

**TÉCNICO EM  
EDIFICAÇÕES**

# **PROJETO DE ESTRUTURA**



**TÉCNICO EM  
EDIFICAÇÕES**

# **PROJETO DE ESTRUTURA**



# SUMÁRIO

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| APRESENTAÇÃO.....                                        | 4  |
| BOAS VINDAS .....                                        | 5  |
| INFORMAÇÕES INTRODUTÓRIAS.....                           | 6  |
| ORGANIZAÇÃO CURRICULAR .....                             | 6  |
| SISTEMA DE TUTORIA.....                                  | 6  |
| SISTEMA DE AVALIAÇÃO .....                               | 6  |
| VOCÊ E OS ESTUDOS À DISTÂNCIA.....                       | 7  |
| ORGANIZANDO OS ESTUDOS.....                              | 7  |
| CONHECENDO O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM.....       | 8  |
| PROJETO DE ESTRUTURA.....                                | 9  |
| PRINCIPAIS NORMAS A SEREM UTILIZADAS .....               | 17 |
| PRESCRIÇÕES GERAIS DE PROJETO .....                      | 20 |
| MEMÓRIAS DE CÁLCULO .....                                | 20 |
| DESENHOS E DEMAIS DOCUMENTOS.....                        | 20 |
| REDES DE LOCAÇÕES DAS ESTRUTURAS .....                   | 20 |
| SISTEMA DE UNIDADES.....                                 | 21 |
| DIRETRIZES PARA O PROJETO DE ESTRUTURA DE CONCRETO ..... | 21 |

# APRESENTAÇÃO

A **Escola Técnica Nossa Senhora Aparecida** com o intuito de se tornar referência em ensino técnico no Brasil, lança cursos técnicos em diversos eixos, de forma a atender uma demanda regional e estadual.

Por meio de um trabalho diferenciado o estudante é instigado ao seu autodesenvolvimento, aliando a pesquisa e a prática.

Essa competência e boa formação são os requisitos necessários para quem deseja estar preparado para enfrentar os desafios do mercado profissional. A escolha de um curso que aproxime teoria e prática e permita a realização de experiências contribui de maneira decisiva para a formação de um profissional comprometido com a qualidade e a inovação.

Ciente dessa importância a escola técnica Nossa Senhora Aparecida reuniu profissionais especialistas das áreas fins dos cursos propostos para fornecer cursos técnicos de qualidade para a comunidade da região.

Como escola de desenvolvimento tecnológico, na área de educação, através de um trabalho sério, realizado nos últimos anos no campo da educação básica, fortalece e amplia o seu programa de cursos, instituindo, em Goiás cursos técnicos de educação profissional.

Os cursos da Escola Técnica Nossa Senhora Aparecida são oferecidos na modalidade semipresencial, utilizando-se da plataforma Moodle ou Material Apostilado, mediado por professores formadores/tutores renomados. Além dos momentos presenciais, serão oferecidos no ambiente virtual: fórum de apresentação, fórum de notícias, slide com conteúdos pertinentes ao curso em questão, links de reportagens direcionadas, sistematização da aprendizagem.

# BOAS VINDAS

Bem vindo à Escola Técnica Nossa Senhora Aparecida!

Prezado (a) Cursista,

Que bom tê-lo (a) conosco!

Ao ter escolhido estudar na modalidade à distância, por meio de um ambiente virtual de aprendizagem, você optou por uma forma de aprender que requer habilidades e competências específicas por parte dos professores e estudantes. Em nossos cursos à distância, é você quem organiza a forma e o tempo de seus estudos, ou seja, é você o agente da sua aprendizagem. Estudar e aprender a distância exigirá disciplina.

Recomendamos que antes de acessar o espaço virtual de aprendizagem, faça uma leitura cuidadosa de todas as orientações para realização das atividades.

É importante que, ao iniciar o curso, você tenha uma compreensão clara de como será estruturada sua aprendizagem.

Uma orientação importante é que você crie uma conta de e-mail específica para receber informações do curso, seus exercícios corrigidos, comunicados e avisos. É de responsabilidade do estudante verificar também sua caixa de spam-lixo para ter acesso a todas as informações enviadas.

Desejamos um ótimo curso.

# INFORMAÇÕES INTRODUTÓRIAS

## **ORGANIZAÇÃO CURRICULAR**

Cada curso possui matriz curricular própria dividida em módulos de ensino semanais. O cronograma e planejamento de cada curso são modulados conforme as disposições dos professores e as atualizações dos conteúdos.

Os cursos têm apostilas de conteúdo para cada componente curricular, elaboradas por profissionais de referência em Goiás.

Os certificados serão emitidos pela Escola Nossa Senhora Aparecida até 90 dias após o término do curso, tendo em vista o trabalho de fechamento das notas e avaliação do curso.

## **SISTEMA DE TUTORIA**

O tutor será o profissional que estará mais próximo de você durante o período do curso, passando todos os comunicados e avisos, cobrando a entrega das atividades.

Conte com o tutor da sua turma para tirar suas dúvidas sejam elas do ambiente virtual, conteúdo do curso ou dúvida e questionamentos sobre os exercícios.

## **SISTEMA DE AVALIAÇÃO**

A avaliação será obtida através da participação e da avaliação do nível de conhecimento que o estudante demonstrar em chats, fóruns e exercícios.

Ao término do curso será informado para os estudantes de forma individualizada sobre sua aprovação e desempenho no curso.

# VOCÊ E OS ESTUDOS À DISTÂNCIA

## ORGANIZANDO OS ESTUDOS

O estudo por meio de um ambiente virtual de aprendizagem não é mais difícil e nem mais fácil do que num ambiente presencial. É apenas diferente. O estudo à distância exige muita disciplina. As orientações a seguir irão auxiliá-lo a criar hábitos de estudo.

- Elabore um horário semanal, considerando a carga horária do curso. Nesse plano, você deve prever o tempo a ser dedicado:
  - à leitura do conteúdo das aulas, incluindo seus links para leituras complementares, sites externos, glossário e referências bibliográficas;
  - à realização das atividades ao final de cada semana;
  - à participação nos chats;
  - à participação nos fóruns de discussão;
  - ao processo de interação com o professor e/ou com o tutor;
  - ao processo de interação com seus colegas de curso, por mensagem ou por chat.

Uma vez iniciados os seus estudos, faça o possível para manter um ritmo constante, procurando seguir o plano previamente elaborado. Na educação à distância, é você, que deve gerenciar o seu processo de aprendizagem.

Procure manter uma comunicação constante com seu tutor, com o intuito de tirar dúvidas sobre o conteúdo e/ou curso e trocar informações, experiências e outras questões pertinentes.

Explore ao máximo as ferramentas de comunicação disponíveis (mensageiro, fórum de discussão, chat).

É imprescindível sua participação nas atividades presenciais obrigatórias (aulas), elas são parte obrigatória para finalização do curso.

## **CONHECENDO O AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM**

No ambiente virtual de aprendizagem também necessitamos de uma organização para que ocorram os processos de ensino, de aprendizagem e principalmente a interação entre professor/tutor e estudantes.

O ambiente virtual de aprendizagem da Escola Nossa Senhora Aparecida é o Moodle.

Em sua sala de aula, você encontrará espaços de comunicação e interação: quadro de notícias, atividades recentes, informações sobre o professor e sobre seus colegas de turma, calendário, recurso para o envio da sistematização ao seu tutor e ferramentas de comunicação.

Sucesso no seu Curso!



# PROJETO DE ESTRUTURA

A execução de uma boa estrutura para qualquer obra é essencial. Uma boa estrutura é aquela que atende aos critérios de segurança, economia e compatibilidade com a arquitetura. Para que estes critérios sejam satisfatórios é essencial a elaboração de um projeto estrutural.

O projeto de uma estrutura é desenvolvido por um engenheiro civil, em boa parte dos casos, com expertise na área. Além de desenvolver o projeto o engenheiro civil torna-se responsável pela estrutura que desenvolveu, garantindo por meio de uma anotação de responsabilidade técnica que todo o projeto foi desenvolvido em observância das normas vigentes e de boas práticas da engenharia.

Entretanto, é comum encontrarmos diversas obras sendo executadas sem a elaboração de um projeto estrutural. É um risco que o proprietário assume, visto que não existem garantias de que a estrutura está sendo construída de maneira adequada ou de maneira econômica.

Vale ressaltar também que projetos de estrutura mal elaborados podem trazer infortúnios no futuro. Como incompatibilidades durante a execução, deformações excessivas e trincas. Para que você evite este tipo de situação é essencial contratar um profissional capacitado para tal serviço.

## Noções Gerais

Para que se possa elaborar um **projeto estrutural** de modo adequado, seja ele pequeno, médio ou grande, o engenheiro de estruturas precisa dispor de um conjunto de informações preliminares antes de iniciar seu trabalho, sendo que algumas dessas informações interferem inclusive na própria definição do valor a ser cobrado pelo projeto. Nesse sentido, apresentamos abaixo uma lista das principais informações, com o objetivo de orientar um profissional que está começando nesse mercado, tanto para montar uma proposta para elaboração do projeto, como também na condução do projeto junto ao contratante.

Chama-se de estrutura um conjunto de elementos resistentes de uma construção. Esse conjunto deve ser estável e capaz de receber solicitações externas e transmiti-las aos apoios (caminhamento das cargas), mantendo seu equilíbrio estático.

Esse conjunto de partes ou componentes, organizado de forma ordenada, deve cumprir funções como vencer vãos (conforme acontece com pontes e viadutos), preencher espaços (em edifícios, por exemplo) ou conter empuxos (como nos muros de arrimo, tanques ou silos).

A estrutura deve cumprir a função a que está destinada com um grau razoável de segurança, de maneira que tenha um comportamento adequado nas condições normais de serviço. Além disso, deve satisfazer outros requisitos, tais como manter o custo dentro de limites econômicos e satisfazer determinadas exigências estéticas.

Duas etapas importantes devem ser observadas no desenvolvimento de um projeto estrutural:

a) A definição do sistema estrutural:

- Identificação do tipo de estrutura ou do elemento estrutural;
- Separação de cada elemento estrutural identificado;
- Substituição dos contornos pelos vínculos;
- Indicação dos diversos carregamentos atuantes.

b) Verificações nos estados-limites, dimensionamento e detalhamento:

- Cálculo das reações;
- Cálculo dos esforços solicitantes (máximos e mínimos quando necessário);
- Elaboração dos diagramas;
- Cálculo das armaduras para os esforços máximos;
- Comparação das tensões atuantes com as tensões resistentes;
- Detalhamento das armaduras;
- Verificação das deformações e das aberturas de fissuras.

### **Etapas do projeto estrutural**

Todo projeto estrutural é desenvolvido com referência no projeto arquitetônico, estudos preliminares e investigações realizadas. É importante para o desenvolvimento de um bom projeto as seguintes informações:

- *Projeto Arquitetônico;*
- *Levantamento Topográfico;*
- *Investigações do Solo;*
- *Projetos Complementares, quando possível.*

Com as informações acima é possível iniciar um projeto estrutural com segurança. Veja a seguir as etapas para um bom projeto estrutural.

### **Contato com proprietário e arquiteto:**



É importante desde o início dos trabalhos que o engenheiro responsável pelo projeto estrutural mantenha contato constante com o proprietário e o arquiteto que desenvolveu o projeto arquitetônico.

Assim, é possível alinhar premissas do projeto e definir critérios importantes. Além disso, o engenheiro poderá identificar necessidades específicas do cliente que irão interferir no dimensionamento da estrutura.

É importante conhecer também a disponibilidade financeira do proprietário e se existirá um acompanhamento constante da execução da estrutura por um engenheiro de obra.

### **Visita ao local:**

Outro ponto importante é a visita ao local. A visita ao local da obra tem como objetivo principal a observação das condições do local, construções de divisa, facilidade de acesso de equipamentos, características visuais do solo, entre outras informações importantes.

Além disso, durante a visita ao local da obra o engenheiro deve avaliar a disponibilidade de materiais específicos da região e mão de obra qualificada.

Em muitos casos, os projetos estruturais são desenvolvidos em locais distantes do escritório de projeto. Nestes casos, mesmo que a visita não seja realizada é importante o envio de fotos e informações que o engenheiro civil considere importante para a elaboração do projeto.

### **Definição do sistema estrutural:**

O próximo passo é a definição do sistema estrutural da edificação em questão. Munido de todas as informações, como projeto arquitetônico, investigações do solo, disponibilidade de mão de obra no local e disponibilidade de materiais, o engenheiro responsável propõe ao cliente o sistema estrutural ideal, em acordo com o arquiteto.

Os sistemas estruturais convencionais são:

- *Concreto Armado;*
- *Alvenaria estrutural (autoportante);*
- *Estrutura metálica;*
- *Concreto protendido;*
- *Parede de concreto.*

Em alguns casos o projeto arquitetônico já é desenvolvido baseado em algum destes sistemas. Por exemplo, para uma boa construção em alvenaria estrutural é essencial que o projeto arquitetônico atenda algumas características deste tipo de estrutura.

### **Cálculo da estrutura:**

Após a definição do sistema estrutural e do aceite por parte do cliente e arquiteto o engenheiro civil inicia o cálculo da estrutura.

Para isto, ele utiliza técnicas, processos de análise estrutural, softwares e normas técnicas específicas para cada sistema estrutural. É essencial para um bom dimensionamento da estrutura a identificação do tipo de utilização de cada ambiente da edificação a ser construída.

Nesta fase o engenheiro define os seguintes pontos:

- *Posicionamento dos pilares e suas dimensões;*
- *Posicionamento das vigas e suas dimensões;*
- *Tipos de lajes e espessuras;*
- *Tipos de fundação e dimensões, quando este projeto estiver incluso no escopo do serviço;*
- *Muros de arrimo necessários, quando este projeto estiver incluso no escopo do serviço.*

É de responsabilidade do engenheiro verificar o funcionamento da estrutura como um todo e o cada peça específica. Verificando não só a segurança à ruptura, mas também o conforto visual, como o excesso de deformação das peças estruturais ou de vibração das lajes.

### **Detalhamento e desenho do projeto:**

Com a estrutura calculada e verificada passa-se para o próximo passo que é o detalhamento e o desenho do projeto. Mas antes disso, é prudente que o engenheiro entre em contato com o arquiteto para que sejam verificadas qualquer tipo de interferência do projeto estrutural com a arquitetura. Afim de realizar um projeto mais próximo possível do que foi idealizado pelo arquiteto.

O detalhamento e desenho do projeto consiste na demonstração gráfica dos elementos estruturais dimensionados durante o cálculo estrutural. São utilizados para este desenho normas e padrões técnicos específicos.

Todo desenho emitido deve procurar ser o mais claro e autoexplicativo possível. Visando assim eximir o construtor de qualquer tipo de dúvida e possíveis erros durante a execução.

### **Emissão do projeto:**

A última fase é a emissão do projeto. Algumas práticas são importantes para a emissão do projeto como entregar um jogo do projeto impresso e assinado ao cliente.

O projeto estrutural deve acompanhar ser acompanhado no ato de sua entrega pela Anotação de Responsabilidade Técnica, a ART, ratificando legalmente a responsabilidade do engenheiro civil pela estrutura desenvolvido.

Em casos onde acordado, o projeto estrutural pode ser acompanhado também de:

- *Memória de cálculo;*
- *Memorial descritivo;*
- *Planilha de quantidades.*
- 

Além das entregas, pode fazer parte do serviço contratado visitas técnicas do engenheiro responsável pelo projeto durante a execução da obra. Estas visitas devem ser acordadas entre o cliente e o profissional contratado e geralmente são realizadas em fases específicas da obra a serem definidas em conjunto.

## Principais vantagens

A elaboração de um projeto estrutural é um custo a mais para o construtor. Entretanto um bom projeto estrutural merece ser visto como um investimento. Pois pode agregar muitos benefícios à obra em questão.

Vale ressaltar que o valor de um projeto estrutural é mínimo, comparado a outros diversos serviços que envolvem a construção de uma edificação.

Confira alguns benefícios que você pode alcançar com um bom projeto:

- *Garantia de segurança da edificação e para seus usuários;*
- *Projeto realizado de acordo com as normas técnicas;*
- *Correto posicionamento e dimensionamento das peças estruturais;*
- *Racionalização no uso de materiais;*
- *Definição do melhor sistema estrutural para a edificação;*
- *Ausência de interferências indesejadas com vizinhos;*
- *Futuras manutenções facilitadas;*
- *Compatibilização com outros projetos da obra;*
- *Planilha de materiais para orçamento da obra;*
- *Possível previsão de futuras ampliações.*

## Etapas do projeto estrutural

Todo projeto estrutural é desenvolvido com referência no projeto arquitetônico, estudos preliminares e investigações realizadas. É importante para o desenvolvimento de um bom projeto as seguintes informações:

- *Projeto Arquitetônico;*
- *Levantamento Topográfico;*
- *Investigações do Solo;*
- *Projetos Complementares, quando possível.*

Com as informações acima é possível iniciar um projeto estrutural com segurança.

Para que se possa elaborar um **projeto estrutural** de modo adequado, seja ele pequeno, médio ou grande, o engenheiro de estruturas precisa dispor de um conjunto de informações preliminares antes de iniciar seu trabalho, sendo que algumas dessas informações interferem inclusive na própria definição do valor a ser cobrado pelo projeto. Nesse sentido, apresentamos abaixo uma lista das principais informações, com o objetivo de orientar um profissional que está começando nesse mercado, tanto para montar uma proposta para elaboração do projeto, como também na condução do projeto junto ao contratante.

### **Projeto arquitetônico da edificação**

Obviamente, é necessário que tenhamos o projeto arquitetônico definido para elaborar os complementares. Todavia, muitas vezes o projetista da estrutura recebe somente o projeto já aprovado na prefeitura, que normalmente sofreu um longo e burocrático processo até sua aprovação.

Por conta disso, o arquiteto e o proprietário dificilmente aceitam realizar mudanças na arquitetura já aprovada para melhor adaptação ao **projeto estrutural**. Embora essa seja uma prática corrente, não é a melhor forma de trabalho. Quanto mais cedo o projetista da estrutura tiver acesso ao arquitetônico, melhor. Quando o arquitetônico ainda é apenas um estudo preliminar ou um projeto básico, já é possível fazer um pré-lançamento da estrutura e fazer pequenos ajustes na arquitetura, mas que podem fazer grande diferença para a solução estrutural, tanto no aspecto de desempenho quanto em economia. Quanto mais oportunidade de ajustar a arquitetura, melhor será a estrutura e a obra. Procure então convencer seu cliente a repassar o projeto arquitetônico o mais breve possível.

### **Laudo de sondagem do terreno**

Infelizmente, existe no Brasil uma cultura de que as obras de pequeno porte não precisam desse tipo de laudo. O laudo de sondagem do terreno não pode ser visto como custo extra porque, além de representar um aspecto de segurança para a obra, pode representar também uma economia, visto que reduz a incerteza no dimensionamento. Contratantes de grandes obras sabem muito bem disso e não costumam criar empecilhos para esse tipo de documento. Se o cliente não quiser realizar a sondagem, mostre por meio de casos reais que o valor do ensaio se paga através da economia, além de evitar o risco que uma obra corre quando não há a sondagem prévia do terreno.

## **Levantamento topográfico**

Não é exigido em todas as obras, mas quando o terreno é acidentado, é um documento fundamental, pois é utilizado para definir estruturas de contenção, quando necessárias, além das cotas das fundações. Quando você não tem informações sobre o terreno, pode solicitar que o contratante lhe envie fotos para você tomar essa decisão se deve ou não dispor do levantamento topográfico.

## **Obras especiais**

Quando as obras são especiais – o caso de barragens, viadutos, pontes, usinas, estações de tratamento – são ainda necessários perfis geológicos, relatórios hidrológicos ou até informações sismológicas. Verifique as exigências antes de iniciar o projeto.

## **Avaliar as características das edificações vizinhas**

A maioria das obras construídas em área urbana já tem uma obra ao lado ou certamente ainda vai ter.

Quando existem construções adjacentes, o profissional precisa conhecer claramente as condições de projeto e construção dessas obras, antes de começar a elaborar seu projeto. Conhecer essas informações é primordial especialmente quando a obra nova envolve escavações, que podem modificar o estado de equilíbrio das fundações da obra vizinha e provocar danos nessas edificações. Lembre-se que, além do prejuízo físico, existe também um risco à segurança das pessoas que executam a obra ou habitam a edificação vizinha. Para evitar essa situação, recomenda-se estudar os projetos executivos das obras adjacentes bem como fazer uma inspeção prévia para avaliar patologias já existentes.

## **Caracterização do macro ambiente da obra**

Para desenvolver o projeto de acordo com a norma NBR 6118, o engenheiro precisa definir qual é a classe de agressividade ambiental da construção. Esse parâmetro pretende avaliar o risco predominante de deterioração da estrutura, levando em conta aspectos ambientais e geográficos. Para isso, você precisará definir se a obra será erguida em um ambiente considerado rural, urbano, industrial ou marinho. Esses diferentes macro-ambientes influenciam na definição de outros parâmetros de projeto que interferem na durabilidade da estrutura ao longo dos anos, e por isso é



fundamental para criar condições em que a estrutura se mantenha estável e segura, sem patologias, dentro pelo menos dos próximos 50 anos. Estude bem as condições ambientais para definir adequadamente a classe de agressividade de acordo com a NBR 6118

### **Planejamento previsto para execução da estrutura**

Em termos de desenvolvimento da solução do **projeto estrutural** há uma enorme diferença se a obra tem uma laje concretada a cada 28 dias ou a cada 7 dias, pois nos dois casos há uma grande diferença na capacidade que as lajes têm em resistir aos carregamentos dos pavimentos superiores, obrigando que haja um sistema de escoramentos suficiente para resistir aos esforços conjuntos da obra naquela fase de execução. De acordo com a norma NBR 14931, deve ser elaborado um plano de execução da estrutura e um projeto do sistema de formas e escoramentos, com definições sobre o processo de cura de concreto e o prazo para a retirada das formas e escoramentos. Quando o projetista não conhece esse plano de execução, faz o **projeto estrutural** sem levar em conta essas informações e não tem como garantir que o projeto cumpra os requisitos necessários durante a fase de execução, comprometendo a segurança e a durabilidade. Assim, antes de iniciar o projeto você deve solicitar ao contratante esse plano de execução ou, caso não exista um documento pronto, estabelecer em reunião com a participação do contratante e do responsável pela execução algumas diretrizes e responsabilidades para cumprimento dos requisitos dessa norma.

### **Prazo desejado para início da obra**

Quanto maior o prazo para elaboração do **projeto estrutural**, melhor e mais econômica é a solução. Não há dúvidas sobre isso. Quando os contratantes não fornecem um prazo adequado para o projeto, o projetista tem menos tempo para avaliar as diversas alternativas possíveis e acaba adotando a primeira solução viável, que dificilmente seria a mais econômica e muitas vezes também poderá não ser a mais funcional. Procure deixar isso muito claro ao cliente com exemplos de projetos em que você teve tempo adequado para trabalhar.

### **Preferências do cliente quanto a solução**

Em alguns casos, o cliente tem interesse em optar por um tipo de solução técnica em detrimento de outra. Há ainda circunstâncias em que o contratante prefere evitar uma determinada solução devido a uma experiência ruim em outro projeto ou opta por uma solução com apelo mais comercial que tenha grande impacto no momento da venda do imóvel, como elementos estruturais

aparentes e flexibilidade de layout. Procure conhecer as expectativas do cliente quanto às soluções a serem adotadas antes mesmo de iniciar seu projeto.

Todos esses aspectos influenciam na qualidade do projeto que será executado e também no prazo que vai conseguir executar. Com essas informações de antemão é muito mais fácil tomar as decisões, já que há menos risco na hora de fazer a proposta e a própria elaboração do projeto. Um **projeto estrutural** bem feito deve levar em conta todas essas questões para minimizar os possíveis problemas que o projetista pode encontrar ao longo do caminho, além de ter bem definido alguns pré-requisitos para atuar com projetos estruturais.

### **Exemplo de Diretrizes Para Um Projeto Estrutural**

#### **PRINCIPAIS NORMAS A SEREM UTILIZADAS**

O Projeto de Estruturas deverá ser elaborado de acordo com as prescrições das normas brasileiras pertinentes, especialmente a Norma ABNT NBR

Em projetos de estruturas de concreto armado e protendido devem ser atendidas todas as exigências da Norma ABNT NBR 6118:2003 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, assim como todas as demais referências normativas nela citadas e abaixo relacionadas:

ABNT NBR 5674:1999 - Manutenção de edificações – Procedimento.

ABNT NBR 5732:1991 - Cimento Portland comum – Especificação.

ABNT NBR 5733:1991 - Cimento Portland de alta resistência inicial – Especificação.

ABNT NBR 5735:1991 - Cimento Portland de alto-forno – Especificação.

ABNT NBR 5736:1991 - Cimento Portland pozolânico – Especificação.

ABNT NBR 5737:1992 - Cimento Portland resistente a sulfatos – Especificação.

ABNT NBR 5738:1994 - Moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos de concreto – Procedimento.

ABNT NBR 5739:1994 - Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos - Método de ensaio.

ABNT NBR 6004:1984 - Arames de aço - Ensaio de dobramento alternado - Método de ensaio.

ABNT NBR 6120:1980 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento.

ABNT NBR 6122:1996 - Projeto e execução de fundações – Procedimento.

ABNT NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento.

ABNT NBR 6153:1988 - Produto metálico - Ensaio de dobramento semi-guiado - Método de ensaio.

ABNT NBR 6349:1991 - Fios, barras e cordoalhas de aço para armaduras de protensão - Ensaio de tração - Método de ensaio.

ABNT NBR 7190:1997 - Projeto de estruturas de madeira.

ABNT NBR 7222:1994 - Argamassa e concreto - Determinação da resistência à tração por compressão diametral de corpos-de-prova cilíndricos - Método de ensaio.

ABNT NBR 7477:1982 - Determinação do coeficiente de conformação superficial de barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado - Método de ensaio.

ABNT NBR 7480:1996 - Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado – Especificação.

ABNT NBR 7481:1990 - Tela de aço soldada - Armadura para concreto – Especificação.

ABNT NBR 7482: 1991 - Fios de aço para concreto protendido – Especificação.

ABNT NBR 7483:1991 - Cordoalhas de aço para concreto protendido – Especificação.

ABNT NBR 7484:1991 - Fios, barras e cordoalhas de aço destinadas a armaduras de protensão - Ensaio de relaxação isotérmica - Método de ensaio.

ABNT NBR 7680: 1983 - Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto – Procedimento.

ABNT NBR 8522:1984 - Concreto - Determinação do módulo de deformação estática e diagrama tensão - deformação - Método de ensaio.

ABNT NBR 8548:1984 - Barras de aço destinadas a armaduras para concreto armado com emenda mecânica ou por solda - Determinação da resistência à tração - Método de ensaio.

ABNT NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimento.

ABNT NBR 8800:1986 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios (Método dos estados limites) – Procedimento.

ABNT NBR 8953:1992 - Concreto para fins estruturais - Classificação por grupos de resistência – Classificação.

ABNT NBR 8965:1985 - Barras de aço CA 42S com características de soldabilidade destinadas a armaduras para concreto armado – Especificação.

ABNT NBR 9062:2001 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado – Procedimento.

ABNT NBR 11578:1991 - Cimento Portland composto – Especificação.

ABNT NBR 11919:1978 - Verificação de emendas metálicas de barras de concreto armado - Método de ensaio.

ABNT NBR 12142:1991 - Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão em corpos-de-prova prismáticos - Método de ensaio.

ABNT NBR 12654: 1992 - Controle tecnológico de materiais componentes do concreto – Procedimento.

ABNT NBR 12655:1996 - Concreto - Preparo, controle e recebimento – Procedimento.

ABNT NBR 12989:1993 - Cimento Portland branco – Especificação.

ABNT NBR 13116:1994 - Cimento Portland de baixo calor de hidratação – Especificação.

ABNT NBR 14859-2:2002 - Laje pré-fabricada - Requisitos. Parte 2: Lajes bidirecionais.

ABNT NBR 14931:2003 - Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

ABNT NBR ISO 6892:2002 - Materiais metálicos - Ensaio de tração à temperatura ambiente.

ABNT NBR NM 67:1998 - Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone.

## **PRESCRIÇÕES GERAIS DE PROJETO**

O projeto estrutural deverá atender a uma série de quesitos no que diz respeito à elaboração dos documentos de modo a obedecer aos padrões estabelecidos nas normas técnicas e satisfazer às condições específicas do empreendimento.

## **MEMORIAIS DE CÁLCULO**

Os memoriais de cálculo deverão ser desenvolvidos em padrões próprios da contratada, em formato A4, devendo ser de um modo geral separados por estruturas, obedecendo a uma numeração sequencial que possibilite uma fácil referência em outros documentos.

O memorial de cálculo de cada estrutura deverá conter, de uma forma genérica, uma descrição sucinta da estrutura, o levantamento de cargas, a definição dos modelos estruturais adotados, as análises estruturais e o dimensionamento e detalhamento dos diversos elementos que a compõe.

## **DESENHOS E DEMAIS DOCUMENTOS**

Os desenhos de formas e armaduras dos elementos que compõe cada estrutura deverão ser executados em padrões próprios da contratada, em formato digital (CAD) no formato A1 ou A1 alongado, respeitando os desenhos padrões de margens, legendas e especificações exigidas pela SANEPAR (ver anexo I).

As plantas, cortes e elevações deverão ser elaboradas na escala 1:50, adotando-se as escalas 1:25, 1:20 ou 1:10 em detalhes ampliados.

Os textos de especificações em desenho, cotagens, indicações de cortes, detalhes e elevações, e outras representações gráficas devem obedecer aos critérios constantes do Anexo II.

A relação de desenhos e o resumo de materiais do Projeto Estrutural devem obedecer aos modelos apresentados no Anexo I.

## **REDES DE LOCAÇÕES DAS ESTRUTURAS**

Se o Projeto de Engenharia já tiver adotado algum sistema de eixos para locação das unidades construtivas, o mesmo sistema deverá ser adotado para o Projeto de Estruturas. Este sistema pode ser eventualmente melhorado ou criado, se não existir, conforme as orientações abaixo.

A locação das estruturas na área de implantação das obras deverá ser feita através de uma rede de eixos ortogonais, com direções coincidentes com os eixos das principais estruturas.

O sistema de coordenadas global, composto por estes eixos, deverá ter sua origem coincidente com a de um ponto preestabelecido, de coordenadas planialtimétricas conhecidas.

Cada estrutura possuirá um sistema de coordenadas local, com seus eixos próprios coincidentes, de um modo geral, com eixos de paredes, alinhamentos de pilares, eixo de simetria, juntas de dilatação, etc.

As plantas de formas e locação das fundações deverão apresentar os eixos do sistema local desta, assim como os eixos do sistema global que a interceptem ou que dela mais se aproximem. A localização dos eixos deverá estar em perfeita consonância com a planta de localização geral, na qual estarão representadas esquematicamente todas as estruturas e os eixos locais das extremidades de cada uma delas, locados em relação à rede de eixos globais.

## **SISTEMA DE UNIDADES**

Os cálculos e os desenhos do projeto deverão utilizar, de um modo geral, o Sistema Internacional de Unidades. Unidades diferentes poderão ser utilizadas nos casos especiais em que as especificações dos fabricantes ainda as utilizarem.

## **DIRETRIZES PARA O PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO**

Os parâmetros para desenvolvimento do projeto estrutural se encontram no Anexo III, de acordo com o tipo de unidade construtiva e em função da agressividade do meio em que a estrutura deverá atuar. Este Anexo, em consonância com a Norma ABNT NBR6118:2003, itens 6 e 7, estabelece a Classe Ambiental, a Classe de Concreto e fator água/cimento, cobrimentos mínimos das armaduras e dimensões mínimas das peças estruturais para cada tipo de unidade construtiva numa obra de saneamento. A utilização dos parâmetros do Anexo III é obrigatória.



Rua Leonice, Qd. 160, Lt. 12, Parque Estrela Dalva II, Luziânia-GO.

