

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ESTRUTURA DE CONCRETO, ESTRUTURA DE MADEIRA E FUNDAÇÕES

1. DIRETRIZES GERAIS

Os tipos de estrutura possíveis de serem adotadas em uma edificação devem ser estudados previamente pelos autores dos projetos de arquitetura e de estrutura visando estabelecer a melhor opção possível em função:

- de maior durabilidade;
- da necessidade de minimização dos custos futuros com manutenção e conservação;
- da facilidade e rapidez de execução das obras;
- da qualidade e facilidade de aquisição dos materiais a serem utilizados e mão-de-obra a ser contratada;

O padrão da PMPK é, preferencialmente, de estrutura de concreto armado convencional, com pilares, vigas e lajes (maciças ou nervuradas).

O projeto estrutural deve apresentar:

- Projeto de Fundações da edificação;
- Armação/detalhamento dos elementos de fundações;
- Projeto de Superestrutura – formas e cortes (no mínimo 2 cortes);
- Armação/detalhamento dos elementos da superestrutura (pilares, vigas, lajes, escadas, rampas, etc.);
- Todo o projeto estrutural deve obedecer rigorosamente às Normas Técnicas da ABNT;
- Todo o projeto, salvo em casos especiais, deve ser apresentado em formato A1;

Deverá ser apresentado projeto básico preliminar com as informações básicas de fôrmas (dimensões elementos estruturais), cortes, diâmetros de estacas, para aprovação pela fiscalização e posterior autorização para início do projeto executivo.

2. ESTRUTURA DE CONCRETO

O projeto da estrutura em concreto armado deve estar compatibilizado com os demais projetos especializados referentes à mesma edificação. Deve obedecer rigorosamente às prescrições da NBR-6118 na sua edição mais atualizada.

Na avaliação do carregamento o projetista deve obedecer rigorosamente às prescrições das NBR-6120 e NBR-6123. O projeto deve considerar as lajes do piso do térreo armadas, apoiadas sobre as cintas.

Para as peças de grandes vãos (lajes, vigas, etc.) deve ser prevista e indicada no projeto a correspondente contra-flecha, eventualmente necessária para compensar posteriores deformações.

Projeto Executivo:

O projeto executivo contém:

- Planta de locação dos pilares e suas fundações, com as respectivas cargas, indicando a posição da fundação em relação aos limites do terreno e/ou edificações vizinhas;
- Plantas de formas de todas as peças estruturais incluindo pelo menos 2 cortes;
- Detalhes das armaduras e formas dos elementos estruturais (pilares, vigas, lajes, sapatas, blocos, pilaretes, cintas, escadas, rampas, etc.);
- Formas e armação dos anexos: casa de máquinas, guarita, casa de lixo, casa de compressores, rampas de acesso, muros, fossa e filtro, bancos de concreto, jardineiras, cx de areia, etc...
- Resumo de aço, concreto e formas.
- Outras indicações julgadas convenientes ou necessárias.

Todas as pranchas deverão conter um conjunto de notas com os seguintes itens:

- Cotas e dimensões em centímetros, elevações em metro;
- Concreto f_{ck} = (no mínimo 25 MPa);
- Aço: CA – 50, f_{yk} = 500 MPa
- CA – 60, f_{yk} – 600 MPa
- Classe de Agressividade Ambiental adotada e Fator água/cimento
- CORR = medida corrida
- VAR = medida variável (e a descrição de outras abreviações, se houver)
- Recobrimentos das armaduras:
- Taxa admissível do terreno:
- Cargas utilizadas no cálculo de lajes:
- Conferir medidas no local.
- Indicar a convenção de pilares (que seguem, que morrem, que nascem)

No caso de reforma/ampliação indicar estrutura existente com hachura em planta chave e ficar atento as possíveis interferências entre os novos elementos estruturais e o existente, e premissas de execução como adoção de juntas e dificuldades de execução.

3. ESTRUTURA DE MADEIRA

O projeto de cobertura deve estar compatibilizado com os demais projetos especializados referentes a mesma edificação.

O projeto deve obedecer rigorosamente às prescrições da ABNT. Projeto

Executivo:

O projeto executivo contém, em plantas, cortes e elevações devidamente cotados:

As posições das tesouras, vigas ou arcos;

As posições dos caibros, terças, ripas, contraventamentos, pontaletes, peças horizontais de apoio, etc., bem como as medidas e seções de cada peça;

A espécie de madeira a utilizar com as respectivas bitolas, resistência adotada e consumo (para madeiras, em m³/m² de projeção horizontal do telhado);

Corte transversal e elevação das tesouras, vigas ou arcos, com todas as medidas e detalhes executivos;

Cortes longitudinais do telhado, com medidas e detalhes de caibros, terças, ripas, contraventamentos e outras peças;

Detalhes de talas, estribos, cavilhas, braçadeiras, mãos francesas, tábuas francesas, tábuas testeiras, beiras, etc;

Tabela com quantitativos de material feita separadamente por prancha, bem como o resumo das quantidades globais;

Outras indicações julgadas convenientes ou necessárias.

Deverá ser entregue detalhamento das calhas de drenagem da cobertura.

4. FUNDAÇÕES

O projeto deve obedecer às prescrições da NBR-6122 da ABNT.

Deve ser elaborado, tendo em vista a natureza do subsolo, revelada em sondagem e em outras condições locais do terreno, devendo em qualquer fase, estar compatibilizado com os demais projetos complementares referentes à edificação, e levada em consideração a dificuldade de acesso dos equipamentos, restrição de altura ou execução de estacas em proximidade com paredes existentes.

Nos casos de ampliação/reforma, deve-se evitar interferência das novas fundações com as fundações das edificações existentes, bem como criar junta de dilatação entre a estrutura nova e a existente.

No projeto de fundações deve ser adotado um só tipo de fundação para o mesmo corpo de uma edificação e por adotar preferencialmente variação de até 3 diâmetros de estacas.

Deve indicar as cotas das faces superiores dos blocos e baldrames, sempre em relação às cotas dos pisos acabados indicados no projeto de arquitetura.

Inicialmente foi indicada a adoção de estaca raiz para a execução da obra, pela proximidade da rocha com o nível do terreno, facilidade de execução dentro das edificações, possibilidade de execução mais próxima das alvenarias existentes, e sondagens indicando aterro/entulho nas camadas iniciais, que podem inviabilizar outras soluções.

4.1) Fundação Indireta

Planta de locação dos blocos/pilaretes, indicando:

- As respectivas cargas.
- Dimensões e cotas dos blocos e vigas de fundação.
- Lastro de regularização horizontal, de concreto magro, com espessura de 5cm no mínimo.
- Cortes para representação gráfica, de perfis e detalhamentos.
- Distâncias ortogonais entre eixos de blocos.

Planta de locação de estacas, indicando:

- Cotas de arrasamento.
- Distâncias às divisas e ruas.
- Convenções relativas aos tipos de estacas e respectivas capacidades de carga.

Em quadro desenhado em local bem visível, a discriminação dos pilares, suas respectivas cargas e os correspondentes blocos e estacas, estas com indicação das respectivas capacidades de carga.

Detalhes de armaduras e formas dos elementos de fundação (cintas, blocos, etc), indicando inclusive aspectos relacionados com as suas ligações.

Tabelas de aço, concreto e formas, indicando tipos, qualidade e quantidade, com quantitativos levantados separadamente para cada tipo de elementos componentes das fundações (blocos, cintas, etc), bem como o resumo das quantidades globais.

Cortes representativos dos elementos de fundação, com as respectivas cotas e dimensões. Todas as pranchas deverão conter um conjunto de notas com os seguintes itens:

- Cotas e dimensões em centímetros, elevações em metro;
- Concreto $f_{ck} = \dots$ (no mínimo 25 Mpa);
- Aço: CA – 50, $f_{yk} = 500$ MPa
- CA – 60, $f_{yk} = 600$ MPa
- Classe de Agressividade Ambiental adotada e Fator água/cimento=
- CORR = medida corrida
- VAR = medida variável (e a descrição de outras abreviações, se houver)
- Recobrimentos das armaduras:
- Cargas utilizadas no cálculo de lajes (piso):
- Conferir medidas no local.
- Indicar a convenção de pilares (que seguem, que morrem, que nascem)

No caso de fundações em blocos sobre estacas, especificar as estacas, adotando o mínimo de variação possível na sua seção, indicar a capacidade de carga e o comprimento médio adotado para as estacas.

No caso de reforma/ampliação indicar estrutura existente com hachura em planta chave. Resumo de forma, concreto e aço.

5. MEMORIAL DESCRITIVO

O projeto estrutural deverá apresentar memorial descritivo completo, no qual deverão estar citados e/ou informados:

- Relação de normas e especificações, nacionais e internacionais, e outros considerados como referência para o desenvolvimento do projeto;
- Relação de documentos do projeto (memória de cálculo, desenhos do projeto e outros);
- Relação dos documentos de outras disciplinas que tiverem interfaces com o projeto;
- Detalhamento com justificativas dos principais aspectos para adoção da solução empregada;
- Apresentação e justificativas dos procedimentos adotados compatíveis com a escolha do tipo de estrutura e estacas, baseado em fatores como segurança, economia para o projeto e facilidades de execução;
- Apresentação das especificações dos materiais a serem considerados para todos os componentes estruturais e daqueles utilizados na fabricação das estruturas como especificação das estacas, concreto, aço, estrutura de madeira e seus elementos de ligação;
- Apresentação de todos os carregamentos considerados e respectivas prescrições normativas;

6. MEMÓRIA CÁLCULO

- O projeto de estrutural deverá apresentar “memória de cálculo” completa, onde deverão ser mostrados os conceitos, informações e todas as dimensões principais considerados no projeto, não devendo depender de desenhos para sua análise e perfeita compreensão;
- Deverá informar o software que será utilizado para cálculo e contemplar, entre outros dados de entrada, as informações acerca das especificações de todos os materiais a serem utilizados para todos os componentes estruturais;
- Deverá informar a descrição completa do modelo estrutural considerado, citando, quando viável, a numeração de seus nós e barras de forma total ou parcial por trechos, dependendo da ordem de grandeza dos dados, caracterizados pela sua maior significância no projeto, e mostrando os respectivos vínculos internos e externos, caracterizando suas condições de estabilidade local e global;
- Informações completas sobre todos os carregamentos a serem considerados, citando e mostrando seus tipos, valores, pontos de aplicação, e suas respectivas combinações;
- Deverá também informar os dados de saída do software, como as informações a respeito das tensões máximas atuantes e admissíveis dos componentes estruturais, estabilidade das estruturas em termos locais (flechas) e globais (deslocamentos), todos comparados com os respectivos valores máximos permitidos pelas prescrições normativas;
- Em anexo, nos formatos originais editável e protegido, deverão ser entregues as informações completas relativas aos relatórios, arquivos e extensões dos

softwares utilizados para o cálculo e dimensionamento das estruturas, assim como se forem utilizadas planilhas auxiliares em Excel, em que todos os dados foram calculados e dimensionados.

- Estes documentos complementares deverão apresentar, entre outras informações, o software utilizado e sua respectiva versão, dados de entrada e saída, e no caso de tabelas auxiliares em Excel, as fórmulas utilizadas, de forma a permitir a total e perfeita análise do comportamento de todos os elementos projetados em termos unitários e globais.
- Apresentação clara e completa dos cálculos e dimensionamentos de todos os componentes e seus elementos estruturais, que por questões específicas e justificadas não foram considerados no modelo estrutural.

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE TERMO DE REFERÊNCIA PARA CONTRATAÇÃO DE PROJETO EXECUTIVO DE ESTRUTURA METÁLICA

1. ESTRUTURA METÁLICA

O projeto de estruturas metálicas deve estar compatibilizado com todos os demais projetos especializados referentes à mesma edificação e deverão obedecer rigorosamente às prescrições da NBR-8800/2008 e NBR- 14762.

Na avaliação dos carregamentos o projetista deve obedecer rigorosamente às prescrições das normas NBR- 6120 - ações para o cálculo de estruturas de edificações e NBR-6123 – forças devido ao vento em edificações.

Os projetos a serem usados como referência são:

- Anteprojeto/Projeto básico de arquitetura;
- Anteprojeto/projeto básico de outras disciplinas se necessário;
- Anteprojeto/Projeto Básico de estrutura metálica fornecido. Documentos técnicos a apresentar:

1.1. DESENHOS DE PROJETO

Os desenhos do projeto de estruturas metálicas deverão contemplar todas as informações necessárias à elaboração dos desenhos de detalhamento e montagem, necessários à fabricação e a correta montagem dos componentes estruturais.

Deverão constar de todos os desenhos, notações gerais citando as unidades dimensionais consideradas e os respectivos parâmetros a que elas se referem, relação dos desenhos e documentos do projeto, relação dos documentos de referência para o projeto e relação de desenhos das demais disciplinas que façam interface com o projeto.

Deverão apresentar todas as dimensões cotadas em plantas e elevações, que deverão ser referenciadas às filas e eixos principais, e de preferência em relação aos eixos e centro de gravidade dos elementos estruturais.

Deverão descrever todas as dimensões e especificação dos perfis e materiais a serem considerados nos componentes estruturais.

Deverão constar, quando necessário, a indicação de contra flechas de vigas e treliças a serem dadas, juntamente com o plano de escoramento.

Deverão ser representados todos os detalhes das ligações principais, compatíveis com o mesmo conceito adotado para os vínculos internos e externos do modelo estrutural, considerando que deles dependerá a estabilidade das estruturas;

Deverão constar dos desenhos todas as vistas e seções, assim como todos os detalhes, incluindo os típicos, necessários ao entendimento do projeto fabricação e montagem;

Os detalhes das ligações deverão conter todas as informações e dimensões relativas aos detalhes de furação, especificação dos parafusos, recortes gabaritos,

indicação correta dos símbolos de soldagem de oficina, de campo e especificação da classe de resistência dos eletrodos;

Na notação geral deverá constar as especificações para o tratamento de superfície, desde o preparo da superfície com limpeza ou jateamento, a demão de fundo anticorrosivo, demão intermediária, e as demãos de acabamento, com suas especificações e dimensões de espessura, sendo este tratamento com vida útil mínima prevista para 10 anos e resistência ao fogo conforme norma, quando necessário.

Os desenhos de projetos de estruturas metálicas deverão incluir os seguintes documentos:

- Plano de bases mostrando a locação dos pilares com referência aos eixos do projeto, detalhe das bases e respectivo quadro de cargas nas fundações;
- Seções transversais das estruturas da edificação, tantas quantas forem necessárias para o melhor entendimento do projeto;
- Elevações longitudinais e transversais de cada eixo do projeto, mostrando as faces laterais e frontais, incluindo tapamentos, contraventamentos e demais detalhamentos necessários;
- Plano de cobertura com a indicação das terças e vigas de cobertura, seus tirantes e contraventamentos;
- Detalhamento de todas as ligações principais, compatíveis com os vínculos internos e externos adotados no modelo estrutural, assim como todas as vistas, seções e os detalhes, incluindo os típicos, necessários ao entendimento do projeto, montagem e fabricação.
- Lista de componentes estruturais contendo sua especificação, características geométricas, dimensões principais, peso unitário, e quantitativo final de cada um.

1.2. DESENHOS DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

Nos desenhos de fabricação deverão constar todas as dimensões e especificações dos perfis e materiais dos elementos estruturais;

Neles deverão constar todos os detalhes necessários a fabricação dos componentes estruturais ou conjuntos de componentes (componentes que serão soldados em oficina) como, medidas de comprimento, distâncias às extremidades e entre furos, furações e seus respectivos gabaritos, recortes e dimensões, simbologia de soldas, detalhes de todas as chapas de ligação, entre outros.

Todos os componentes estruturais em seus detalhes, deverão ter suas dimensões de detalhamento referenciadas aos seus eixos principais e, preferencialmente, em relação às linhas de centro e a pontos de trabalho dos demais componentes estruturais.

Nos desenhos de montagem deverão estar mostrados, em quantas plantas e elevações forem necessárias, todos os componentes estruturais com suas marcas de montagem e, onde necessário e previsto no detalhamento, as indicações das ligações de campo, parafusadas e soldadas.

Os componentes estruturais deverão ter suas marcas de montagem referenciadas e mostradas na mesma posição que foram detalhadas, indicando a sua correta posição de montagem. Onde necessário deverão ser indicados os procedimentos, metodologia e sequência de montagem, e ainda deverão ser indicados os pesos e dimensões principais dos componentes estruturais, assim como os pontos de

içamento.

Para o caso de chumbadores de pós-concretagem deverão ser indicados claramente os pontos de fixação, dimensões e elevações, referenciados a pontos notáveis, assim como seu tipo, diâmetro e profundidade de ancoragem.

Neste processo é importante que não fiquem dúvidas que possam gerar paralizações, tanto da fabricação quanto da montagem das estruturas, e que tampouco deixe soluções para serem resolvidas em campo. Deverão ainda ser observadas na elaboração dos desenhos de detalhamento para fabricação e montagem, as recomendações da NBR-8800 referentes ao AISC – American Institute Of Steel Construction.

1.3. MEMORIAL DESCRITIVO

O projeto de estruturas metálicas deverá apresentar memorial descritivo completo, no qual deverão estar citados e/ou informados:

- Relação de normas e especificações, nacionais e internacionais, e outros considerados como referências para o desenvolvimento do projeto;
- Relação de documentos do projeto (memória de cálculo, desenhos do projeto, desenhos de fabricação, desenhos de montagem e outros);
- Relação dos documentos de outras disciplinas que tiverem interfaces com o projeto;
- Detalhamento com justificativas dos principais aspectos para adoção da solução empregada;
- Apresentação e justificativas dos procedimentos adotados compatíveis com a escolha do tipo das estruturas, seus perfis, especificações e dimensionamento, baseado em fatores como segurança, economia para o projeto, facilidades na aquisição, fabricação, transporte e montagem das estruturas, e com relação à sua vida útil prevista.
- Apresentação das especificações dos materiais a serem considerados para todos os componentes estruturais e daqueles utilizados na fabricação das estruturas como especificação do aço estrutural para perfis e chapas, especificação de chumbadores, especificação dos parafusos, porcas e arruelas, consumíveis de solda, especificação de telhas de cobertura e tapamentos verticais, tratamento de superfícies (preparo e pintura), e respectiva vida útil prevista;
- Apresentação de todos os carregamentos considerados e respectivas prescrições normativas.

1.4. MEMORIAL DE CÁLCULO

- O projeto de estruturas metálicas deverá apresentar “memória de cálculo” completa, onde deverão ser mostrados os conceitos, informações e todas as dimensões principais considerados no projeto, não devendo depender de desenhos para sua análise e perfeita compreensão;
- Deverá informar o software que será utilizado para cálculo e contemplar, entre outros dados de entrada, as informações acerca das especificações de todos os materiais a serem utilizados para todos os componentes estruturais;
- Deverá informar a descrição completa do modelo estrutural considerado, citando, quando viável, a numeração de seus nós e barras de forma total ou parcial por trechos, dependendo da ordem de grandeza dos dados, caracterizados pela sua

maior significância no projeto, e mostrando os respectivos vínculos internos e externos, caracterizando suas condições de estabilidade local e global;

- Informações completas sobre todos os carregamentos a serem considerados, citando e mostrando seus tipos, valores, pontos de aplicação, e suas respectivas combinações;

- Deverá também informar os dados de saída do software, como as informações a respeito das tensões máximas atuantes e admissíveis dos componentes estruturais, estabilidade das estruturas em termos locais (flechas) e globais (deslocamentos), todos comparados com os respectivos valores máximos permitidos pelas prescrições normativas;

- Em anexo, nos formatos originais editável e protegido, deverão ser entregues as informações completas relativas aos relatórios, arquivos e extensões dos softwares utilizados para o cálculo e dimensionamento das estruturas, assim como se forem utilizadas planilhas auxiliares em Excel, em que todos os dados foram calculados e dimensionados.

- Estes documentos complementares deverão apresentar, entre outras informações, o software utilizado e sua respectiva versão, dados de entrada e saída, e no caso de tabelas auxiliares em Excel, as fórmulas utilizadas, de forma a permitir a total e perfeita análise do comportamento de todos os elementos projetados em termos unitários e globais.

- Apresentação clara e completa dos cálculos e dimensionamentos de todos os componentes e seus elementos estruturais, que por questões específicas e justificadas não foram considerados no modelo estrutural.

