



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 de Informações e Procedimentos Técnicos – DPIT-SD

Gerência de Normas e Padrões Técnicos – GENPA-SD

PROCEDIMENTOS DE PROJETOS SUDECAP

Este documento faz parte dos Procedimentos de Projetos SUDECAP disponíveis 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 25

ESTRUTURA DE COBERTURA

PUBLICAÇÃO: 11/08/2023

SUMÁRIO

25	ESTRUTURA DE COBERTURA.....	25-2
25.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	25-2
25.2	CONDIÇÕES ESPECÍFICAS.....	25-2
25.3	DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO	25-6
25.4	NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES.....	25-10
	REFERÊNCIAS	25-11

25 ESTRUTURA DE COBERTURA

25.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A estrutura de uma cobertura é composta por diversos elementos, entre eles: tesouras, vigas e engradamento. O objetivo desta estrutura é viabilizar a construção e a estabilidade da cobertura, sendo imprescindível apresentar, conforme as exigências da norma de desempenho, “um nível satisfatório de segurança contra a ruína e não apresentar avarias ou deformações e deslocamentos que prejudiquem a funcionalidade do sistema de cobertura ou dos sistemas contíguos, considerando-se as combinações de ações passíveis de ocorrerem durante a vida útil” do empreendimento. (ABNT, 2021, p.7).

A definição do sistema estrutural de cobertura a ser executado na obra deve ser feito em conjunto entre a CONTRATADA e a FISCALIZAÇÃO levando-se em consideração aspectos técnicos, logísticos e legais, por exemplo:

- Execução: influência no prazo do empreendimento (fabricação de peças metálicas para posterior montagem, montagem de estruturas de madeira no canteiro de obra);
- Materiais disponíveis: espécies de madeira disponíveis no mercado regional ou peças metálicas sem estruturas longas (evitar peças com dimensões inviáveis de serem montadas em obra);
- Mão de obra: quantidade e qualificação dos operários para a execução da estrutura;
- Peso: influência no tipo e na quantidade de elementos da laje;
- Desempenho térmico dos materiais: influência no conforto térmico do empreendimento;
- Requisitos de segurança: influência das características dos materiais (por exemplo: resistência aos esforços em função da altura ou dos vãos);
- Custo global das soluções em função da disponibilidade dos materiais próximos da obra, da disponibilidade e qualidade da mão de obra, da disponibilidade do espaço para armazenamento dos materiais, do gerenciamento dos resíduos, dos tipos e forma de aquisição dos equipamentos necessários, etc.

Neste capítulo, são abordadas as diretrizes para elaboração e apresentação dos projetos de detalhamento estrutural da cobertura da edificação. O projeto da estrutura da cobertura deve ser elaborado simultaneamente com todos os demais projetos do empreendimento para que todas as soluções propostas estejam compatibilizadas. Para elaborar o projeto de estrutura da cobertura, o(s) RESPONSÁVEL(IS) TÉCNICO(S) deve(m) apoiar-se nas informações pertinentes produzidas no LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PRELIMINARES, no LEVANTAMENTO DE DADOS, como:

- Prospecções e levantamentos realizados para verificar as condições de segurança dos elementos estruturais existentes no empreendimento e das construções existentes na área de influência da cobertura;
- Projeto de arquitetura.

Conforme definido na legislação e nas normas técnicas vigentes, antes da fase de construção, preferencialmente durante as ETAPAS DE PROJETOS, o projeto de estrutura de cobertura deve ser objeto de Avaliação da Conformidade do Projeto Estrutural, a ser realizada por profissional habilitado, independente e diferente do RESPONSÁVEL TÉCNICO do projeto. A descrição desse serviço está contida no Apêndice IV.

25.2 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

Nos tópicos seguintes, são apresentadas algumas diretrizes de concepção do projeto de estrutura de cobertura, que devem ser avaliadas pelo RESPONSÁVEL TÉCNICO e entendidas como balizadoras e não restritivas e/ou exclusivas, sendo primordial o conhecimento e o atendimento aos demais princípios técnicos e científicos aplicáveis.

25.2.1 Concepção

As soluções do projeto de estrutura da cobertura devem ser propostas compatibilizadas com as soluções dos demais projetos do empreendimento, como arquitetura, urbanismo, estrutural, das instalações elétricas e eletrônicas, hidrossanitárias e mecânicas, etc., em todas as ETAPAS DE PROJETO, para que todos os detalhes que interferem com os sistemas sejam elaborados em conjunto, de forma a estarem perfeitamente harmonizados entre si e visando:

- Fornecer os subsídios necessários para que as alternativas de partido arquitetônico não venham a ser inviabilizadas técnica, econômica ou esteticamente por fatores estruturais;

- Fornecer o posicionamento e dimensões das peças estruturais que vierem a servir de condicionante na definição dos projetos de arquitetura e/ou urbanismo do empreendimento;
- Fornecer as informações necessárias para a elaboração do Plano de Execução da Obra (PEO) – Apêndice III.
- Conhecer todas as instalações e utilidades a serem implantadas no empreendimento, que sejam condicionantes na escolha e dimensionamento do sistema estrutural, como o Sistema de Proteção Individual de Queda (SPIQ), comumente chamado de Linha de Vida, descrito no Apêndice III;
- Retirar os subsídios para o cálculo definitivo das ações atuantes no empreendimento a partir da análise do projeto como um todo - desenhos e especificações.

Na concepção do projeto de estrutura de cobertura o RESPONSÁVEL TÉCNICO deve escolher esquemas estruturais e materiais para a execução da estrutura que conduzam aos melhores resultados tanto do ponto de vista técnico quanto econômico e funcional, adequando-os às condições da obra. Nesse sentido, é imprescindível atender aos critérios usuais da Teoria e Estabilidade das Estruturas e a todos os requisitos estabelecidos nas normas técnicas vigentes, conforme o caso, por exemplo:

- Classe de agressividade ambiental da região;
- Nível de controle de qualidade da execução da estrutura;
- Tipo de ambiente e grau de agressividade;
- Vida útil do projeto;
- Estanqueidade e/ou drenagem dos elementos em relação à água de chuva e de limpeza;
- Acesso para inspeção e manutenção;
- Especificação dos acabamentos e proteções das peças estruturais;
- Características dos materiais;
- Segurança contra incêndio;
- Ações a serem aplicadas na estrutura de cobertura:
 - Cargas permanentes;
 - Cargas variáveis/acidentais (pessoas, mobiliário, veículos, granizo, materiais diversos, etc.);
 - Sobrecarga de utilização;
 - Ações devidas ao vento, para evitar o arrancamento das telhas;
 - Imperfeições globais;
 - Variações volumétricas (retração, variação térmica, etc.);
 - Ações dinâmicas de equipamentos;
 - Ações decorrentes da execução da obra;
 - Ações excepcionais;
 - Ações provenientes de estruturas complementares.
- Trabalho das peças em regime de serviço e com segurança adequada ao estado de ruína;
- Cálculos dos deslocamentos e da resistência ~~dever-se~~ elaborados com base nas propriedades dos materiais e nas normas técnicas vigentes.

25.2.2 Materiais e Técnicas Construtivas

A racionalização dos processos construtivos deve ser levada em consideração objetivando a redução dos prazos e custos da obra, bem como a possibilidade de aumento da qualidade da construção. Assim, deve-se analisar as especificações do Caderno de Encargos SUDECAP para utilização de materiais e esquemas de execução e verificar a possibilidade de adoção de materiais, processos e elementos padronizados e industrializados no projeto do empreendimento e seus elementos, bem como:

- Propor técnicas construtivas adequadas à indústria, aos materiais e à mão de obra locais;
- Propor soluções compatíveis com a disponibilidade financeira da CONTRATANTE;
- Priorizar soluções que contribuam para a redução e racionalização do consumo de materiais, bem como para a minimização do desperdício e da geração de resíduos, como modulação, padronização e flexibilidade dos componentes;
- Analisar o ciclo de vida, a energia incorporada, a operação e a manutenção dos materiais, componentes e sistemas construtivos;
- Priorizar a utilização de materiais atóxicos e sem compostos orgânicos voláteis (COV), recicláveis ou reciclados;
- Especificar madeiras e outros materiais certificados, priorizando a utilização de madeiras de florestas plantadas e espécies exóticas (eucalipto, pinus, teca, etc.);
- Considerar as medidas necessárias à preservação da madeira, quando esta tiver finalidade

estrutural, conforme definido na NBR 7190 e ilustrado na Figura 25.1:

- a) definição do nível de desempenho necessário para o componente ou estrutura de madeira, como: vida útil, responsabilidade estrutural e garantias comerciais e legais;
- b) avaliação dos riscos biológicos aos quais as madeiras são submetidas durante a sua vida útil: ataque de fungos e insetos xilófagos e/ou perfuradores marinhos;
- c) Definição da espécie de madeira adequada ao uso e da necessidade do tratamento preservativo considerando: durabilidade natural da espécie, tratabilidade, processo de tratamento e produtos preservativos disponíveis. O tratamento preservativo faz-se necessário se a espécie escolhida não for naturalmente durável para a categoria de uso considerada e/ou se a madeira contém alborno, porção naturalmente suscetível ao ataque de organismos xilófagos;
- d) escolha do processo de tratamento da madeira e do produto preservativo adequados. (ABNT, 2022, p.80).

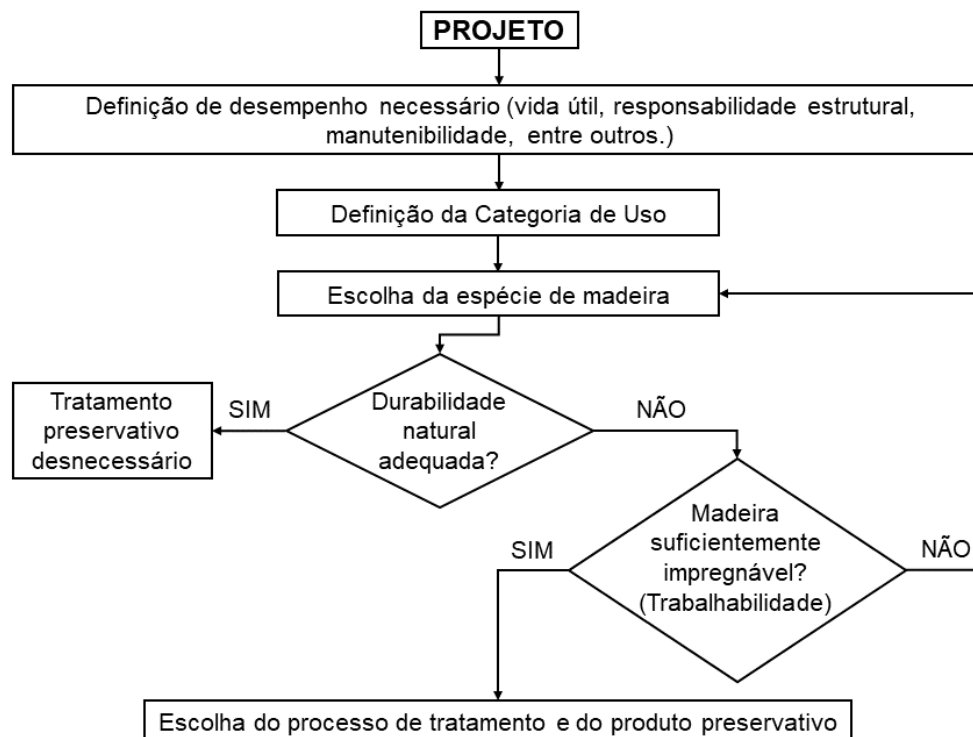


Figura 25.1 - Fluxograma do processo de decisão do tratamento preservativo da madeira. Fonte: Adaptado de ABNT (2022).

- Prever o uso de dispositivos ancorados na estrutura principal, quando a cobertura tiver declividades superiores a 30%, para permitir o engate de equipamentos de proteção individual, como cordas, cintos de segurança, etc.;
- Especificar materiais de fácil execução, conservação e manutenção e que atendam aos parâmetros de desempenho, por exemplo:
 - Resistência mecânica;
 - Resistência a agentes naturais, químicos, físicos e biológicos;
 - Saúde, higiene e qualidade do ar;
 - Conforto térmico, acústico e luminíco;
 - Durabilidade;
 - Sustentabilidade;
 - Impacto ambiental.

- Definir revestimentos que apresentem resultados estéticos, tanto externa quanto internamente, compatíveis com os objetivos e a representatividade dos espaços urbanos e das edificações, priorizando soluções de materiais permeáveis nas áreas pavimentadas (vias, calçadas, sarjetas, estacionamentos, etc.);
- Especificar acabamentos e arremates que permitam acomodações para as diferenças de dilatação de materiais diferentes que não podem ser ligados diretamente.
- Priorizar a execução de ligações de aço parafusadas na obra;
- Observar as condições descritas na NBR 14762 em relação à flambagem distorcional (ilustrada na Figura 25.2) para a aplicação de aço no sistema construtivo da cobertura, considerando-a no dimensionamento das barras, por exemplo:
 - Para barras isoladas (25.2.a, 25.2.b, 25.2.c, 25.2.d), pode-se utilizar a teoria da estabilidade elástica para o cálculo dos esforços críticos de flambagem elástica distorcional;
 - Para barras com painel conectado a mesa tracionada e a mesa comprimida livre (25.2.e), deve-se utilizar o procedimento descrito no Anexo F da norma;
 - Os perfis U simples (sem enrijecedores de borda) dispõem dessa verificação, pois não são passíveis de flambagem distorcional, exceto em perfis submetidos à flexão com painel conectado à mesa tracionada e à mesa comprimida livre, onde a flambagem distorcional do conjunto alma-mesa comprimida pode corresponder ao modo crítico.

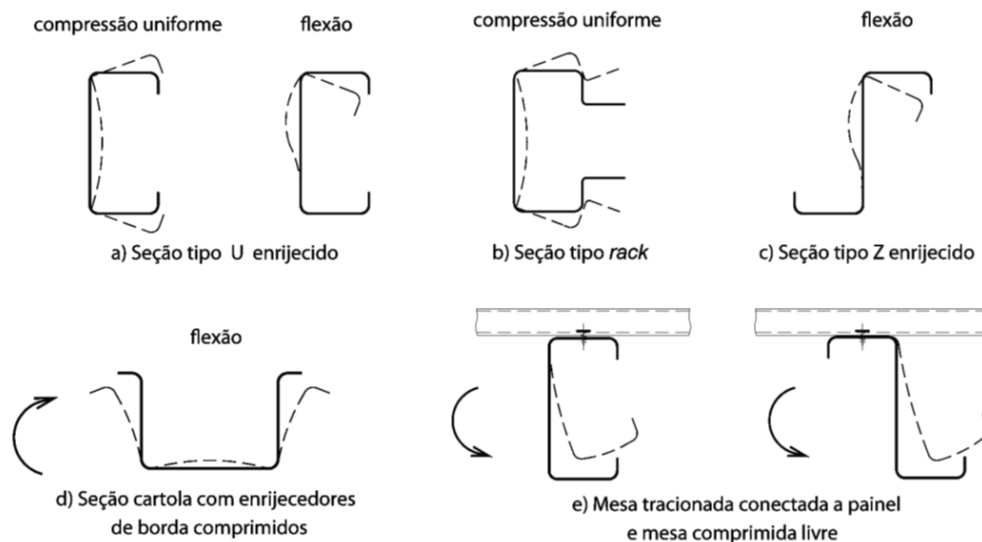


Figura 25.2 - Flambagens distorcionais da seção transversal. Fonte: ABNT, 2010.

25.2.3 Ensaios

A fim de garantir que o material recebido para a execução da estrutura atenda à segurança definida nos projetos, devem ser realizados ensaios nesses materiais durante a execução da obra. A seguir são apresentados ensaios mínimos aplicáveis às estruturas de cobertura, os quais devem ser indicados e podem ser complementados com outros prescritos em normas técnicas que o RESPONSÁVEL TÉCNICO considerar pertinentes, em função da especificidade da estrutura considerada:

- Ensaio de Resistência ao Impacto (telhado):
 - Consiste em aplicar impacto de corpo duro no telhado, a fim simular a ação de granizo, pedras, etc.;
 - Deve ser realizado conforme a NBR 15575-5:2021;
 - Amostragem: Corpo de prova de pelo menos 1,00 (um) m² ou o maior vão entre apoios e o maior balanço permitido no manual de instalação.
- Ensaio de Resistência ao Caminhamento (telhado):
 - Consiste em aplicar uma carga concentrada no telhado, para simular operações de montagem e manutenção do telhado;

- Deve ser realizado conforme a NBR 15575-5:2021;
- Amostragem: Pelo menos 1 (um) corpo de prova.
- Ensaio de Resistência ao Vento (telhado):
 - Consiste em aplicar pressão no corpo de prova por meio de balão inflável e impermeável de PVC a fim de verificar se ocorre ruptura ou fissuramento das telhas, ou se estas se desprendem da fixação;
 - Deve ser realizado conforme a NBR 15575-5:2021;
 - Amostragem: Pelo menos 1 (um) corpo de prova com três telhas com a sua largura total.

Observações:

- **O RESPONSÁVEL TÉCNICO deve indicar todos os ensaios nos documentos do projeto e inclui-los na Planilha de Serviços e Quantitativos para que eles sejam feitos de forma independente dos efetuados pelo(s) fornecedor(es);**
- **Em relação aos ensaios necessários para caracterização das madeiras a serem utilizadas na estrutura do sistema de cobertura, o RESPONSÁVEL TÉCNICO deve elaborar as justificativas técnicas e detalhar as condições para a sua realização em função dos tipos e das espécies considerados na concepção do projeto.**

25.3 DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DO PROJETO

O projeto de estrutura de cobertura deve ser elaborado em duas ETAPAS DE PROJETO sucessivas: Projeto Básico e Projeto Executivo. O desenvolvimento consecutivo destas etapas tem como ponto de partida o escopo contido no PINE e confirmado ou definido no Relatório de Conhecimento do Empreendimento, o Estudo Preliminar do empreendimento e os Anteprojetos de todas as disciplinas do empreendimento, que deve apresentar as características de todos os espaços necessários à realização das atividades previstas para o empreendimento.

Nos tópicos seguintes, estão listados os documentos técnicos específicos do projeto de estrutura de cobertura que devem ser apresentados em cada ETAPA DE PROJETO, com seus respectivos conteúdos, em complementação aos documentos gerais do projeto do empreendimento, como o Memorial Descritivo, a Planilha de Serviços e Quantitativos, o Plano de Execução da Obra, etc. Dependendo das especificidades do empreendimento, conforme avaliação do RESPONSÁVEL TÉCNICO e/ou da FISCALIZAÇÃO, podem ser necessárias informações e/ou representações além das listadas.

Os conteúdos dos documentos técnicos apresentados em 25.3.1 e 25.3.2 foram estabelecidos conforme as seguintes definições da Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEM), que tratam sobre o projeto de estruturas de aço e foram extrapoladas para as estruturas de madeira da cobertura:

Desenhos de Fabricação: Desenhos, geralmente preparados pelo Fabricante da estrutura, com detalhamento de cada peça da Estrutura, contendo todas as informações necessárias à sua produção na fábrica.

Desenhos de Montagem: Desenhos, geralmente preparados pelo Fabricante da estrutura, que identificam, mostram a locação, posicionamento e fixação de cada peça na Estrutura a ser montada.

Desenhos de Projeto: São desenhos preparados pelo Projetista que mostram a concepção da Estrutura, sua locação, níveis, eixos e filas, com a locação e todas as principais dimensões. Estes desenhos incluem: Plantas de Base, plantas de níveis, elevações, vistas laterais e frontais, seções, indicação e especificação de materiais, indicação de bitolas, tipos de ligação, detalhes típicos, peso estimado e notas explicativas. Estes desenhos geralmente fazem parte dos Documentos Contratuais. (ABCEM, 2010, p. 8).

Os “Desenhos de Projeto” devem ser desenvolvidos pelo RESPONSÁVEL TÉCNICO nas ETAPAS DE PROJETO. A elaboração dos “Desenhos de Fabricação” e dos “Desenhos de Montagem” deve ser prevista no EDITAL da obra do empreendimento, para que possa ser desenvolvida pelo FABRICANTE durante a execução da obra.

Todos os desenhos técnicos do projeto de estrutura de cobertura devem conter, ou junto ao desenho ou no formato:

- Escala(s) utilizada(s);
- Unidade(s) de medida(s) adotada(s);
- Uma única referência de nível (RN) para todo o projeto em função do Levantamento Topográfico, podendo ser a cota real a partir das curvas de nível (por exemplo: +815,75) ou uma cota definida a partir das dimensões dos elementos construídos (por exemplo: +0,00);
- Legendas da representação diferenciada dos elementos do projeto, por exemplo:
 - Os elementos existentes, a serem ampliados e/ou reformados;
 - Os elementos a serem demolidos;
 - Elementos a serem construídos;
 - Os materiais de acabamento.

25.3.1 Projeto Básico

O Projeto Básico da estrutura geométrica deve apresentar os seguintes documentos técnicos específicos, com seus conteúdos e sua forma de apresentação:

- Diagrama unifilar;
- Planta(s):
 - Indicar o Norte;
 - Indicar todos os elementos e as peças da estrutura da cobertura: ripas, caibros, terças, tesouras, treliças, vigas, pontaletes, etc.;
 - Caracterizar os elementos do projeto com os quais possa haver interferências: acessos, fechamentos externos e internos, esquadrias e sentido da abertura, guarda-corpo, peitoris, tipo de telhas, tipo de lajes, inclinação e sentido das águas, calhas, rufos, cumeeiras, platibandas, enchimentos, dutos, *shafts* e equipamentos das instalações elétricas e eletrônicas, hidrossanitárias, mecânicas e demais elementos significativos – centrais de refrigeração, torres de arrefecimento, *fan-coils*, elevadores, reservatórios e suas capacidades, hidrantes, extintores de incêndio, quadros de distribuição elétrica, de telecomunicação, etc.;
 - Indicar todas as cotas dos elementos e peças da estrutura da cobertura;
 - Indicar os dispositivos de ancoragem e de engate de cordas, cintos de segurança e outros equipamentos de proteção individual, quando aplicável;
 - Indicar as cotas dos níveis;
 - Indicar as informações necessárias para o posicionamento dos elementos e das peças;
 - Indicar os eixos e as filas;
 - Marcar e nomear a projeção de elementos significativos acima ou abaixo do plano de corte;
 - Indicar de forma esquemática a localização das ações decorrentes dos equipamentos mais importantes que serão suportados pela estrutura;
 - Indicar a marcação de cortes e seções;
 - Indicar os detalhes e representá-los, em escalas ampliadas, quando necessário;
 - Apresentar em escala mínima 1:50 ou a critério da FISCALIZAÇÃO.
- Cortes, Elevações e Vistas:
 - Indicar todos os elementos e peças da estrutura da cobertura: ripas, caibros, terças, tesouras, treliças, vigas, pontaletes, etc.;
 - Caracterizar os elementos do projeto com os quais possa haver interferências: acessos, fechamentos externos e internos, esquadrias e sentido da abertura, guarda-corpo, peitoris, tipo de telhas, tipo de lajes, inclinação e sentido das águas, calhas, rufos, cumeeiras, platibandas, enchimentos, dutos, *shafts* e equipamentos das instalações elétricas e eletrônicas, hidrossanitárias, mecânicas e demais elementos significativos – centrais de refrigeração, torres de arrefecimento, *fan-coils*, elevadores, reservatórios e suas capacidades, hidrantes, extintores de incêndio, quadros de distribuição elétrica, de telecomunicação, etc.;
 - Indicar todas as cotas dos elementos e peças da estrutura da cobertura;
 - Indicar os dispositivos de ancoragem e de engate de cordas, cintos de segurança e outros equipamentos de proteção individual, quando aplicável;
 - Indicar os pontos de içamento previstos, quando aplicável;
 - Indicar as contraflechas de vigas, inclusive de vigas treliçadas;
 - Indicar de forma esquemática a localização das ações decorrentes dos equipamentos mais importantes que serão suportados pela estrutura;
 - Indicar a marcação de cortes e seções;

- Indicar os detalhes e representá-los, em escalas ampliadas, quando necessário;
- Apresentar em escala mínima 1:50 ou a critério da FISCALIZAÇÃO.
- Detalhes construtivos:
 - Caracterizar os elementos estruturais específicos (tesouras, vigas, terças, treliças, etc.);
 - Representar as ligações principais e secundárias, indicando o tipo de aperto dos parafusos, quando aplicável;
 - Indicar as dimensões e detalhes para colocação de chumbadores, quando aplicável;
 - Indicar os pontos de ancoragem do SPIQ (Linhas de Vida) e suas capacidades para cada direção;
 - Indicar, quando o método construtivo for condicionante para a execução da estrutura, os pontos de içamento previstos e os pesos das peças da estrutura, além de outras informações que se demonstrarem relevantes;
 - Representar as regiões onde há cruzamento das peças;
 - Representar os elementos do projeto em Plantas, Cortes e Elevações;
 - Apresentar em escala mínima 1:15 ou a critério da FISCALIZAÇÃO.
- Notas (de acordo com as soluções adotadas):
 - Classificação e tipo de aço;
 - Características das madeiras especificadas;
 - Consumo de materiais (quadro de aço, madeiras, etc.);
 - Resistência característica à compressão dos elementos estruturais;
 - Tipos de acabamento (galvanização, pintura, etc.);
 - Necessidade de proteção ativa e passiva contra incêndio da estrutura de aço;

25.3.2 Projeto Executivo

Os seguintes documentos técnicos específicos, com seus conteúdos e sua forma de apresentação compreendem o Projeto Executivo de estrutura de cobertura:

- Diagrama unifilar;
- Planta(s):
 - Indicar o Norte;
 - Indicar todos os elementos e as peças da estrutura da cobertura: ripas, caibros, terças, tesouras, treliças, vigas, pontaletes, etc.;
 - Caracterizar os elementos do projeto com os quais possa haver interferências: acessos, fechamentos externos e internos, esquadrias e sentido da abertura, guarda-corpo, peitoris, tipo de telhas, tipo de lajes, inclinação e sentido das águas, calhas, rufos, cumeeiras, platibandas, enchimentos, dutos, *shafts* e equipamentos das instalações elétricas e eletrônicas, hidrossanitárias, mecânicas e demais elementos significativos – centrais de refrigeração, torres de arrefecimento, *fan-coils*, elevadores, reservatórios e suas capacidades, hidrantes, extintores de incêndio, quadros de distribuição elétrica, de telecomunicação, etc.;
 - Indicar todas as cotas dos elementos e peças da estrutura da cobertura;
 - Indicar os dispositivos de ancoragem e de engate de cordas, cintos de segurança e outros equipamentos de proteção individual, quando aplicável;
 - Indicar as cotas dos níveis;
 - Indicar as informações necessárias para o posicionamento dos elementos e das peças;
 - Indicar os eixos e as filas;
 - Marcar e nomear a projeção de elementos significativos acima ou abaixo do plano de corte;
 - Indicar de forma esquemática a localização das ações decorrentes dos equipamentos mais importantes que serão suportados pela estrutura;
 - Indicar a marcação de cortes e seções;
 - Indicar os detalhes e representá-los, em escalas ampliadas, quando necessário;
 - Indicar a metodologia adequada para a execução dos elementos, quando necessário;
 - Apresentar em escala mínima 1:50 ou a critério da FISCALIZAÇÃO.
- Cortes, Elevações e Vistas:
 - Indicar todos os elementos e peças da estrutura da cobertura: ripas, caibros, terças, tesouras, treliças, vigas, pontaletes, etc.;

- Caracterizar os elementos do projeto com os quais possa haver interferências: acessos, fechamentos externos e internos, esquadrias e sentido da abertura, guarda-corpo, peitoris, tipo de telhas, tipo de lajes, inclinação e sentido das águas, calhas, rufos, cumeeiras, platibandas, enchimentos, dutos, *shafts* e equipamentos das instalações elétricas e eletrônicas, hidrossanitárias, mecânicas e demais elementos significativos – centrais de refrigeração, torres de arrefecimento, *fan-coils*, elevadores, reservatórios e suas capacidades, hidrantes, extintores de incêndio, quadros de distribuição elétrica, de telecomunicação, etc.;
 - Indicar todas as cotas dos elementos e peças da estrutura da cobertura;
 - Indicar os dispositivos de ancoragem e de engate de cordas, cintos de segurança e outros equipamentos de proteção individual, quando aplicável;
 - Indicar os pontos de içamento previstos, quando aplicável;
 - Indicar as contraflechas de vigas, inclusive de vigas treliçadas;
 - Indicar de forma esquemática a localização das ações decorrentes dos equipamentos mais importantes que serão suportados pela estrutura;
 - Indicar a marcação de cortes e seções;
 - Indicar os detalhes e representá-los, em escalas ampliadas, quando necessário;
 - Indicar a metodologia adequada para a execução dos elementos, quando necessário;
 - Apresentar em escala mínima 1:50 ou a critério da FISCALIZAÇÃO.
- Detalhes construtivos:
 - Caracterizar os elementos estruturais específicos (tesouras, vigas, terças, treliças, etc.);
 - Representar as ligações principais e secundárias, indicando o tipo de aperto dos parafusos, quando aplicável;
 - Representar os detalhes de aberturas e furos em elementos estruturais, quando houver;
 - Indicar as dimensões e detalhes para colocação de chumbadores, quando aplicável;
 - Indicar os pontos de ancoragem do SPIQ (Linhas de Vida) e suas capacidades para cada direção;
 - Indicar, quando o método construtivo for condicionante para a execução da estrutura, os pontos de içamento previstos e os pesos das peças da estrutura, além de outras informações que se demonstrarem relevantes;
 - Representar as regiões onde há cruzamento das peças;
 - Representar as ligações com as alvenarias e platibandas, quando aplicável;
 - Representar os elementos do projeto em Plantas, Cortes e Elevações;
 - Apresentar em escala mínima 1:15 ou a critério da FISCALIZAÇÃO.
 - Notas (de acordo com as soluções adotadas):
 - Classificação e tipo de aço;
 - Características das madeiras especificadas;
 - Consumo de materiais (quadro de aço, madeiras, etc.);
 - Resistência característica à compressão dos elementos estruturais;
 - Tipos de acabamento (galvanização, pintura, etc.);
 - Necessidade de proteção ativa e passiva contra incêndio da estrutura de aço;
 - Sequência de execução de ligações importantes, para evitar o aparecimento de empenos ou tensões residuais excessivas;
 - Lista de parafusos, com suas localizações;
 - Procedimentos de execução;
 - Sequência de execução de ligações importantes, para evitar o aparecimento de empenos ou tensões residuais excessivas;
 - Procedimento de execução e os materiais a serem usados no caso de serviços de recuperação e/ou reforço de peças estruturais;
 - Procedimentos especiais (ensaios, soldas e inspeções, etc.), quando aplicável;
 - Restrições em relação a ligações (tipos, detalhe, etc.), quando aplicável;
 - Lista de materiais com o quantitativo dos componentes da estrutura metálica (perfis, chapas, parafusos, arruelas, porcas etc.).
 - Memória de cálculo de dimensionamento:
 - Descrição da estrutura;
 - Premissas, como se a especificação e o detalhamento das ligações utilizarão o método dos estados limites ou o método das tensões admissíveis;
 - Documentos de referência;

- Códigos e normas;
- Materiais;
- Softwares utilizados;
- Carregamentos (carga permanente (cp), sobrecarga (sc), vento, temperatura, equipamentos, excepcionais);
- Modelo: geometria e sistema estrutural (modelo estrutural, esquema estático dos eixos e filas, tabelas de entrada de dados no programa);
- Descrição do arranjo global tridimensional da estrutura;
- Verificação dos deslocamentos máximos;
- Verificação dos elementos estruturais quanto à resistência;
- Quadro de cargas, incluindo esforços cortantes, momentos, cargas axiais e forças de transferência que devem ser resistidas pelas barras e por suas ligações para permitir ao Fabricante especificar ou complementar os detalhes das ligações. Informar se os dados indicados estão fornecidos como cargas de serviço ou como cargas fatoradas.

25.4 NORMAS E PRÁTICAS COMPLEMENTARES

CBMMG IT 06 – Segurança Estrutural das Edificações.

CBMMG IT 09 – Carga de Incêndio nas Edificações e Áreas de Risco.

NBR 5643 – Telhas onduladas de fibrocimento sem amianto – Verificação da resistência a cargas uniformemente distribuídas.

NBR 5674 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.

NBR 6120 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações.

NBR 6123 – Forças devidas ao vento em edificações.

NBR 7190 – Projeto de estruturas de madeira.

NBR 7808 – Símbolos gráficos para projetos de estruturas.

NBR 8681 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.

NBR 8800 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.

NBR 9077 – Saídas de emergência em edifícios.

NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico – Procedimento.

NBR 12722 – Discriminação de serviços para construção de edifícios.

NBR 14323 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio.

NBR 14432 – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento.

NBR 14762 – Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.

NBR 15220 – Desempenho térmico de edificações.

NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho.

NBR 16752 – Desenho técnico – Requisitos para apresentação em folhas de desenho.

NBR 16775 – Estruturas de aço, estruturas mistas de aço e concreto, coberturas e fechamentos de aço – Gestão dos processos de projeto, fabricação e montagem – Requisitos.

NBR 16861 – Desenho técnico – Requisitos para representação de linhas e escrita.

NBR 17006 – Desenho técnico – Requisitos para representação dos métodos de projeção.

NBR 17067 – Desenho técnico – Requisitos para as especificidades das representações ortográficas.

NBR 17068 – Desenho técnico – Requisitos para representação de dimensões e tolerâncias.



REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA – ABCEM. **Execução de Estruturas de Aço:** Práticas recomendadas. 2010. Disponível em:

https://www.abcem.org.br/lib/php/_download.php?now=0&arq=produtos/prod_20170523101618_100528_execucao_de_estruturas_de_aco.pdf. Acesso em: 04 jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7190-1:** Projeto de estruturas de madeira. Parte 1: Critérios de dimensionamento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575-5:** Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.