

## **APENSO 2A**

### **PROJETO ESTRUTURAL**

#### **1- CRITÉRIOS GERAIS PARA CONCEPÇÃO ESTRUTURAL**

O Projeto Estrutural engloba Infraestrutura (fundação e contenção), Mesoestrutura e Superestrutura.

Deverá conter o dimensionamento de todas as peças e todos os elementos: fundações, arrimos, contenções, pilares, vigas, lajes, escadas, rampas, caixa d'água, estruturas de cobertura, platibandas, ou seja, todas as peças estruturais que integram o projeto arquitetônico deverão ser consideradas no projeto executivo.

Detalhes construtivos de elementos estruturais comuns a diversos projetos e que se repetem dentro de um mesmo projeto, tais como vergas, contravergas, muros de divisa, detalhes de pisos completamente apoiados sobre o solo, bases dos gradis e alambrados, serão elaborados e apresentados pela Contratante.

Considerar no cálculo estrutural a CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL solicitada pela Norma Técnica vigente, com respeito a todos os parâmetros da mesma. Para o caso de localidades definidas, pesquisar, junto às empresas fornecedoras de concreto na região a ser construída a edificação, os parâmetros de cada tipo de concreto comercializado (fck mínimo, módulo de elasticidade, consumo mínimo de cimento/m<sup>3</sup>, relação água/cimento máxima, tipo de agregado, entre outros). **A fim de elaborar um projeto compatível com seu posterior orçamento e execução, deverá ser considerado, para fins de cálculo estrutural, um tipo de concreto disponível nas concreteiras locais, no tocante aos parâmetros pesquisados.**

Deverão ser anotadas no projeto também data da cura, plano de escoramento/reescoramento e desforma (informar que a desforma deve ser feita de acordo com o resultado apresentado nos ensaios), especificação dos aditivos, e demais informações que auxiliarão num desempenho adequado da estrutura.

Caso o projeto considere a concretagem de determinada peça em mais de uma etapa, apresentar os planos de concretagem para as diversas etapas, discriminando separadamente os quantitativos, incluindo em cada etapa todos os elementos necessários para a execução das etapas subsequentes (ex. espera de pilares, proteção da ferragem aparente, cortinas, etc.).

Deverá haver uniformização e otimização das ferragens empregadas no projeto, de forma a evitar cortes e emendas muito próximos, uso de bitolas diferenciadas em quantidade pequena, etc, e a visar maior segurança e facilidade executiva na obra.

A utilização de peças pré-fabricadas poderá ser adotada mediante argumentação favorável nas reuniões a serem agendadas entre as partes.

Caberá ao RT do projeto estrutural sugerir, se pertinente, alterações nos tipos de materiais a serem executados nas alvenarias e que poderão interferir no projeto estrutural, levando em consideração, além da proposta arquitetônica, a viabilidade econômica, juntamente com a estrutura.

Nos locais indicados pelo projeto arquitetônico, há de se considerar sobrecarga compatível com arquivos, caixas eletrônicos de bancos e quaisquer outros elementos ou funções espaciais que demandem por um valor de cálculo diferenciado.

Considerar, no cálculo de dimensionamento da estrutura, a existência de enchimentos de piso, bem como a especificação destes, constante no Caderno de Especificações Técnicas, (peso, espessura), que poderão ser variáveis no prédio.

Cabe ao responsável técnico pelo projeto estrutural, ao dimensionar as peças, atenção às cotas estruturais e acabadas e aos materiais de acabamento.

Todos elementos estruturais deverão ser identificados com letras e números, considerando o pavimento em que o elemento estrutural se encontra.

As juntas de dilatação necessárias deverão ser discutidas com o arquiteto autor do projeto para análise e verificação de compatibilidade com a concepção arquitetônica. Tais juntas não poderão interferir em detalhes de fachada, com a criação de consoles ou pilares não previstos.

Quando não existirem shafts, os banheiros não poderão ser totalmente circulados por vigas. Deverá ser deixada sempre a parede de maior espessura que faz continuidade com os outros pavimentos para descida de tubulação.

Posicionar as vigas periféricas sobre as paredes externas de tal forma que não prejudiquem as descidas de tubulações de águas pluviais, conforme previstas no projeto hidrossanitário.

Será realizada a Avaliação de Conformidade do projeto por profissional contratado pela Procuradoria-Geral de Justiça como condição essencial para que seus resultados se tornem efetivos.

### **1.1- Critérios para elaboração do projeto de infraestrutura (fundação e contenção)**

Fica designada como infraestrutura, a parte da edificação que transmite os esforços recebidos pela mesoestrutura e superestrutura ao terreno de implantação da obra (tubulões, estacas, sapatas, muros de arrimos, cortinas e/ou outros tipos de contenções, etc.).

- Atendimento ao solicitado no conteúdo do relatório de Diretrizes Básicas, do anteprojeto e do projeto executivo compatibilizado;
- Análise detalhada dos dados disponíveis, como superestrutura, arquitetura, sondagens e levantamento topográfico;
- Determinação dos empuxos atuantes;
- Locação das fundações/contenções totalmente dentro do limite do terreno do MP;
- Representação de uma seção para cada variação de perfil de contenção;
- Apresentação do anteprojeto estrutural e da sondagem do terreno à consultoria de profissional especializado em geotécnica/fundação, para análise da fundação/contenções e elaboração de parecer técnico. Indicar, se for o caso, a necessidade de elaboração de projeto específico (drenagem, retaludamento, etc), mediante justificativa técnica;
- Elaboração, com suporte da consultoria do profissional especializado em geotécnica/fundação, da metodologia e sequência de implantação das estruturas de contenção, detalhes do sistema utilizado e todas as informações necessárias à execução dos mesmos, compatibilizando-as com as atividades de terraplenagem e fundações;
- Opção pelo sistema de drenagem e impermeabilização mais indicado para as contenções, considerando-se o nível freático apresentado no terreno. Este sistema deverá ser detalhado no projeto, com indicação das etapas de execução e materiais a serem usados.

### **1.2- Critérios para elaboração do projeto de mesoestrutura**

Constitui-se das peças de ligação entre a infraestrutura e superestrutura, tais como: blocos, cintas e travamentos da edificação do prédio, das contenções (quando for o caso), rampas/escadas apoiadas sobre terreno, lajes de piso armado ou não, apoiadas ou não sobre terreno, platôs externos, pavimentação, etc.

Locação dos elementos da mesoestrutura totalmente dentro do limite do terreno do MP.

### **1.3- Critérios para elaboração do projeto de superestrutura**

A superestrutura é caracterizada pela estrutura propriamente dita, ou seja, os elementos de lajes, vigas, pilares, etc. que transmitem entre si ou isoladamente os esforços solicitantes às fundações, tanto para as edificações quanto para os demais elementos que integram o projeto, inclusive cortinas, escadas e rampas estruturadas, reservatórios

elevados, apoiados ou enterrados, estruturas de coberturas, jardineiras, base para equipamentos, travamento de platibandas (pilaretes e cintamentos), patamares técnicos, estrutura da guarita, brises e demais detalhes específicos da implantação da edificação.

- Atendimento às indicações de dimensões e formas constantes no projeto de arquitetura, considerando que a superestrutura é parte integrante da formulação arquitetônica;
- Somente poderão ser projetados pilares em posições diferentes das estipuladas pelo projeto arquitetônico com aprovação do arquiteto responsável pelo projeto;
- Sempre que possível, otimizar a quantidade, posicionamento e seção dos pilares considerando a concepção do modelo estrutural em harmonia com o projeto arquitetônico desde que seja submetido à coordenação do contratante.
- Inclusão de peças estruturais que viabilizem a fixação de elementos arquitetônicos, tais como: estrutura de pele de vidro, coberturas metálicas, etc;

### **Observação importante:**

As plantas de forma deverão representar TODOS os elementos estruturais, obedecendo aos respectivos níveis de implantação dos mesmos. Sendo assim, em uma mesma planta poderá haver a representação de elementos da estrutura da edificação, de suas contenções, e de outros elementos pertinentes. As contenções deverão ser representadas em plantas, vistas e seções, sendo o número de seções definidas pela necessidade de esclarecimento do tipo de contenção e suas variações.

## **2- NORMAS TÉCNICAS**

Deverá obedecer às normas e recomendações da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), nas suas edições mais recentes.

Referências (mínimas) normativas:

- NBR6118 - Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento;
- NBR6122 – Projeto e Execução de Fundações;
- NBR6123 – Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento;
- NBR7480 – Aço destinado a armaduras para estruturas em concreto armado – Especificação;
- NBR8681 – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- NBR8953 – Concreto para fins estruturais – Classificação por grupos de resistência – Classificação;
- NBR9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto pré-moldado;
- NBR14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 14432 - Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações;

- NBR 15200 - Projeto de Estrutura de Concreto em situação de incêndio;
- Normas relativas à segurança e medicina do trabalho;
- Demais normas pertinentes e vinculadas

### **3- ELEMENTOS MÍNIMOS DAS ETAPAS DE PROJETO**

A discriminação de serviços a serem entregues não exime o engenheiro responsável pelo projeto de apresentar/calcular quaisquer outros elementos que julgar necessário.

#### **3.1- Diretrizes Básicas**

O levantamento das diretrizes básicas compreende as informações técnicas necessárias para o desenvolvimento e posterior execução do projeto, entre outras:

- Apresentação da pesquisa dos parâmetros de cada tipo de concreto comercializado ( $f_{ck}$  mínimo, módulo de elasticidade, consumo mínimo de cimento/m<sup>3</sup>, relação água/cimento máxima, tipo de agregado, entre outros) nas concreteiras locais;
- Apresentar diretrizes referentes ao preparo e cura do concreto, cobrimento da armação, acompanhamento de tecnologista de concreto e ensaios dos materiais;
- Programação e análise de estudos geotécnicos necessários à execução dos projetos, acompanhados de justificativa técnica para tal solicitação e especificação completa dos serviços, para subsidiar a respectiva contratação;
- Estudo de alternativas de fundações/contenções, com suporte da consultoria do profissional especializado em geotecnia/fundação, incluindo considerações técnicas relacionadas a: o tipo de solo encontrado na sondagem, o método executivo de cada alternativa, eventuais interferências nas edificações vizinhas e nas vias públicas, a viabilidade técnica com a entrada de equipamentos necessários à sua execução, a solução mais econômica (ordem de grandeza de valor) comprovada por estudo de viabilidade, a disponibilidade de recursos da região que permita a execução da fundação/contenção proposta;
- Decisão justificada do tipo de fundação/contenção a ser empregado na edificação;
- Apresentar diretrizes referentes à prova de cargas, escavação das estacas, concretagens das estacas e confirmação do comprimento final das estacas por profissional especializado em geotecnia/fundações durante a execução.
- Documentos de comprovação da especialização em geotecnia/fundação do consultor.

Deverá ser elaborado relatório técnico contendo informações gerais e detalhadas dos dados apurados.

### 3.2 - Anteprojeto

Elaboração e apresentação da concepção estrutural, através do anteprojeto de formas, contendo, no mínimo:

- Forma das fundações/contenções;
- Tabela de esforços solicitantes por ponto de fundação;
- Indicação da cota de arrasamento dos elementos de fundação (estacas, tubulões, etc.);
- Corte esquemático das fundações, indicando dimensões e profundidade média;
- Indicação de esforços solicitantes nas contenções;
- Vista frontal de todas as contenções (inclusive sob os muros divisórios, caso existam), dos muros divisórios e cortes a cada mudança de seção;
- Forma completa dos reservatórios superior e inferior (quando houver);
- Forma dos blocos, cintas, travamentos da edificação, das contenções (quando for o caso), rampas/escadas apoiadas sobre terreno, lajes de piso armado ou não, apoiadas ou não sobre terreno, platôs externos, pavimentação, bases para equipamentos, patamares técnicos, etc;
- Forma de todos os pavimentos, inclusive de todos os níveis acima dos pavimentos tipo, ou seja, do piso do barrilete, piso da casa de máquinas, piso e cobertura da caixa d'água, platibanda da edificação e platibanda sobre a caixa d'água (com respectivos pilaretes e travamentos);
- Forma dos elementos estruturais como jardineiras, guarita e outros;
- Indicação de paredes portantes e elementos de travamentos como pilaretes e cintas de amarração e de contraventamentos;
- Locação de todos os elementos, com a indicação de eixos, cotas em ambos os sentidos;
- Indicação de níveis através de diferentes hachuras em preto e branco (para plantas) e textos (para cortes);
- Nome de todos os elementos e numeração sequencial conforme sua locação e pavimento;
- Amarração da edificação pelo mesmo ponto de referência definido no projeto arquitetônico, inclusive seu nível;
- Dimensionamento de todas as peças;
- Cortes longitudinais e transversais da estrutura, com a indicação dos níveis de topo dos elementos;
- Rascunho da ART para conferência
- Parecer Técnico do profissional especializado em geotécnica/fundação, contendo:
  - Análise e aprovação da solução proposta para as Fundações/Contenções;
  - Recomendações relativas à metodologia e sequência de implantação das estruturas de contenção;
  - Indicação, se for o caso, da necessidade de elaboração de projeto específico (drenagem, retaludamento, etc) mediante justificativa técnica;

- Parecer geotécnico final aprovando os parâmetros de fundação apresentados no projeto estrutural;
- Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) do respectivo profissional.

### **3.3 - Projeto Executivo Compatibilizado**

#### **Projeto:**

Elaboração e apresentação do projeto estrutural, a partir do desenvolvimento da concepção, contendo, no mínimo:

- Anteprojeto complementado com os detalhamentos pertinentes;
- Armação e detalhes de todos os elementos estruturais pertinentes;
- Cortes completos de maneira a esclarecer as todas soluções estruturais, contendo todos os níveis da edificação (pelo menos um corte transversal e um longitudinal), além de cortes em áreas específicas, como reservatórios, escadas e regiões inclinadas;
- Sapatas e tubulões: indicar a tensão admissível do solo, indicar cota de assentamento da fundação (sapata ou tubulão);
- Estacas: especificar o tipo, quantidade, dimensionamento e capacidade de carga de trabalho, cota de arrasamento e profundidade, entre outras informações porventura necessárias à boa execução dos serviços;
- Detalhamento da armadura e listagem de ferros por folha, separadamente por elemento estrutural;
- Indicação da resistência e das características do concreto, compatíveis com os concretos disponíveis no mercado, pesquisados quando da entrega do relatório de diretrizes básicas;
- Detalhamento das ligações dos blocos, cintas e travamentos e metodologia construtiva, se for o caso;
- Detalhes dos berços, de elementos da infraestrutura, de armação de negativos, enchimentos, etc.
- Indicação das cargas utilizadas para o cálculo estrutural – nas plantas de forma e na memória de cálculo de dimensionamento de projeto, compatível com as definições dos projetos arquitetônicos;
- Quadro resumo de consumo de aço e concreto, por prancha de projeto;
- No caso de existência de estruturas de madeira e/ou metálicas, detalhamento de todas as peças, ligações e elementos de ligação.
- No caso de estrutura metálica, apresentação de tabela resumo de todas as peças com o respectivo peso e o peso total da estrutura;
- Detalhes típicos: de reforço de paredes e /ou alvenarias, de armação de negativos, enchimentos;
- No caso das contenções, apresentação do sistema de drenagem e impermeabilização mais indicado, levando-se em conta o nível freático apresentado no terreno. Este sistema deverá ser detalhado no projeto e



interligado à rede de água pluvial (atentar para a compatibilização entre os projetos envolvidos).

### **Memória de cálculo completa**

Relativa ao dimensionamento do projeto estrutural, contendo, no mínimo:

- Memória de cálculo das fundações com a descrição completa da solução adotada, tensões e cargas admissíveis, cálculo estimativo dos recalques totais, diferenciais e distorções angulares e comparação com os valores admissíveis, cálculo da capacidade de carga das fundações, considerações sobre o comportamento das fundações ao longo do tempo e eventuais riscos de danos em edificações vizinhas;
- Memória de cálculo das contenções e reservatório (se for o caso) com a descrição completa da solução adotada e determinação dos empuxos atuantes em todas as fases de execução;
- Memória de cálculo dos blocos de coroamento;
- Memória de cálculo das lajes com todas as cargas lançadas (inclusive alvenarias) e flechas calculadas;
- Memória de cálculo de vigas/cintas, com todas as cargas lançadas e flechas calculadas;
- Memória de cálculo de pilares.

### **Memorial Descritivo**

Deverá conter:

- Considerações técnicas relacionadas com o controle de qualidade de execução das fundações e contenções projetadas;
- Orientações para o preparo das formas e colocação da armação nas peças;
- Indicação de detalhes específicos de armação ou reforço, caso necessário, a ser usado nas regiões de passagem de veículos ou que recebem carga elevada, apoiadas sobre o terreno;
- Roteiro de concretagem;
- Procedimentos para a retirada de corpos-de-prova de concreto;
- Período mínimo e procedimentos para a cura do concreto;
- Período para a retirada do escoramento de cada elemento estrutural e procedimentos para o reescoramento;
- Solicitação da comprovação de resistência mecânica e módulo de elasticidade do concreto, conforme especificado em projeto, mediante ensaios realizados por laboratório especializado, bem como verificação da resistência do aço;

### **Lista de materiais e quantitativos**

Superestrutura - indicação por pavimento,

Infraestrutura, mesoestrutura e contenções - apresentar separadamente



A memória de cálculo do levantamento de quantitativos deverá discriminar, **para cada tipo de peça** (estacas, blocos, cintas, vigas, pilares, lajes...), os componentes necessários para sua execução. Exemplo:

- Forma comum;
- Forma para concreto aparente (quando for o caso);
- Volume de concreto para cada fck utilizado;
- Enchimento (concreto celular ou outro);
- Armação (por tipo de aço);
- Insertes e/ou chumbadores (quando for o caso);
- Ensaaios.