciado, é
permitida a reprodução do seu
conteúdo. A violação dos direitos
autorais sujeita os responsáveis às
sanções cíveis, administrativas e
criminais previstas da legislação.

CAPÍTULO 8

COBERTURAS, FORROS E CALHAS

4ª EDIÇÃO

PUBLICAÇÃO: 30/07/2018

VERSÃO ATUALIZADA: 31/07/2025

SUMÁRIO

8	COBERTURAS, FORROS E CALHAS	2
8.1	OBJETIVO	2
8.2	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES	2
8.3	CONDIÇÕES GERAIS	3
8.4	COBERTURA EM TELHA	9
8.5	FORRO	18
8.6	CALHAS, CONDUTORES, RUFOS E CONTRA RUFOS.....	22
8.7	REFERÊNCIAS	24



8 COBERTURAS, FORROS E CALHAS

8.1 OBJETIVO

Este item do Caderno de Encargos SUDECAP tem como objetivo determinar as diretrizes básicas para execução dos serviços relativos ao engradamento, coberturas, forros e calhas.

8.2 LEGISLAÇÃO APLICÁVEL, NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

NBR 6120/19 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações

NBR 6123/23 - Forças devido ao vento em edificações

NBR 6627/81 - Pregos comuns e arestas de aço para madeiras

NBR 7190/22 - Projeto de estruturas de madeira. Todas as partes

NBR 7196/20 - Telhas de fibrocimento sem amianto - Execução de coberturas e fechamentos laterais

NBR 7203/82 - Madeira serrada e beneficiada

NBR 7397/16 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Determinação da massa do revestimento por unidade de área

NBR 7398/15 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da aderência do revestimento

NBR 7399/15 - Produto de aço ou ferro fundido revestido de zinco por imersão a quente - Verificação da espessura do revestimento por processo não-destrutivo

NBR 7400/15 - Galvanização de produtos de aço e ferro fundido por imersão a quente - Verificação da uniformidade do revestimento - Método de ensaio

NBR 7581-1/14 - Telha ondulada de fibrocimento - Parte 1: Classificação e requisitos

NBR 8681/03 - Ações e segurança nas estruturas

NBR 8800/24 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edificações

NBR 10844/89 - Instalações Prediais de Águas Pluviais

NBR 12775/18 - Placas lisas de gesso para forro - Determinação das dimensões e propriedades físicas - método de ensaio

NBR 14285/18 - Perfil de PVC rígido para forros. Todas as partes

NBR 14331/09 - Alumínio e suas ligas - chapas corrugadas (telhas)

NBR 14513/22 - Telhas de aço de seção ondulada e trapezoidal - Requisitos

NBR 14715-1/21 - Chapas de gesso para Drywall - parte 1: Requisitos

NBR 15210-1/23 - Telhas onduladas e peças complementares de fibrocimento sem amianto - Parte 1: classificação e requisitos

NBR 15310/09 - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio

NBR 15575-5/21 - Edificações habitacionais - Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas

NBR 15636/08 - Folhas de alumínio e suas ligas - Barreiras de radiação térmica para uso em edificações - Instalação

NBR 15758-2/09 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem parte 2: Requisitos para sistemas usados como forros

NBR 16382/15 - Placas de gesso para forro - Requisitos

NBR 16373/15 - Telhas e painéis termoacústico - requisitos de desempenho

NBR 16591/17 - Execução de forro autoportante com placas de gesso - Procedimento

NR-35 - Norma Regulamentadora 35 (NR-35)

8.3 CONDIÇÕES GERAIS

Conforme a NR-18 devem ser observados os seguintes itens:

- No serviço em telhados e coberturas que excedam 2 m (dois metros) de altura com risco de queda de pessoas, aplica-se o disposto na NR-35;
- É proibida a realização de trabalho ou atividades em telhados ou coberturas:
 - Sobre superfícies instáveis ou que não possuam resistência estrutural;
 - Sobre superfícies escorregadias;
 - Sob chuva, ventos fortes ou condições climáticas adversas;
 - Sobre fornos ou qualquer outro equipamento do qual haja emissão de gases provenientes de processos industriais, devendo o equipamento ser previamente desligado ou serem adotadas medidas de prevenção no caso da impossibilidade do desligamento;
 - Com a concentração de cargas em um mesmo ponto sobre telhado ou cobertura, exceto se autorizada por profissional legalmente habilitado.

8.3.1 Definições

A seguir são descritas definições dos elementos que compõem os sistemas de cobertura, estrutura de madeira e estrutura metálica. A Figura 1 apresenta imagem ilustrativa de um sistema de cobertura com as suas designações.

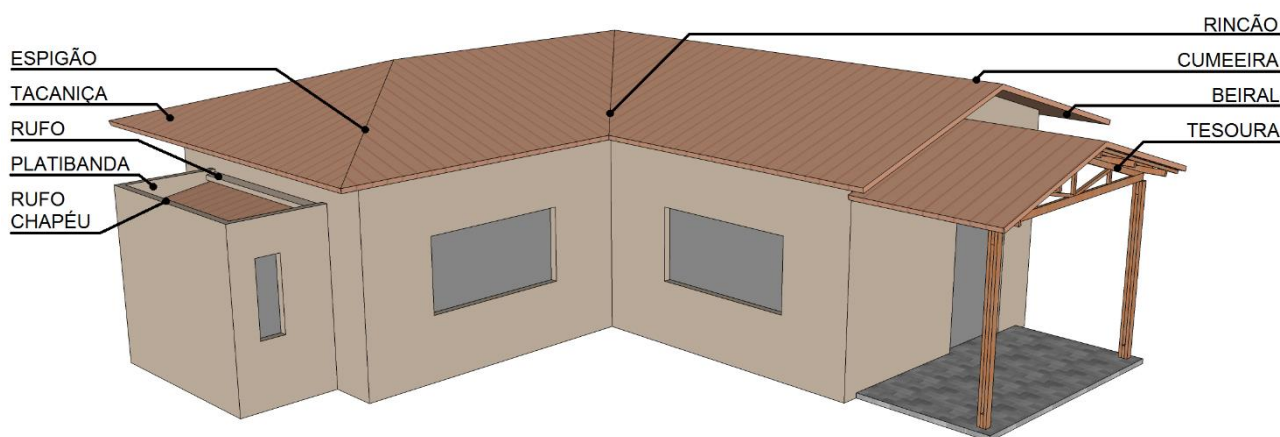


Figura 1 - Designações da cobertura. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 30/07/2018.

8.3.1.1 Sistemas de cobertura

- Água
 - Cada um dos planos inclinados que constituem um telhado.
- Água-mestra
 - Água principal de maior área, geralmente trapezoidal, existente em telhados de três ou quatro águas.
- Área desenvolvida
 - Área real de uma cobertura (verdadeira grandeza), medida em plano inclinado. Difere-se da área de projeção da cobertura, na vista em planta de projeto.
- Calha
 - Coletor horizontal de águas pluviais, localizado ao longo do perímetro da cobertura e/ou no encontro de duas águas de um telhado.
- Calha de água furtada
 - Calha instalada na linha de rincão da cobertura.
- Calha de beiral

- Calha instalada na linha de beiral da cobertura.
- Condutor vertical
 - Tubulação vertical destinada a recolher a água de calhas, coberturas, terraços e similares, conduzindo-a até a parte inferior da edificação.
- Condutor horizontal
 - Tubulação horizontal destinada a recolher as águas pluviais, levando-as até o local de sua destinação específica (tubulação enterrada, sarjeta, reservatório etc.).
- Engradamento
 - Conjunto de elementos destinados a dar sustentação às telhas de uma cobertura.
- Pingadeira
 - Acabamento externo de proteção que desvia a água das chuvas, impedindo que ela escorregue ao longo das paredes da fachada.
- Rufo
 - Peça ou sistema de concordância para encontro da cobertura com uma parede, recobrimo a fiada superior ou extrema das telhas, protegendo contra águas de chuva ou infiltrações. Pode ser horizontal ou inclinado, geralmente em chapa metálica. Podem ser internos ou externos, e encontra-se também as denominações: rufo de capa, rufo pingadeira (sobrepostos a muros e paredes).
- Terça
 - Viga apoiada nas pernas de duas tesouras, destinada a transmitir o peso da trama, a solidarizar as tesouras e a apoiar os caibros.
- Tesoura
 - Estrutura de madeira, metal, concreto armado ou mista, situada num plano vertical, tendo as extremidades repousando nas paredes perimetrais da edificação ou sobre apoio isolado (Figura 2).

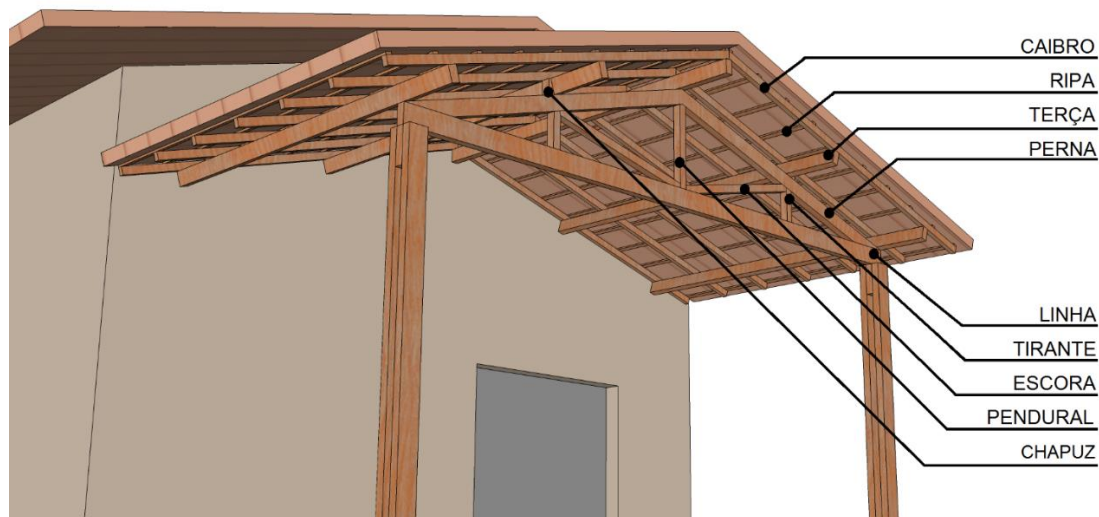


Figura 2 - Designações de elementos da cobertura. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 30/07/2018.

8.3.1.2 Estrutura de madeira

- Abraçadeira
 - Peça metálica que reforça a junção das pernas com as linhas, nas tesouras de madeira. Elemento exclusivamente construtivo, não devendo ser considerado no cálculo das ligações.
- Beiral
 - Parte da cobertura saliente do prumo da parede.

- Caibro
 - Peça de madeira de seção retangular. Apoia-se na cumeeira, terças e contra frechal. Peça onde são pregadas as ripas.
- Calço
 - Peça de madeira que serve para apertar, segurar ou levantar uma peça. Peça de madeira de pequenas dimensões utilizada para nivelar peças de um telhado ou pisos. Popularmente é chamada de pestana.
- Cavalete
 - É a estrutura de apoio de telhados feita em madeira, assentada diretamente sobre laje.
- Chapuz
 - Peça de madeira triangular fixada nas pernas das tesouras, ao lado das terças, para evitar que estas sofram reviramento ou escorregamento.
- Contra frechal
 - Viga de madeira assentada na extremidade da tesoura.
- Contra rufo
 - Tipo de rufo instalado nas junções das calhas e platibandas, reforçando a barreira contra infiltrações nestes pontos.
- Cumeeira
 - Peça mais alta da cobertura, é a aresta horizontal do ângulo diedro saliente formado por duas águas de direções opostas.
- Empena ou Oitão ou Frontão
 - Parede externa, em forma triangular, que serve de apoio à cobertura.
- Escora
 - Peça que, nas tesouras de madeira, vai da parte inferior dos pendurais ou tirantes, às pernas. A escora que vai da parte inferior dos pendurais até a perna é também chamada de asna.
- Espigão
 - Aresta inclinada do ângulo diedro saliente formado pelo encontro de duas águas.
- Estribo
 - Peça metálica que enlaça, nas tesouras de madeira, o nó constituído pela linha, pendural e escoras. Elemento exclusivamente construtivo, não devendo ser considerado no cálculo das ligações.
- Frechal
 - Peça de madeira assentada diretamente sobre as paredes em todo o perímetro da edificação. Serve para apoiar as linhas ou receber as pernas das tesouras, e distribuir uniformemente sobre as paredes as cargas provenientes dessas pressões. Pode ser simples ou duplo.
- Galga
 - É a distância máxima entre as faces superiores de dois sarrafos.
- Linha
 - Peça horizontal tracionada situada na parte inferior da tesoura de madeira, vencendo o vão coberto e na qual são ensambladas as pernas.
- Mão Francesa
 - Escora que evita a flexão da cumeeira e das terças apoiando-se no pendural, nos pontaletes e nas paredes.
- Pendural
 - Peça vertical e central da tesoura de madeira situada no encontro de duas águas

perpendicularmente à linha da tesoura.

- Perna
 - Peça inclinada da tesoura de madeira que dá a declividade da água do telhamento. Recebe as terças e tem função específica de transmitir os esforços da cobertura para as extremidades da tesoura e cumeeiras.
- Pontalete
 - Peça de prumo colocada sob a terça para transmitir carga à estrutura do prédio.
- Rincão ou Água Furtada
 - Aresta inclinada do ângulo diedro reentrante formado pelo encontro de duas águas.
- Ripa
 - Peça de madeira de seção reduzida destinada a receber as telhas e transmitir a carga ao caibro.
- Tacaniça
 - Em um telhado de três ou mais águas, a água que tem a forma triangular recebe o nome de tacaniça.
- Tirante
 - Peça que trabalha a tração e que, nas tesouras de madeira, é constituída por duas tábuas unidas por parafuso.

8.3.1.3 Estrutura metálica

- Cavaletes
 - Peças fabricadas em chapas e perfis metálicos, destinadas à fixação de telhas às vigas de apoio da cobertura.
- Chumbador
 - Elemento metálico com seção longitudinal em forma de “Y” conectado por solda à estrutura de aço. Serve para engastar esta estrutura na do edifício.
- Perfis de Apoio
 - Peças metálicas contínuas engastadas e/ou fixadas às vigas de apoio da estrutura do edifício. Sobre os perfis de apoio são soldados os cavaletes.
- Tirantes e Contraventamentos
 - Peças estruturais, geralmente em barras e cabos de aço, utilizadas para absorção dos esforços horizontais, de empuxo e de sucção.
- Viga Central
 - Elemento estrutural que serve como linha de cumeeira da tesoura metálica.

8.3.2 Materiais

A seguir são apresentados os principais materiais utilizados para a execução de coberturas, forros e calhas, entre eles madeira, aço e concreto.

8.3.2.1 Madeira

A madeira utilizada na construção civil pode ser originária de espécie nativa ou espécie exótica. Para os diferentes usos, a madeira pode estar em seu estado in natura (bruto) ou processada/ beneficiada. Somente é admitido na construção civil o uso de “madeiras de origem legal”, assim entendidas aquelas que possuam procedência legal e estejam acompanhadas da documentação pertinente.

Por definição, considera-se:

- Madeira de espécie nativa: obtida pelo manejo florestal sustentável de floresta nativa ou por meio de floresta plantada (plantio comercial) com espécies arbóreas nativas da flora brasileira;
- Madeira de espécie exótica: proveniente de floresta plantada (plantio comercial) com espécies arbóreas exóticas, ou seja, que não são nativas da flora brasileira. Ex.: eucalipto, pinus, teca, etc.;

- Madeira no seu estado bruto ou in natura: madeira em toras, toretes, postes não imunizados, madeira para escoramento, palanques roliços, dormentes nas fases de extração/fornecimento, mourões, achas e lascas, pranchões desdobrados com motosserra, lenha;
- Madeira processada ou beneficiada: madeira serrada sob qualquer forma, laminada, aglomerada, prensada, compensada, chapas de fibra, desfolhada, faqueada e contraplacada;
- Procedência legal: refere-se à madeira proveniente de corte autorizado mediante Plano de Manejo Florestal Sustentável, Autorização de Desmate para Uso Alternativo do Solo ou Autorização para Supressão de Vegetação, devidamente licenciados pelo órgão ambiental competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA. Aplica-se também à madeira proveniente de florestas plantadas com espécies nativas ou exóticas que atendam aos critérios de licenciamento e anuência do órgão ambiental competente;
- Madeiras de origem legal: são as madeiras, com procedência legal comprovada, de espécies nativas acompanhadas do Documento de Origem Florestal (DOF) e da Nota Fiscal ou de espécies exóticas acompanhadas somente da nota fiscal da carga;
- Documento de Origem Florestal (DOF): é o documento obrigatório de controle ambiental que regula o transporte, armazenamento, comercialização, transferência e consumo da madeira, contendo as informações sobre a sua procedência legal. Deve ser emitido pelo fornecedor.

Para emissão do DOF os fornecedores devem estar devidamente cadastrados e registrados no órgão ambiental competente integrante do SISNAMA, por meio do Sistema Nacional de Controle da Origem dos Produtos Florestais (SINAFLO), e comprovar sua regularidade ambiental (Certificado de Regularidade Ambiental).

A CONTRATADA deve sempre atender as leis ambientais vigentes bem como exigir dos seus fornecedores o cumprimento das mesmas.

Além de atender às exigências legais supramencionadas, devem ser observados os aspectos referentes à qualidade. Dessa forma, não podem ser empregadas, na estrutura, peças de madeira que apresentem defeitos sistemáticos, como esmagamento ou outros danos que possam comprometer a resistência da estrutura, alto teor de umidade, nós soltos ou que abranjam grande parte da seção transversal da peça, rachas, fendas ou falhas exageradas, arqueamento, encurvamento ou encanoamento acentuado, etc. Também devem ser recusadas peças de madeira que não se ajustarem perfeitamente nas ligações, apresentarem desvios dimensionais ou mostrarem sinais de deterioração por ataque de fungos, cupins ou outros insetos.

8.3.2.2 Aço

A especificação deve seguir o disposto no Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

8.3.2.3 Concreto

A especificação deve seguir o disposto no Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

8.3.3 Execução

As coberturas devem ser executadas rigorosamente de acordo com as determinações do projeto básico e do respectivo projeto complementar, em todos os seus detalhes, e exclusivamente com materiais que atendam integralmente as determinações das normas, especificações e padronizações da ABNT, específicas para cada caso: NBR 7190, NBR 7203 ou NBR 6120.

Cabe à CONTRATADA total responsabilidade pela boa execução da cobertura, por sua estanqueidade às águas pluviais e pela resistência e estabilidade de sua estrutura, inclusive nos casos em que os serviços tenham sido subcontratados.

Concluído o assentamento das telhas, a cobertura deve se apresentar limpa, absolutamente isenta de restos de materiais utilizados na sua execução, como: pregos, arames, pedaços de telha ou de argamassa solta, etc.

As estruturas de telhado ou engradamento podem ser de madeira ou metálicas.

A definição das seções transversais e os detalhes das ligações devem ser definidas pelo projeto estrutural.

8.3.3.1 Estruturas de madeira

As estruturas de madeira devem ser executadas rigorosamente de acordo com as determinações da NBR

7190, com madeiras adequadas às exigências legais e conforme as especificações do projeto.

Toda madeira a ser utilizada na execução de qualquer peça componente de estrutura de telhado deve ser de primeira qualidade, seca, isenta de nós, brocas, rachaduras, grandes empenamentos, sinais de deterioração e quaisquer outros defeitos que possam comprometer os critérios da NBR 7190.

Os entalhes e os cortes das emendas, ligações e articulações, devem apresentar superfícies absolutamente planas e com angulação correta, de modo que o ajuste das peças seja o mais exato possível, sem folgas ou falhas excessivas.

Todas as operações de corte, furação, escariação e fresagem devem ser feitas à máquina, ou com equipamento manual adequado que possibilite a obtenção de ajustes perfeitos. Todas as tesouras devem ser convenientemente contraventadas, através de ligações rígidas e suficientemente resistentes entre o pendural e a cumeeira.

Nas tesouras de madeira, todas as ligações das pernas com o tirante e com o pendural, bem como a ligação destes dois últimos elementos devem ser executadas com as ligações que se fizerem necessárias e estruturadas utilizando elementos com formato e dimensões estritamente de acordo com as determinações de projeto estrutural.

Sempre que possível, os componentes das tesouras devem se constituir numa única peça contínua, ficando vedada a execução de emendas não previstas em projeto. Quando a emenda for necessária ela deverá ser executada na posição e com os elementos de ligação definidos no projeto estrutural.

Recomenda-se que todas as estruturas, ou parte delas, previstas em madeira aparente, sejam protegidas pela aplicação de duas demãos de óleo de linhaça, ou tinta adequada.

Todas as ferragens, antes de sua aplicação nas ligações das estruturas, devem ser devidamente protegidas por uma pintura anti-ferruginosa.

Conforme NBR 7190 para a ligações com pregos e parafusos devem ser observadas as recomendações constantes na Tabela 1 a seguir:

- Em uniões pregadas deve ser feita a pré-furação da madeira, com diâmetro d_0 não maior que o diâmetro d do prego, com os valores de 85 % para madeiras coníferas e 98 % para madeiras folhosas;
- As ligações em madeira com parafusos passantes devem ser realizadas com pré-furação de no mínimo o diâmetro d e, no máximo 1 mm maior que o diâmetro d , considerando d o diâmetro do parafuso passante a ser utilizado;
- Os parafusos de rosca soberba devem ser instalados com pré-furação de aproximadamente 70 % do diâmetro do parafuso.

Tabela 1 - Diâmetro de pré-furação para ligações de madeira apresentado na NBR 7190-1. Fonte: ABNT (2022).

Pino metálico	Diâmetro de pré-furação
Pregos	Coníferas: $d_0 = 0,85 d$ Folhosas: $d_0 = 0,98 d$
Parafusos passantes	$d \leq d_0 \leq d + 1 \text{ mm}$
Parafusos com rosca soberba	$d_0 = 0,70 d$

8.3.3.2 Estruturas metálicas

A especificação deve seguir o disposto no Capítulo 6 - Estrutura de Concreto e de Aço, deste Caderno de Encargos.

Deve ser verificado se há o contato direto das telhas metálicas com os componentes da estrutura, situação não permitida, a fim de evitar a corrosão eletrolítica na presença de umidade. Também deve ser conferido por meio de inspeção visual se há uma camada isolante entre as superfícies de contato, constituída por resinas sintéticas, produtos betuminosos, fibras, tinta à base de cromato de zinco ou zarcão, em conformidade com a especificação de projeto.

8.3.4 Critérios de medição e pagamento

8.3.4.1 Medição

Para o caso de novas construções, reformas, ampliações e/ou manutenção, o engradamento (metálico ou de madeira) constituído por terças, caibros e ripas será medido por m² (metro quadrado), considerando a área desenvolvida da respectiva cobertura e observando-se o tipo de telhado especificado.

As estruturas de apoio para o engradamento serão medidas da seguinte forma:

- Vigas - por metro (m) conforme a seção e tipo de material;
- Tesouras - por unidade conforme vão e tipo de material.

8.3.4.1.1 Madeiras

Em cada medição, como condição para recebimento das obras ou serviços executados, ou da madeira adquirida, a CONTRATADA deve apresentar ao FISCAL os seguintes documentos, sob pena de aplicação do disposto no art. 46 da Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998:

- Comprovante atualizado de inscrição da empresa fornecedora da madeira da CONTRATADA no Cadastro Técnico Federal (CTF) do IBAMA;
- Notas fiscais de aquisição da madeira (bruta ou processada);
- Documento de Origem Florestal (DOF) para madeira de espécie nativa excluindo-se madeiras plantadas oriundas de monocultura tais como o pinus, eucalipto e teca.

8.3.4.2 Pagamento

É efetuado ao preço unitário contratual, que contempla o fornecimento e colocação da estrutura, ou peça específica, inclusive perdas e respectivos acessórios de fixação, emenda, amarração e mão de obra.

8.4 COBERTURA EM TELHA

8.4.1 Definições

Entende-se por cobertura o conjunto de telhas destinadas a criar isolamento entre o meio externo e o meio interno de uma construção.

8.4.2 Condições Gerais

Os telhados devem apresentar inclinação compatível com as características da telha especificada, e recobrimentos adequados à inclinação adotada, de modo que sua estanqueidade às águas pluviais seja absoluta, inclusive quando da ocorrência de chuvas de vento de grande intensidade, normais e previsíveis. Verificar a correspondência entre a inclinação da cobertura e a definida em projeto.

Todos os telhados devem ser executados com as peças de concordância e com os acessórios de fixação, vedação etc., recomendados pelo FABRICANTE de seus elementos componentes, e de modo apresentarem fiadas absolutamente alinhadas e paralelas entre si.

As telhas devem atender dimensões e tolerâncias constantes da padronização específica, bem como às características necessárias quando submetidas aos ensaios de massa e absorção de água, de impermeabilidade e de carga de ruptura à flexão, atendendo às normas da ABNT. Telhas de má qualidade devem ser rigorosamente descartadas.

O assentamento das peças de cumeeira, qualquer que seja o tipo de telhado, deve ser feito em sentido contrário ao da ação dos ventos dominantes.

As eventuais aberturas destinadas à passagem de chaminés, dutos de ventilações, antenas, para-raios, etc., devem ser providas de arremates conforme projeto, executados preferencialmente com chapa de ferro galvanizado nº 24, cobre ou alumínio, de modo a evitar infiltração de águas pluviais.

Caso seja verificada alguma inconsistência entre os elementos de projeto e a situação real da obra, o FISCAL DA OBRA deve esclarecê-la oportunamente, através de contato formal com o FISCAL responsável pelo PROJETO.

Verificar as condições de proteção da estrutura de suporte (imunização das peças, no caso dos engradamentos de madeira, e tratamento antioxidante, no caso das estruturas metálicas), antes de autorizar a colocação das telhas (ou quaisquer outros elementos do recobrimento propriamente dito).

Nos casos em que o recobrimento for feito com o uso de telhas (onduladas ou nervuradas) de fibrocimento, de chapa galvanizada, verificar sua correspondência com a definição de projeto e com o detalhamento

executivo quanto às suas dimensões, à forma de colocação, fixação e arremate, com particular atenção para o adequado uso de arruelas de vedação em seus pontos de fixação à estrutura com parafusos passantes (se pertinente).

8.4.3 Condições Específicas

8.4.3.1 Telhas cerâmicas

As telhas cerâmicas devem ser fabricadas com argila conformada, por prensagem ou extrusão, e queimadas de forma a permitir que o produto final, apresentando ou não tratamentos superficiais, e que atendam às condições determinadas pela NBR 15310, como descrito a seguir:

- Identificação

A telha cerâmica deve trazer a identificação do fabricante e os outros dados gravados em relevo ou reentrância, com caracteres de no mínimo 5 mm de altura, sem que prejudique o seu uso. Nessa inscrição deve constar no mínimo o seguinte:

- Identificação do fabricante, do município e do estado da federação;
 - Modelo da telha;
 - Rendimento médio (Rm) da telha, expresso em telhas por metro quadrado, com uma casa decimal, sendo obrigatória a gravação T/m²;
 - Dimensões na sequência: largura de fabricação (L) x comprimento de fabricação (C) x posição do pino ou furo de amarração (Lp) (quando não houver pino), expressos em centímetros, podendo ser suprimida a inscrição da unidade de medida;
 - galga mínima (Gmin) expressa em centímetros, com uma casa decimal, sendo obrigatória a gravação da grandeza Gmin.
 - As telhas simples de sobreposição devem trazer gravada sua especificação de uso “capa” ou “canal”.
 - As telhas especificadas como “capa” estão dispensadas da gravação “posição do pino ou furo de amarração (Lp)”.
- Características visuais
 - A telha pode apresentar ocorrências como esfoliações, quebras, lascados e rebarbas que não prejudiquem o seu desempenho; igualmente, são admissíveis eventuais riscos, escoriações e raspagens causadas por atrito feitas nas telhas durante sua fabricação, embalagem, manutenção ou transporte.
 - Massa
 - A massa da telha seca não deve ser superior a 6 % do valor declarado no projeto do modelo da telha, com ensaios sendo executados conforme anexo D da NBR 15310;
 - Tolerância dimensional
 - A tolerância de dimensões admitida é de $\pm 2,0$ % para as dimensões de fabricação.
 - Sonoridade
 - A telha deve apresentar som semelhante ao metálico, quando suspensa por uma extremidade e percutida.
 - Absorção de água (AA)
 - O limite máximo admissível é 20 %.
 - Impermeabilidade
 - Quando submetida ao ensaio para verificação da impermeabilidade, a telha não deve apresentar vazamentos ou formação de gotas em sua face inferior, sendo, porém, tolerado o aparecimento de manchas de umidade, com ensaios sendo executados conforme anexo B da NBR 15310.

8.4.3.1.1 Carga de ruptura à flexão

Do ponto de vista geométrico e da sua fixação - características da seção transversal e detalhes de junção entre si na estrutura do telhado - as telhas cerâmicas estão classificadas em quatro tipos:

- Telhas planas de encaixe;
- Telhas compostas de encaixe;
- Telhas simples de sobreposição;
- Telhas planas de sobreposição.

As cargas de ruptura à flexão não devem ser inferiores às indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Tipos de telhas e cargas de ruptura apresentado na NBR 15310. Fonte: ABNT (2009).

Tipos de telhas	Exemplos	Cargas N (kgf)
Planas de encaixe	Telhas francesas	1000 (100)
Compostas de encaixe	Telhas americanas Telhas romanas	1300 (130)
Simples de sobreposição	Telhas capa e canal colonial Telhas plan Telhas paulista Telhas Piauí	1000 (100)
Planas de sobreposição	Telhas alemã e outras	1000 (100)

8.4.3.1.2 Execução do serviço

Para iniciar a montagem do telhado cerâmico a estrutura de madeira do suporte deve estar concluída, obedecendo à galga das telhas (espaço delimitado pelo tipo de telha para a distância entre ripas) e as calhas (e águas furtadas, se houver) assentadas. Relativamente ao escoamento de águas pluviais, não devem ser aceitas calhas com diâmetro inferior a 100 mm e condutores verticais com diâmetro interno inferior a 70 mm (NBR 10844).

Durante a execução do telhado, é necessário dispor pilhas de telhas sobre a trama, nos cruzamentos dos caibros com as ripas, evitando que o montador caminhe com telhas na mão sobre a parte já coberta.

As telhas cerâmicas devem ser necessariamente fixadas na estrutura conforme orientação do fabricante. Pedacos de arame têm que estar passados no furo específico das telhas e devidamente amarrados. Todas as telhas componentes da primeira fiada inferior de cada água, independentemente do ângulo de inclinação do telhado e da existência de forro, devem ser convenientemente amarradas.

O primeiro apoio da primeira fiada de telhas deve ser constituído por ripas sobrepostas, ou ripas mais espessas (ripão), de forma a compensar a espessura da telha e garantir o plano do telhado.

Quando destinadas a serviços que exijam sua amarração com arame de cobre, as telhas utilizadas devem ser de tipo adequado, provido de dispositivo específico para esse fim, ficando vedadas quaisquer adaptações executadas em telhas não apropriadas para tal tipo de amarração. Durante a colocação, é recomendável que as telhas sejam posicionadas simultaneamente em todas as águas do telhado, para que seu peso seja distribuído uniformemente sobre a estrutura de madeira.

A argamassa a ser empregada no emboçamento das telhas de cerâmica e das peças complementares (cumeeira, espigão, arremates e eventualmente rincão) precisa ter boa capacidade de retenção de água, ser impermeável, não ser muito rígida, e apresentar boa aderência ao material cerâmico. Após o cobrimento com telhas, devem ser colocados os rufos.

Cada tipo de telha cerâmica deve obedecer às dimensões e tolerâncias constantes da padronização específica e normas pertinentes. Esse aspecto é importante para garantir o perfeito ajuste entre telhas vizinhas, bem como permitir a reposição de peças, em caso de reforma ou manutenção de telhados.

Também é recomendável que a data de entrega e o local de estocagem sejam planejados com antecedência. Com isso, evita-se a pré-estocagem em calçadas públicas, interferência com outros serviços da obra ou a necessidade de transporte horizontal interno.

NOTA: Apesar de usuais no Brasil nas últimas décadas, algumas telhas cerâmicas tradicionais tiveram suas normas técnicas canceladas pela ABNT em 2009, restando apenas os documentos de caráter informativo. Telhas cerâmicas que tiveram normas técnicas canceladas: francesa; romana;

colonial; paulista; e plan.

Devido à restrição na normatização técnica, indica-se que estas telhas tenham utilização restrita e pontual em restauração de telhados originais, manutenção e reforma de edificações, onde a recomposição total do telhado com outras telhas não seja possível ou viável.

8.4.3.2 Telha de fibrocimento

A seguir são apresentadas orientações para execuções de coberturas e fechamentos laterais com telhas onduladas e estruturais de fibrocimento e sem amianto, especificadas na NBR 7581 (todas as partes) e NBR 15210 (todas as partes).

As telhas de fibrocimento devem ser fixadas com acessórios apropriados (ganchos, parafusos e grampos de ferro zincado, com a utilização de conjunto de arruelas elásticas de vedação, massa de vedação e cordões de vedação) sobre elementos da estrutura com largura mínima de 5 cm e com superfície de contato perfeitamente lisa e coplanar ao plano de aplicação das telhas, ficando vedado todo e qualquer apoio em aresta, bem como a utilização de cunhas nos pontos de fixação.

Todas as peças metálicas de fixação e de contraventamento devem ser galvanizadas e sua instalação deve se processar exatamente de acordo com as recomendações do respectivo FABRICANTE, no que diz respeito ao tipo e à quantidade de peças a serem utilizadas, à posição e bitola dos furos, ao aperto dos parafusos, à vedação dos pontos de fixação, etc.

Deve ser usada a massa de vedação sempre que as chapas sejam fixadas por acessórios que a perfurem. É necessário aplicar uma porção de massa de vedação entre a chapa e a arruela, completando assim o preenchimento do furo.

8.4.3.2.1 Telha de fibrocimento tipo ondulada

As peças complementares que atuam como arremates da cobertura não podem constituir vínculos rígidos com outras partes da edificação. As telhas devem ser apoiadas sobre elementos coplanares. A direção da geratriz das ondas de uma telha deve coincidir com a direção da maior declividade da superfície da cobertura onde foi aplicada. As telhas devem ser fixadas em apoios, através dos elementos de fixação e seus respectivos conjuntos de vedação. Os elementos de fixação devem ser fabricados em aço-carbono SAE 1010/1020, devidamente protegidos contra a corrosão por galvanização a fogo, sendo a espessura mínima de 70 µm, ou outro processo com desempenho equivalente. A montagem das telhas deve ser feita por faixas, no sentido do beiral para a cumeeira. No caso de coberturas do tipo duas águas, deve ser seguida a sequência de montagem indicada na Figura 3, para obtenção de um perfeito encaixe da cumeeira.

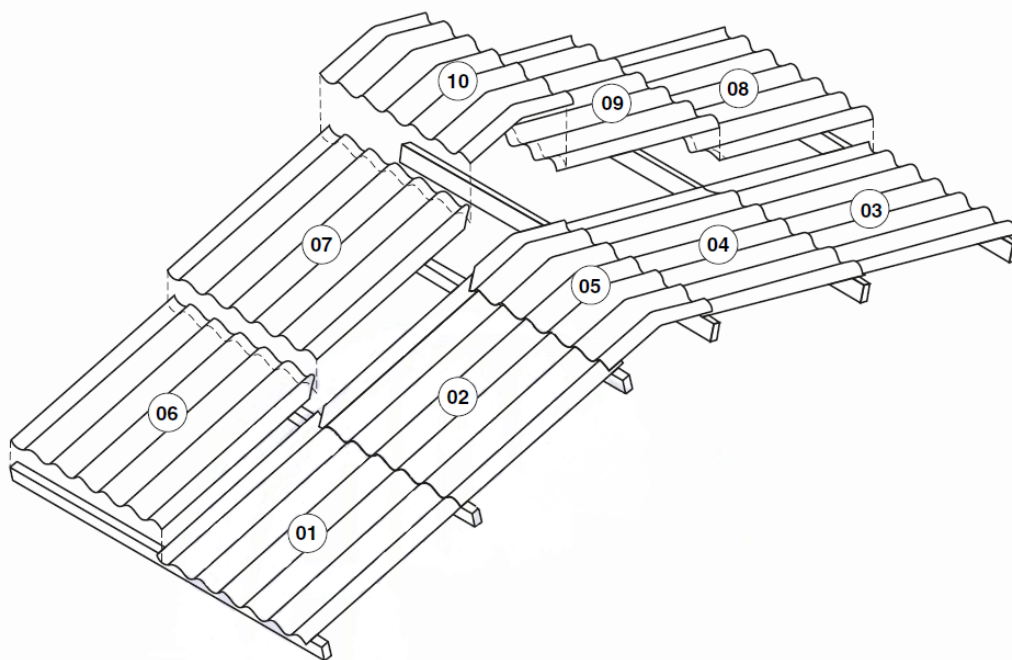


Figura 3 - Sequência de montagem do telhado apresentada na NBR 7196. Fonte: ABNT (2020).

Para outros tipos de coberturas, consultar informações do FABRICANTE.

A distância mínima do centro dos furos até a extremidade livre da telha deve ser de 100 mm para telhas estruturais e de 50 mm para os demais tipos de telhas.

Na instalação ou manutenção da cobertura, os montadores não podem pisar diretamente na telha, exceto nas coberturas executadas com telhas estruturais, conforme orientação do fabricante.

Para permitir uma montagem perfeita da cumeeira, manter alinhadas as ondas das telhas nas duas águas da cobertura. A sequência de faixas deve ser no sentido contrário ao dos ventos predominantes na região.

As furações e cortes das telhas devem ser executados segundo as orientações dos fabricantes e utilizando-se os EPIs adequados e outros dispositivos de segurança previstos na legislação em vigor. A furação das telhas não pode ser feita com prego, com uso de martelo ou outras ferramentas de impacto, com exceção apenas para as telhas tipo ondas pequenas.

Os elementos de fixação devem permitir a livre dilatação das telhas. Para tanto, deve-se prover folgas entre as telhas e os ganchos chatos, assim como a furação nas telhas com diâmetro 2 mm maior do que o diâmetro do parafuso ou do gancho com rosca.

Nos cruzamentos de recobrimento longitudinal com recobrimento transversal, cortar os cantos de duas das quatro telhas envolvidas, para evitar a sobreposição de quatro espessuras, devendo este procedimento ser estendido também às peças complementares, conforme indicado na Figura 4.

O corte deve ser feito segundo a hipotenusa de um triângulo retângulo de catetos respectivamente iguais aos recobrimentos longitudinal e transversal adotados, conforme ilustrado na Figura 5. Não há necessidade de corte de cantos para as telhas tipo ondas pequenas.

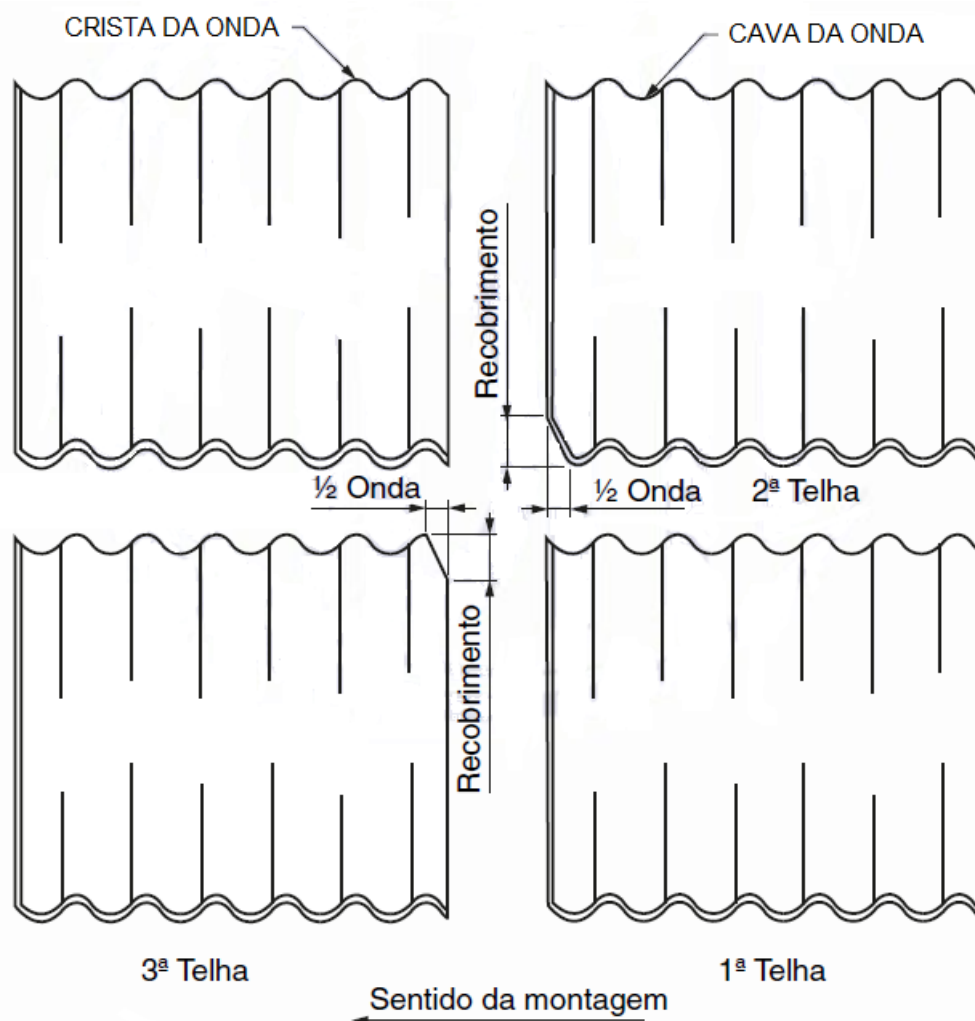


Figura 4 - Esquema de execução do corte de canto das telhas apresentado na NBR 7196. Fonte: Adaptado de ABNT (2020).

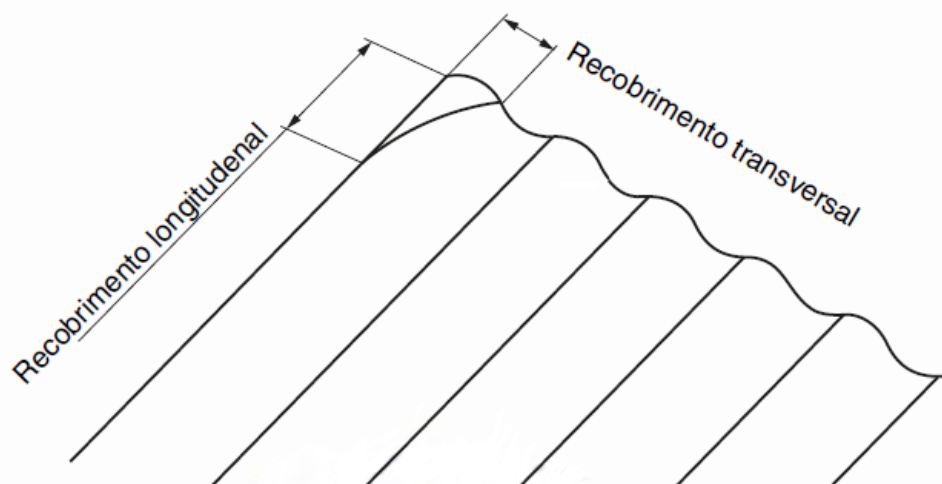


Figura 5 - Esquema de recorte de canto para telhas onduladas apresentado na NBR 7196. Fonte: Adaptado de ABNT (2020).

Na instalação ou manutenção da cobertura, os montadores não podem pisar diretamente na telha. Devem ser utilizadas tábuas (ou outro elemento similar) apoiadas nas terças, em uma direção, e outras apoiadas nas tábuas que se apoiam nas terças, de modo a obter-se uma distribuição adequada dos esforços, conforme Figura 6.

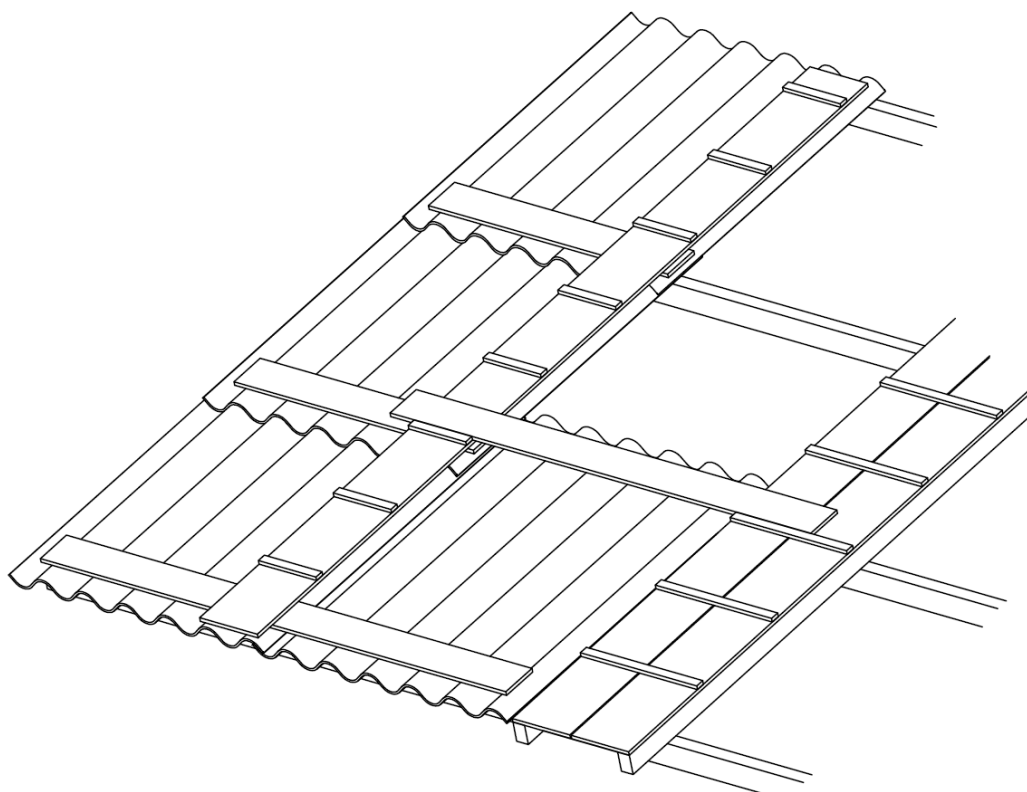


Figura 6 - Esquema de montagem de estrutura para caminhar sobre telhas apresentado na NBR 7196. Fonte: Adaptado de ABNT (2020).

8.4.3.2.1.1 Estocagem

As telhas devem ser estocadas em local plano, firme e isento de objetos que possam danificá-las, e o mais próximo possível do local de seu içamento para o telhado. Quando as telhas forem empilhadas horizontalmente, devem ser assentadas usando calços adequados, posicionados de acordo com instruções dos fabricantes. Quando as telhas forem empilhadas verticalmente, devem ser observadas as seguintes recomendações:

- Inclinação aproximada de 15° em relação à vertical;
- Apoio horizontal das telhas em dois sarrafos;
- Apoio da extremidade superior da primeira telha, em toda a sua largura em um encosto de madeira de seção mínima de 50 mm × 10 mm;
- As telhas estruturais não podem ser empilhadas verticalmente.

8.4.3.2.2 Telha de fibrocimento estrutural

8.4.3.2.2.1 Execução de cobertura com telhas estruturais

As telhas estruturais devem ser erguidas até a cobertura, por intermédio de rampa, moitão, roldana, guincho ou outro equipamento equivalente, bem como usando andaimes intermediários.

Não é permitido o uso de telhas estruturais com cortes que não sejam os de canto, a menos que sejam montadas com algum elemento de fixação ou peça complementar que lhes confira a mesma resistência da telha antes do corte. Durante a montagem e o transporte horizontal da telha estrutural sobre telhas já montadas, dois montadores não podem caminhar simultaneamente na mesma telha estrutural. Devem ser previstos elementos que evitem a aproximação ou afastamento das abas, ao erguer as telhas estruturais por meio de cordas envoltivas, até a cobertura (Figura 7).

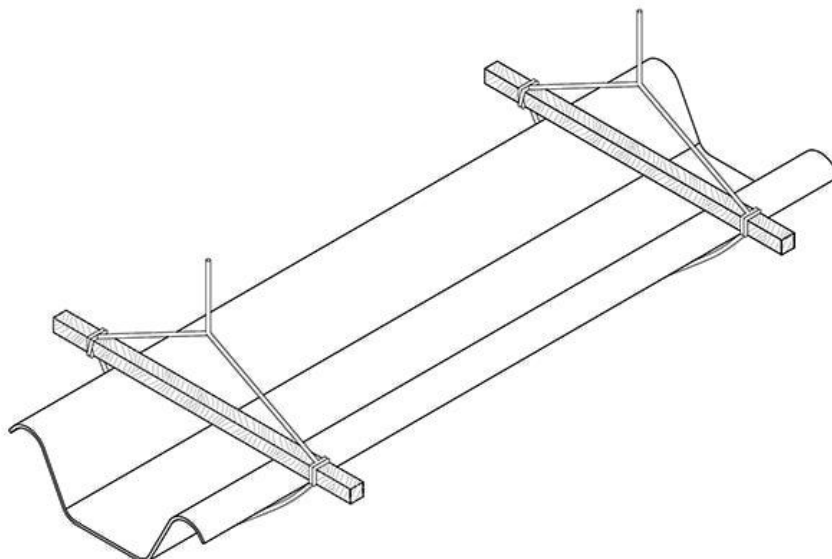


Figura 7 - Esquema de movimentação de telhas estruturais apresentado na NBR 7196. Fonte: Adaptado de ABNT (2020).

As telhas estruturais, após aplicadas, devem definir superfícies planas ou poliédricas. O recobrimento transversal pode ter 15 mm, conforme mostra a Figura 8, desde que não esteja na zona de acumulação de água. Esse valor pode ser reduzido, se for utilizado sistema de vedação adequado ao longo dos recobrimentos transversais.

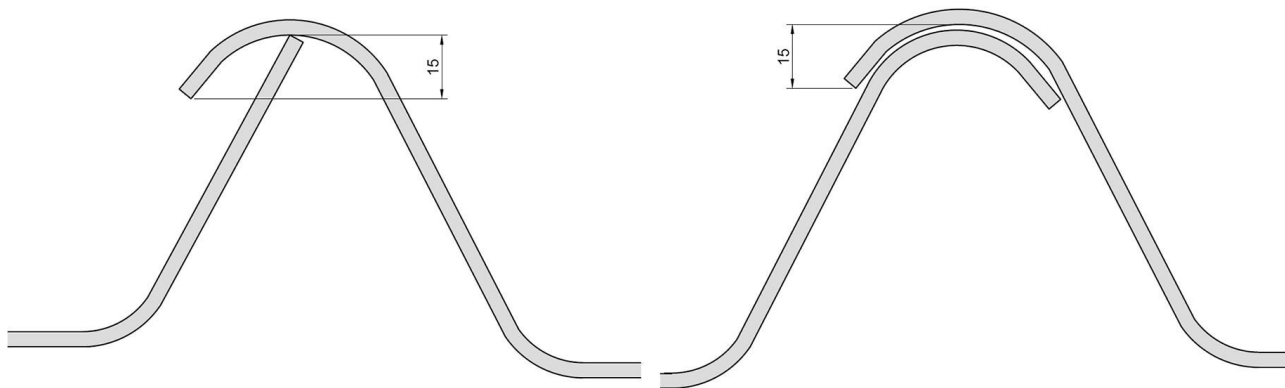


Figura 8 - Recobrimento transversal apresentado na NBR 7196. Fonte: Adaptado de ABNT (2020).



O recobrimento longitudinal deve ter no mínimo 200 mm e o espaço vazio entre as peças sobrepostas não pode ser maior do que sua espessura.

Não deve ser usado recobrimento longitudinal em inclinações menores que 5° (9 %).

As telhas não podem apoiar-se em arestas. Os apoios devem ser paralelos à maior dimensão da telha e igual a no mínimo 50 mm, isentos de defeitos como rugosidades e saliências.

Havendo sobreposição longitudinal, deve ser executado corte de canto nas telhas estruturais, usando serra ou serrote. Admite-se também o corte com torquês, desde que não resulte em quebra por flexão, mas apenas o corte por cisalhamento.

O avanço mínimo sobre calhas ou apoios deve ser de 100 mm, quando houver peças complementares para vedação, e 200 mm, quando não houver.

A introdução de peças complementares na telha estrutural não pode prejudicar o seu desempenho técnico, prevendo-se detalhes especiais de fixação para conferir-lhes o mesmo comportamento da telha estrutural.

As passagens de tubulação devem atender aos seguintes requisitos:

- Toda e qualquer passagem de tubulação deve ser feita usando as peças complementares especificadas pelo FABRICANTE;
- O furo na telha deve ser afastado pelo menos 500 mm do apoio e nunca estar localizado no balanço livre;
- A furação da passagem deve ser executada por brocas.

O sentido de colocação das telhas deve ser contrário ao dos ventos predominantes na região. A fixação das telhas estruturais deve ser feita da seguinte maneira:

- Por meio de parafusos ou ganchos com rosca, conjugados com um sistema de vedação, podendo, a critério do fabricante, ser fixadas por meio de ganchos chatos;
- A furação das telhas não pode ser feita através de prego, com uso de martelo ou outras ferramentas de impacto. A furação nas telhas deve ser feita com brocas;
- A fixação de telhas estruturais não pode ser feita diretamente nas alvenarias, mesmo que sejam feitos bolsões de concreto para sua ancoragem;
- Todos os elementos de fixação devem ser convenientemente protegidos contra a ação de intempéries e montados com um sistema de vedação;
- Quando a telha estrutural for usada com inclinação maior do que 9 %, deve ser previsto o uso da trava.

Sua fixação deve ser feita em:

- Vigas de concreto, por intermédio de alças de ferro convenientemente ancoradas e dimensionadas;
- Vigas de concreto, por intermédio de tacos de madeira convenientemente chumbados na viga de concreto ou por qualquer outro dispositivo igualmente resistente;
- Vigas de metal, por intermédio de ganchos com rosca ou pinos com rosca, dobráveis na obra;
- Vigas de madeira, por intermédio de ganchos com rosca ou parafusos;

8.4.3.2.2.2 Estocagem de telhas de fibrocimento estruturais

As telhas estruturais podem ficar em posição horizontal normal ou invertida, ou ainda em posição inclinada, segundo recomendação do fabricante. Recomenda-se que o número de telhas estruturais em cada pilha não exceda 25 unidades, ou conforme recomendação do fabricante.

Recomenda-se programar o recebimento das telhas estruturais de modo que fiquem estocadas por um período máximo de 90 dias. Estocagens por períodos prolongados exigem cuidados especiais, indicados pelo fabricante. Telhas estruturais de diferentes comprimentos não podem ser estocadas na mesma pilha.

8.4.3.2.3 Telhas de aço revestido de seção trapezoidal ou ondulada

As telhas de aço revestido (telhas metálicas) são encontradas em perfis ondulados e trapezoidais, utilizados na construção de telhados e fechamentos laterais, com diferentes espessuras e com revestimentos listados a seguir:

- Galvanizado por imersão a quente;

- Liga galvalume por imersão a quente;
- Galvanizado por imersão a quente e revestido por um processo de pintura;
- Liga galvalume por imersão a quente e revestido por um processo de pintura

Apresentam ainda dimensões variadas (podem chegar em bobinas à obra, onde são cortadas e preparadas de acordo com a necessidade do projeto) e cores naturais ou pintadas (pré-pintadas ou pós-pintadas). Pintadas de cores claras, as telhas metálicas aumentam o poder de reflexão dos raios solares incidentes e reduzem a temperatura dos ambientes onde são utilizadas.

As telhas devem ter as bordas uniformes, permitindo um encaixe com sobreposição exata e os canais devem ser retilíneos e paralelos às bordas longitudinais. A forma do perfil da telha deve corresponder ao indicado no catálogo do fabricante ao longo de todo o comprimento da telha.

Antes do início da montagem do telhado, deve-se proceder à verificação do comprimento, largura, esquadro e nível da área a ser coberta. As telhas devem ser manuseadas uma a uma e elevadas até o telhado, através de um sistema de elevação convencional. O material não deve ser arrastado pelo chão, terças ou longarinas. Telhas longas necessitam ser manuseadas por dois homens para cada 2 m de comprimento da peça, um de cada lado, apoiando um caibro central sob a telha, de modo que não sofra nenhum tipo de dano. É recomendável que não esteja chovendo no momento da montagem das telhas, por motivos de segurança.

Para obter uma sobreposição correta, é necessário que as fileiras de telhas sejam formadas no sentido vertical, isto é, devem ser colocadas de baixo para cima até a parte superior do telhado e então a fileira seguinte.

A fixação das telhas deve ser feita de modo a atender ao manual de instruções do fabricante dos fixadores. A movimentação do montador sobre a cobertura deve ser a menor possível, devendo ser instaladas passarelas provisórias de material que permitam a movimentação do montador de modo que não haja danos no material.

A telha deve ser cortada com uma tesoura tipo punção, de modo que não haja deposição de fagulhas na chapa que poderá provocar manchas indesejadas.

As telhas devem ser dimensionadas de modo a se obter o menor número possível de juntas transversais. Elas devem ser elevadas à cobertura através de cordas convenientemente amarradas, de modo a não lhes provocar quaisquer danos.

As limalhas provenientes de furação das telhas devem ser removidas logo após a furação, pois podem causar danos à pintura ou anodização das telhas. Atenção especial deve ser dada aos arremates de canto (rufos, pingadeiras) e às calhas. As telhas devem ser varridas ao final de cada dia de montagem, para que não ocorra deposição de limalhas provenientes de cortes e furações. Estas deposições podem oxidar-se sobre a superfície da chapa, causando danos ao acabamento.

Quando do recebimento das telhas na obra, deve-se proceder a uma cuidadosa inspeção nas mesmas. As embalagens não devem estar danificadas e as telhas devem estar secas.

Ao descarregar, deve-se utilizar um número conveniente de homens em cima do caminhão e embaixo, no solo, de modo a não arrastar as telhas.

Antes do armazenamento, as telhas devem ser completamente secas, pois a falta de ventilação combinada com a umidade acelera as reações de corrosão galvânica.

As telhas devem ser estocadas em local plano, coberto e ventilado, apoiadas em calços convenientemente espaçados e assegurando espaço para ventilação por baixo de no mínimo 15 cm. As telhas devem ser mantidas estocadas pelo menor tempo possível e inspecionadas frequentemente, para prever qualquer processo de corrosão. A utilização de calços intermediários nas pilhas, de modo a melhorar as condições de ventilação, é sempre recomendável.

8.4.3.3 Barreira de radiação térmica (manta térmica de alumínio)

As barreiras de radiação térmica podem ser aplicadas em áreas como telhado galvanizado, cerâmico ou fibrocimento, conferindo isolamento térmico. Geralmente é composta por uma manta filme de polietileno e alumínio, com alta resistência aos raios ultravioletas. Apresenta refletância dos raios solares de forma que melhora o conforto térmico do ambiente sendo também capaz de reduzir o ruído causado pelo impacto das chuvas.

Deve ser instalada abaixo do telhado, respeitando a distância do mesmo, recomendada pelo fabricante, de forma que irá refletir parte do calor gerado pela própria telha. Pode ser colocado entre as ripas e caibros e

caibros e contra caibros, quando instalado durante a execução da cobertura; ou entre as ripas e a telhas, podendo ser instalado sem a necessidade de desmontar parte da estrutura.

8.4.3.4 Telhas termoacústicas

As telhas e painéis com características termoacústicas devem ser comercializados apresentando as seguintes informações:

- Nome do fabricante ou a marca registrada;
- Dimensões especificadas;
- Número da NBR 16373;
- Material, espessura e revestimento das telhas e painéis termoacústicos utilizados;
- Tipo de material isolante;
- Índice transmitância térmica (U), de acordo com a NBR 16373;
- Isolamento acústico (dB), de acordo com a NBR 16373;
- Índice de absorção acústica (NRC), de acordo com a NBR 16373;
- Classificação de reação ao fogo, de acordo com a NBR 16373;
- Requisitos específicos de desempenho;
 - Desempenho quanto ao isolamento térmico, atendendo a NBR 16373;
 - Desempenho quanto ao isolamento acústico, atendendo a NBR 16373;
 - Desempenho quanto à absorção acústica, atendendo a NBR 16373;
 - Desempenho quanto à reação ao fogo, atendendo a NBR 16373;
 - Dimensões e tolerâncias, atendendo a NBR 14513.

8.4.4 Critérios de medição e pagamento

8.4.4.1 Telhamento

8.4.4.1.1 Medição

É efetuada por metro quadrado (m²) considerando-se a área desenvolvida da cobertura a executada, observando o tipo de telha especificada.

8.4.4.1.2 Pagamento

É efetuado ao preço unitário contratual, que contempla o fornecimento e colocação das telhas, inclusive perdas e os respectivos acessórios de fixação, emendas, amarração e mão de obra.

8.4.4.2 Cumeeiras e espigões

8.4.4.2.1 Medição

É efetuada por metro (m) a ser colocado, considerando o comprimento efetivo da aresta do telhado resultante. Na apropriação e medição devem estar separados na memória, os tipos de cumeeiras e/ou espigões existentes.

8.4.4.2.2 Pagamento

É efetuado ao preço unitário contratual, que contempla o fornecimento e colocação das cumeeiras e espigões, inclusive perdas de recobrimento e os respectivos acessórios de fixação.

8.5 FORRO

8.5.1 Definições

Forros são elementos contínuos, rígidos ou flexíveis, de recobrimento interno sob as coberturas, visando isolamento térmico e/ou acústico. São utilizados também para embutir tubulações em determinados ambientes.

Os locais que receberão forros devem ser indicados em projeto, com especificação do sistema a ser

utilizado, assim como a altura da instalação.

8.5.2 Condições Específicas

Antes de autorizar a execução dos revestimentos de forros, verificar a perfeita execução de tubulações, caixas de passagem e demais elementos construtivos previstos em projeto. No caso de tubulações embutidas de instalações hidráulicas e/ou sanitárias, verificar se as mesmas foram prévia e adequadamente testadas quanto a seu funcionamento e à inexistência de defeitos e/ou vazamentos.

8.5.3 Execução

Os forros de elementos pré-fabricados de gesso, madeira, fibra de vidro, lâminas metálicas, etc. devem ser fixados em estruturas próprias, de metal ou madeira, conforme o caso, desvinculados de eventuais estruturas de telhado, salvo expressa indicação do projeto. A execução ocorre em obediência aos detalhes do projeto, observadas as prescrições e recomendações dos FABRICANTES. Particular cuidado deve ser tomado para a harmonização do conjunto, tendo em vista a instalação de luminárias, devendo-se sempre levar em conta o sistema de iluminação na elaboração do projeto forros, principalmente quando as luminárias forem embutidas.

Os forros devem ser instalados exclusivamente com acessórios especificados no projeto ou produzidos pelo respectivo FABRICANTE (pendurais, cimbalhas, presilhas, mata-juntas etc.), e de modo que seus componentes aparentes apresentem paralelismo e alinhamento o mais perfeito possível.

O exato nivelamento nos forros atirantados deve ser garantido por pendurais dotados de sistema para ajuste de nível, sempre que o atirantamento por intermédio de fios de aço, simplesmente amarrados, não produzir resultados satisfatórios.

Como norma geral, são instalados forros com sistemas de fixação fornecidos pelo próprio FABRICANTE, exceção feita aos forros de madeira, cuja prática executiva geralmente é de conhecimento do pessoal vinculado à própria obra.

O recebimento dos serviços ocorre quando atendidas as condições de fornecimento e execução, os forros devem apresentar superfície plana, com as juntas das placas formando linhas retas, paralelas às linhas de paredes, resultando em reticulado homogêneo. Não devem apresentar flechas maiores que 0,3 % do menor vão.

8.5.3.1 Forro de madeira

As estruturas de madeira devem ser executadas com sarrafos aparelhados, com dimensões compatíveis com o vão, e nunca inferiores a 25 mm x 50 mm, nas peças para fixação dos elementos de forro, e 25 mm x 100 mm, nas peças de contravento do conjunto. Recomenda-se executar o travamento com sarrafo a cada 50 cm, para o caso do forro entarugado.

As régua devem ser fixadas por pregos, de modo que estes não fiquem aparentes, observando máximo cuidado quanto ao paralelismo e alinhamento. Os detalhes de suporte e fixação devem ser observados no projeto executivo de arquitetura. Devem ser evitados cortes desnecessários. As tábuas justapostas devem se adaptar perfeitamente, evitando-se inclusive mudanças bruscas de tonalidade quando os forros forem envernizados.

Deve ser prevista folga de 1 mm no encaixe das tábuas, para permitir contrações e dilatações. Nos casos necessários, deve ser previsto reforço de estrutura junto às luminárias e ao longo da linha de apoio de luminárias, quando existentes. A superfície deve ser lixada para posterior acabamento.

8.5.3.2 Forro de gesso liso

Devem ser seguidas as recomendações e manuais técnicos dos FABRICANTES quanto a cuidados relativos a transporte, manuseio, armazenamento (em locais secos) e montagem das peças.

A execução deve ser feita por mão de obra especializada. A estrutura deve ser reforçada nos pontos de fixação de luminárias, quando houver. Na hipótese de ser necessária pintura sobre o gesso, sua superfície deve receber tratamento com selador.

São previstas juntas de dilatação junto aos pilares, paredes e divisórias, empregando perfis de arremate, para um perfeito acabamento.

8.5.3.3 Forro de gesso acartonado

Devem ser seguidas as recomendações e manuais técnicos dos FABRICANTES quanto a cuidados relativos a transporte, manuseio, armazenamento (em locais secos) e montagem das peças. A execução deve ser feita por mão de obra especializada, seguindo as diretrizes da NBR 16591, como indicado a seguir:

- Quando necessário, proteger o piso da área que vai receber as placas de gesso no teto;
- Montar andaime no ambiente para facilitar a colocação das placas de gesso no teto;
- Lançar os pontos de nível de acordo com a altura prevista no projeto;
- Transferir os pontos de nível para outros marcadores de referência indicados no ambiente;
- Traçar uma linha de nível nas paredes do ambiente utilizando linha de náilon ou marcador apropriado;
- Recomenda-se modular o forro de modo a utilizar o maior número possível de placas inteiras;
- Com base na cota estabelecida para o nível do forro, demarcar na parede referências de nível e de alinhamento das placas em relação à cota de piso pronto;
- Marcar e fixar os pinos de aço no teto (fundo das lajes) e/ou estrutura auxiliar, de forma que fiquem preferencialmente na posição vertical, caso não seja possível primar para que tenham comprimento próximos. Aplica-se no mínimo um tirante por placa;
- Os tirantes devem ser fixados preferencialmente com prumo. Quando não for possível, utilizar mais um tirante na diagonal oposta, de modo a não criar esforços horizontais nas placas de gesso;
- Na colocação da primeira placa, fixar os tirantes no elemento de fixação inserido na placa. Sendo necessária a colocação de mais dois pontos de fixação em duas outras extremidades, perfurar a placa;
- Os furos de fixação do tirante na placa devem ser tampados e reforçados com compósito fibroso;
- Na colocação das placas seguintes, a segunda placa deve se encaixar na primeira, e assim sucessivamente, atingindo o perfeito nivelamento das placas e garantindo sua fixação;
- Conferir constantemente o nivelamento do forro. Os tirantes devem ficar preferencialmente na vertical e com comprimentos uniformes (Figura 9);
- As placas devem ser travadas entre si e chumbadas pontualmente nos reforços laterais com compósito fibroso ou gesso cola em cada aresta e na base dos tirantes;
- Concluídas as etapas anteriores, as demais placas permanecem com um tirante por ponto de fixação, fazendo-se necessário uma perfuração na última placa, facilitando a aplicação e nivelamento desta;
- Rejuntar o forro com pasta de gesso conforme o projeto e concluir com acabamento necessário.

As juntas de dilatação são recomendadas para ambientes com áreas maiores do que 10 m² e nos primeiros e últimos pavimentos da obra (10 % do número de pavimentos total do prédio, sendo 5 % para os primeiros andares e outros 5 % para os últimos). A junta de dilatação (gesso ou material não oxidável) deve ser prevista em projeto, sendo utilizada para evitar danos causados pelos movimentos diferenciais entre o forro e a estrutura de vedação.

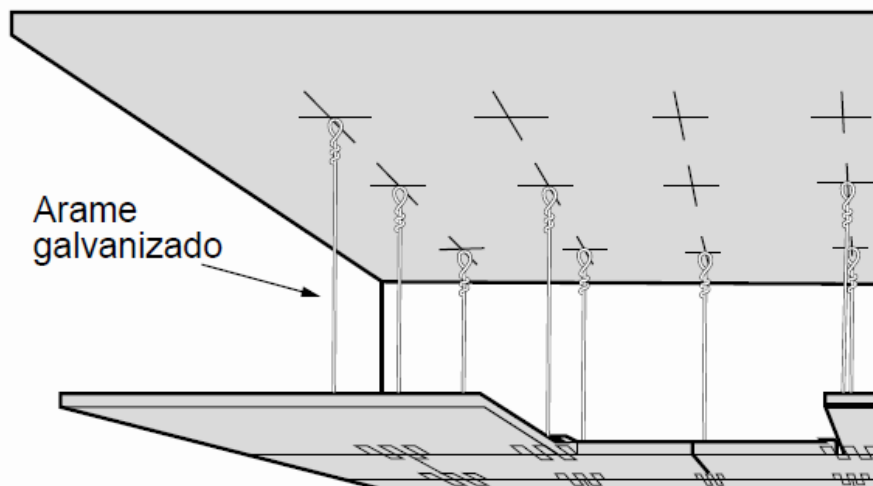


Figura 9 - Posição dos tirantes apresentado na NBR 16591. Fonte: ABNT (2017).

As placas devem ser travadas entre si e chumbadas pontualmente nos reforços laterais com compósito fibroso ou gesso cola em cada aresta e na base dos tirantes.

Depois de encerrado o sistema de fixação das placas na estrutura procede-se a fase de acabamento. Deve-se rejuntar o forro com pasta de gesso conforme o projeto e concluir com acabamento necessário.

Após o processo de montagem do forro, este deve apresentar uma superfície regularizada e homogênea, isenta de resíduos na superfície, preparada para receber o acabamento final.

8.5.3.4 Forro de PVC

A estrutura de sustentação pode ser em aço, alumínio ou madeira. Deve ser conferido e marcado o nivelamento, e devem ser previstas juntas de dilatação junto aos pilares, colunas, paredes e divisórias, empregando perfis de arremate para um perfeito acabamento.

A dimensão e o espaçamento entre os elementos das estruturas primária e secundária devem ser informados no manual de instalação do fabricante do perfil de PVC para forro, obedecendo às modulações do forro. Recomenda-se que o espaçamento máximo adotado seja de 60 cm na estrutura primária (A da Figura 10) e de 120 cm para estrutura secundária (B da Figura 10).

Para os forros em placa, deve ser instalada uma rede de perfis “T” galvanizados ou de alumínio, sobre os quais se acomodarão as peças do forro.

Para os forros em perfil, deve ser confirmada a direção em que serão instaladas as régua.

A disposição e fixação do sistema de suporte deve ser executada colocando-se a estrutura na direção inversa do sentido do forro, com alinhamento dos apoios e nivelamento perfeito dos arremates nas laterais.

As placas de PVC rígido são cortadas com lâminas abrasivas ou serras de dentes finos e com trava não acentuada. O comprimento das chapas de forro de PVC é cerca de 5 mm menor do que o vão a ser forrado, em todas as extremidades junto às paredes ou às junções, para permitir a livre dilatação do material.

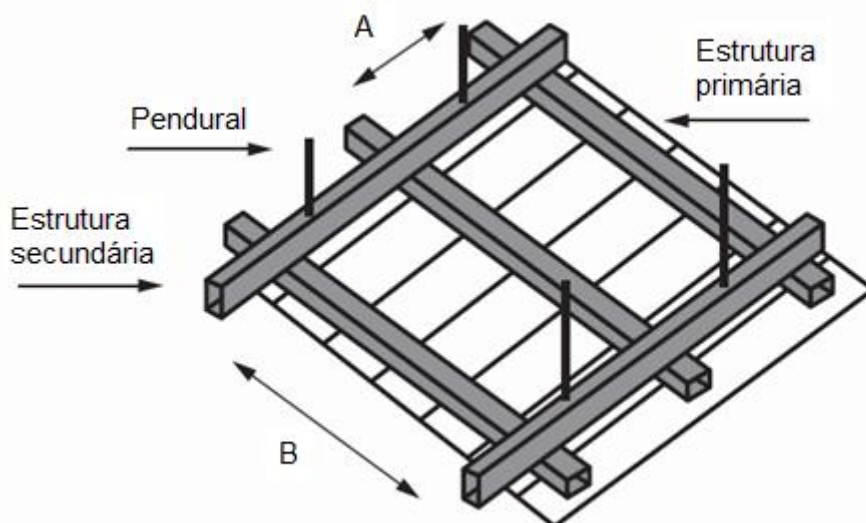


Figura 10 - Espaçamentos recomendados para a estrutura primária (A) e secundária (B) apresentado na NBR 14285-3. Fonte: ABNT (2018).

A instalação do forro deve ser iniciada com a colocação da primeira régua em um dos cantos já com arremates, e a sequência de colocação prosseguirá com o encaixe das régua através do sistema macho e fêmea até o último perfil.

A fixação das abas com rebites, pregos ou parafusos deve ser feita de maneira a evitar o puncionamento do perfil de PVC no local de fixação.

O forro de PVC não deve ficar em contato com fontes de calor superiores a 45 °C. Para tanto, as canalizações que porventura passarem sobre as placas do forro e que conduzam fluidos aquecidos devem ser adequadamente isoladas.

O armazenamento das placas é feito em local abrigado de poeiras e intempéries, com empilhamento



máximo de até 60 placas. Todas as precauções devem ser tomadas para evitar-se que as chapas sejam submetidas a esforços que possam ocasionar deformações. Recomenda-se o uso de papelão ondulado, lona ou outro material adequado como proteção provisória.

Recomenda-se o uso de luvas de borracha durante o manuseio das chapas de forro, mantendo os perfis e placas limpos e sem marcas.

Os pinos de cravação a serem empregados devem estar em conformidade com a carga estabelecida em projeto. Opcionalmente, podem ser utilizadas buchas de náilon embutidas na laje. Os parafusos são galvanizados ou em aço inoxidável.

O atirantamento é feito com emprego de fitas gravadas, providas de terminal para encaixe no porta-painel (longarinas) e cursor para permitir o nivelamento perfeito, e são tratadas por processo eletrolítico zinco-bicromatizado.

As fitas de sustentação podem ser substituídas por tirantes de arame de aço galvanizado e regulador com mola (tipo borboleta), para permitir o perfeito nivelamento da estrutura do forro.

8.5.4 Critérios de medição e pagamento

8.5.4.1 Medição

É efetuada por metro quadrado (m²) considerando a área real forrada descontando-se toda e qualquer descontinuidade e acrescentando o desenvolvimento de eventuais espalas, dobras, faixas, etc. As áreas ocupadas por luminárias não são descontadas. Na memória de cálculo de medição deve estar separado o tipo de forro, conforme especificado em projeto.

8.5.4.2 Pagamento

É efetuado ao preço unitário contratual, que contempla o fornecimento e instalação de forro, inclusive perdas e todas as estruturas de sustentação, peças de fixação e juntas de dilatação.

8.6 CALHAS, CONDUTORES, RUFOS E CONTRA RUFOS

8.6.1 Definições

Entende-se por calhas, condutores, rufos e contra rufos, o conjunto de dispositivos de captação de águas pluviais das coberturas de uma construção.

8.6.2 Condições Gerais

O dimensionamento hidráulico e especificação das calhas e condutores deve seguir as determinações da NBR 10844. O caimento das calhas deve ser de, no mínimo, 0,5 % na direção e sentido de dois pontos de drenagem, e devem ser considerados os problemas decorrentes dos desníveis impostos.

As superfícies das lajes impermeabilizadas devem possuir também 0,5 % de declividade mínima.

Tendo em vista as condições desejáveis de manutenção, as calhas devem ser acessíveis sem que sejam necessários dispositivos especiais para inspeção e limpeza.

A execução das calhas de águas pluviais deve obedecer às prescrições relacionadas no projeto hidráulico, no que diz respeito ao tipo de material, dimensões e declividade.

Os condutores devem ser instalados, sempre que possível, em uma única prumada. Quando houver necessidade de desvios devem ser utilizadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, sempre com peças de inspeção.

O dimensionamento dos condutores verticais deve seguir as especificações da NBR 10844, e o diâmetro mínimo é de 75 mm.

8.6.3 Calhas

Calhas podem ser executadas de diferentes materiais como metal, concreto e alvenaria. A mais utilizada está listada abaixo.

8.6.3.1 Calhas metálicas

Confeccionadas em chapa galvanizada de aço, ferro, zinco ou alumínio, com espessura usual entre 0,5 e 0,65 mm. Na confecção das calhas é escolhido o "corte" que evite a necessidade de emendas no sentido longitudinal, sendo estas terminantemente proibidas. Observar caimento mínimo de 0,5 %.

A emenda no sentido transversal é feita por trespasse e utilização de rebites especiais. Deve ser executada a vedação com selantes apropriados de alta aderência de modo a não permitir o extravasamento das águas

entre as chapas. As emendas dos diversos segmentos das calhas são executadas de modo a garantir o recobrimento mínimo de 0,05 m.

Caso haja, no projeto arquitetônico, especificação para pintura da calha, a mesma deve obedecer às prescrições contidas no Capítulo 17 - Pintura, deste Caderno de Encargos.

A fixação de peças em chapas galvanizadas deve obedecer aos detalhes indicados em projeto. O projeto deve prever a fixação através de pregos de aço inox, rebites de alumínio, parafusos galvanizados e buchas plásticas, embutidos com argamassa ou com utilização de selantes.

8.6.3.2 Condutores

As contribuições coletadas pelas calhas são conduzidas aos condutores verticais. As especificações para os condutores, se encontram referenciadas no Capítulo 10 - Instalação Hidrossanitária, deste Caderno de Encargos.

8.6.3.2.1 Metálicos

Nos condutores horizontais podem ser utilizados tubos e conexões de aço galvanizado, folha de flandres zincada, ou cobre.

Nos condutores verticais: tubos e conexões de aço galvanizado, e ainda chapas de aço galvanizado, folha de flandres zincada, chapas de cobre, aço inoxidável ou alumínio.

8.6.3.2.2 PVC

São utilizados tubos de PVC rígido, ponta e bolsa com anel de borracha, diâmetros nominais 100 mm e 150 mm, 200 mm, 250 mm e 300 mm, e seus acessórios:

- Curva 87°30' de PVC com anel de borracha, na extremidade inferior dos condutores verticais;
- Joelho 45° de PVC com anel de borracha, nas mudanças de direção dos tubos;
- Joelho 90° de PVC com anel de borracha, nas descidas dos tubos;
- Luva de PVC com anel de borracha, na união dos tubos;
- "T" de inspeção de PVC esgoto, nos condutores verticais.

8.6.3.3 Rufos e contra rufos

São geralmente executados em chapas de aço galvanizado, alumínio ou aço inox. Devem ser instalados e fabricados de acordo com projeto e especificações.

Utilizar para a fixação nas alvenarias argamassa de cimento e areia no traço 1:3. Os rufos após assentados devem ficar totalmente estanques. A Figura 11 a seguir apresenta, esquematicamente, alguns tipos de rufos numa interligação da calha com condutor vertical.

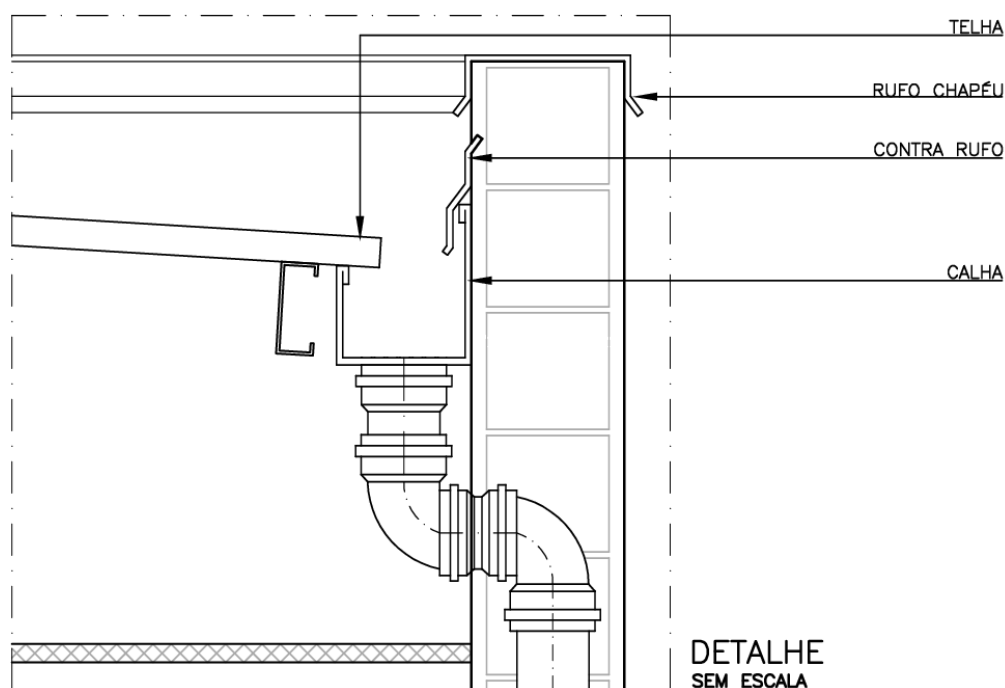


Figura 11 - Interligação da calha / Condutor vertical. Fonte: Elaboração própria. Nota: Desenho elaborado em 10/03/2023.

8.6.4 Controle

Antes de autorizar a execução dos revestimentos de forros, verificar os elementos construtivos previstos em projeto.

Verificar sistematicamente as seções, a espessura das paredes, o tratamento anticorrosivo (se for o caso) e a forma de colocação das calhas, dos condutores de águas pluviais, dos rufos e dos contra rufos, confrontando-os com o detalhamento executivo e com as especificações de projeto.

A chapa das calhas, condutores, rufos e contra rufos devem ter espessura uniforme, galvanização perfeita, isenta de nódulos e pontos de ferrugem, sem apresentar fissuras nas bordas e dobras. Verificar acuradamente seu adequado caimento em direção aos pontos de escoamento.

No caso de calhas ou rufos embutidas em platibandas ou alvenarias, verificar se as mesmas foram prévia e adequadamente instaladas, soldadas e testadas quanto a seu funcionamento e à inexistência de defeitos e/ou vazamentos. Verificar se o recobrimento mínimo é respeitado, e os pontos de impermeabilização.

8.6.5 Critérios de medição e pagamento

8.6.5.1 Calhas, rufos e contra rufos

8.6.5.1.1 Medição

É efetuada por metro (m), considerando o desenvolvimento real da seção implantada. A memória de cálculo de medição deve estar separada por tipo de chapa, conforme especificado em projeto.

8.6.5.1.2 Pagamento

A composição de custo contempla o fornecimento, instalação e todas as ferramentas e mão de obra utilizados na execução do serviço.

8.7 REFERÊNCIAS

IBRAOP. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. PROC IBR EDIF 041/2015 - Verificar a qualidade e a quantidade dos serviços na execução de cobertura. Florianópolis, 2015. 6p.

LIMA, M. I. S. C. - Manual de Construção Civil - Técnicas Construtivas, Editora 2B Educação, Salvador, 2021, 220p.

NBR 7190:2022 - Projeto de estruturas de madeira.



NBR 7196:2020 - Folha de telha ondulada de fibrocimento.

NBR 7581-1:2014 - Telha ondulada de fibrocimento - Parte 1: Classificação e requisitos.

NBR 14285:2018 - Perfil de PVC rígido para forros - Requisitos.

NBR 14513:2022 - Telhas de aço de seção ondulada e trapezoidal - Requisitos.

NBR 14715-1:2021 - Chapas de gesso para Drywall - parte 1: Requisitos.

NBR 15310:2009 - Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio.

NBR 15575-5:2021 - Edificações habitacionais - Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

NBR 15758-2:2009 - Sistemas construtivos em chapas de gesso para Drywall - Projeto e procedimentos executivos para montagem parte 2: Requisitos para sistemas usados como forros.

NBR 16382:2015 - Placas de gesso para forro - Requisitos.

NBR 16591:2017 - Execução de forro autoportante com placas de gesso - Procedimento.

NR-18 - Norma Regulamentadora 18 (NR-18).

YAZIGI, W. A Técnica de Edificar. Segunda Edição. São Paulo, Pini, 1999. 639p.