



UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE

PROJETO ESTRUTURAL MEMORIAL DESCRITIVO

CUIABÁ - MT
JULHO/2023



SUMÁRIO

1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
2.	DADOS DA OBRA	1
3.	NORMAS UTILIZADAS	3
4.	PARÂMETROS DE PROJETO	4
3.1	Vida útil de Projeto.....	4
3.2	Mão de obra	5
3.3	Concreto Armado	5
3.4	Estrutura metálica	6
5.	CARREGAMENTOS	6
4.1	Permanentes	6
4.1.1	Peso Próprio:	7
4.1.2	Carga de Paredes.....	7
4.2	Variáveis	7
4.2.1	Sobrecarga de cobertura.....	7
4.2.2	Sobrecarga dos reservatórios de água	7
4.2.3	Sobrecarga do vento	7
4.3	Combinações de carregamento	8
6.	ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....	9
5.1	Estrutura metálica	9
5.1.1	Pintura de proteção de estrutura metálica.....	10
5.2.1	Infraestrutura	10
5.2.2	Pilares	11
5.2.3	Vigas	12
5.2.4	Lajes.....	12
7.	RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS.....	13
6.1	Locação da obra	13
6.2	Controle de qualidade dos materiais	13
6.2.1	Cimento	13
6.2.2	Agregado graúdo.....	14



6.2.3	Agregado miúdo	14
6.2.4	Água.....	14
6.2.5	Concreto	14
6.2.6	Armaduras	15
6.2.7	Formas.....	16
6.3	Lançamento do concreto	17
6.4	Adensamento	18
6.5	Cura	19
6.6	Desforma	20
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente memorial descritivo tem por objetivo fixar normas específicas e instruções técnicas para a construção de uma Torre que será situada na Praça das Bandeiras, localizada na avenida Historiador Rubens de Mendonça, 4115, Centro Político Administrativo, no município de Cuiabá - MT. O sistema estrutural adotado é composto de elementos de fundação em concreto armado e superestrutura em concreto armado e estruturas metálicas. Para maiores informações sobre os materiais empregados, dimensionamento e especificações deverão ser consultados o projeto executivo de estruturas

A empresa que executará a obra deverá apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT) de execução da obra em questão.

Toda e qualquer alteração do projeto durante a obra deverá ser feita mediante consulta prévia ao projetista

2. DADOS DA OBRA

O empreendimento proposto, Unidade Básica de Saúde, localizada na Rua Aureliano Liete, Jd Centenário, Qd 17, Lote 14, Ouro Fino – MG, CEP 37-357-000



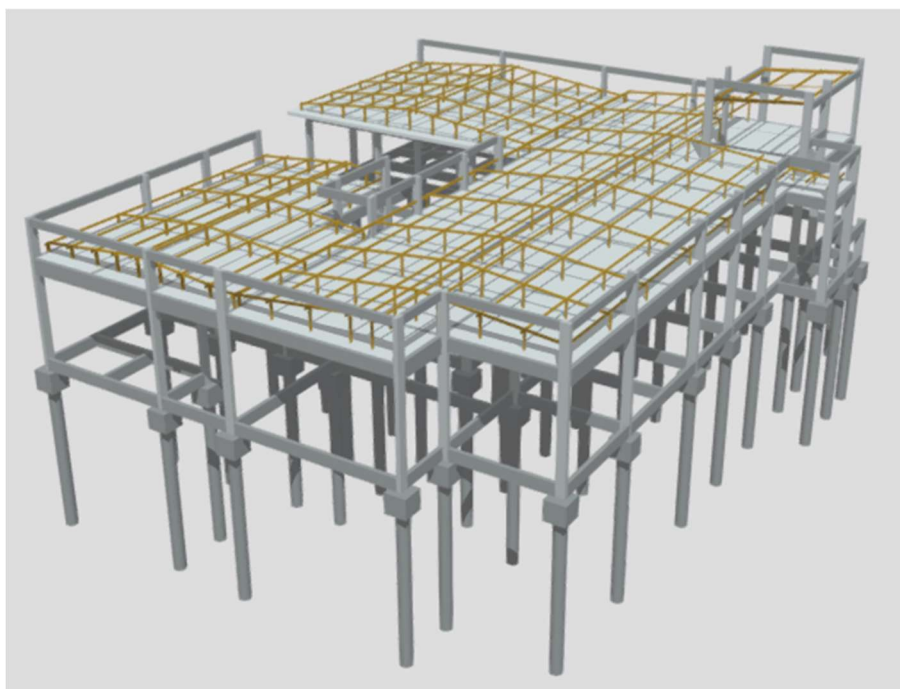


Figura 1 – Projeto Estrutural da UBS

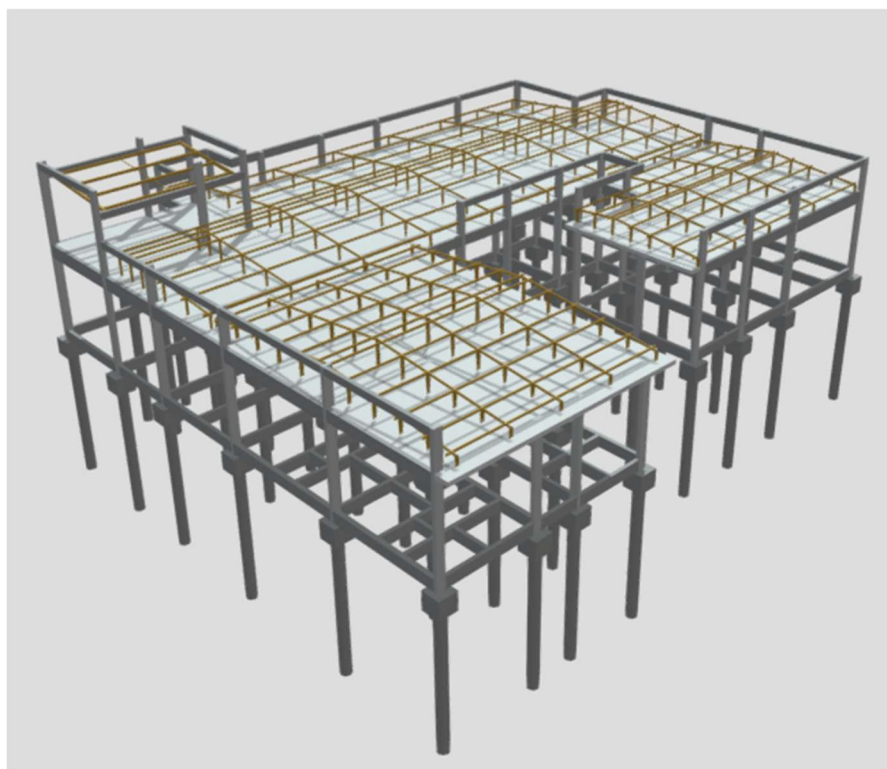


Figura 3 – Projeto Estrutural da UBS



3. NORMAS UTILIZADAS

Todos os projetos foram elaborados conforme as seguintes normas técnicas da ABNT:

Estruturas de concreto armado:

- **ABNT NBR 14323:2013** – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios em situação de incêndio;
- **ABNT NBR 14432:2001** – Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações – Procedimento;
- **ABNT NBR 15575:2021** – Edificações habitacionais – Desempenho;
- **ABNT NBR 6118:2014** – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- **ABNT NBR 6120:2019** – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;
- **ABNT NBR 6122:2022** – Projeto e execução de fundações;
- **ABNT NBR 6123:1998** – Forças devidas ao vento em edificações;
- **ABNT NBR 7211:2009** – Agregados para Concreto – Especificação;
- **ABNT NBR 7215:2019** – Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão de corpos de prova cilíndricos;
- **ABNT NBR 7480:2022** – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado - Requisitos;
- **ABNT NBR 8545:1984** - Execução de alvenaria sem função estrutural de tijolos e blocos cerâmicos – Procedimento
- **ABNT NBR 8681:2004** – Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- **ABNT NBR 8800:2008** – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;



4. PARÂMETROS DE PROJETO

3.1 Vida útil de Projeto

Conforme prescrição da NBR 15575-2 Edificações habitacionais - Desempenho Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais, a Vida Útil de Projeto dos sistemas estruturais executados com base neste projeto é estabelecida em 50 anos.

Entende-se por Vida Útil de Projeto, o período estimado de tempo para o qual este sistema estrutural está sendo projetado, a fim de atender aos requisitos de desempenho da NBR 15575-2.

Foram considerados e atendidos neste projeto os requisitos das normas pertinentes e aplicáveis a estruturas de concreto, o atual estágio do conhecimento no momento da elaboração do mesmo, bem como as condições do entorno, ambientais e de vizinhança desta edificação, no momento das definições dos critérios de projeto.

Outras exigências constantes nas demais partes da NBR 15575, que impliquem em dimensões mínimas ou limites de deslocamentos mais rigorosos que os que constam da NBR 6118, para os elementos do sistema estrutural, deverão ser fornecidas pelos responsáveis das outras especialidades envolvidas no projeto da edificação, sendo estes responsáveis por suas definições.

Para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

O executor das obras deverá se assegurar de que todos os insumos utilizados na produção da estrutura atendem as especificações exigidas neste projeto, bem como em normas específicas de produção e controle, através de relatórios de ensaios que atestem os parâmetros de qualidade e resistência; o executor das obras deverá também manter registros que possibilitem a rastreabilidade destes insumos.

Eventuais não conformidades executivas deverão ser comunicadas a tempo ao engenheiro projetista responsável, para que venham a ser corrigidas, de forma a não prejudicar a qualidade e o desempenho dos elementos da estrutura.

Atenção especial deverá ser dada na fase de execução das obras, com relação às áreas de estocagem de materiais e de acessos de veículos pesados, para que estes não excedam a capacidade de carga para as quais estas áreas foram



dimensionadas, sob o risco de surgirem deformações irreversíveis na estrutura.

A construtora ou incorporadora deverá incluir no Manual de Uso Operação e Manutenção dos Imóveis, a ser entregue ao usuário do imóvel, instruções referentes à manutenção que deverá ser realizada, necessária para que a Vida Útil de Projeto tenha condições de ser atingida.

Desde que haja um bom controle e execução correta da estrutura, que seja dado o uso adequado à edificação e que seja cumprida a periodicidade e correta execução dos processos de manutenção especificados no Manual de Uso, Operação e Manutenção dos Imóveis, a Vida Útil de Projeto do sistema estrutural terá condições de ser atingida e até mesmo superada.

A Vida Útil de Projeto é uma estimativa e não deve ser confundida com a vida útil efetiva ou com prazo de garantia. Ela pode ou não ser confirmada em função da qualidade da execução da estrutura, da eficiência e correção das atividades de manutenção periódicas, de alterações no entorno da edificação, ou de alterações ambientais e climáticas.

3.2 Mão de obra

A mão de obra a empregar será, obrigatoriamente, qualificada para a função que estiverem exercendo, a empresa executante deverá manter rigorosamente os serviços propostos no memorial e no projeto estrutural, assim como as normas e padrões de qualidade, resistência e segurança.

Os EPI'S, juntamente com uniforme, deverão ser indispensáveis, sempre de acordo com as atividades que estiverem executando. O embasamento para utilização de tais equipamentos poderão ser encontrado nas: NR-06, NR-10, NR-18 e informações técnicas dos próprios equipamentos de segurança.

3.3 Concreto Armado

O dimensionamento do sistema da estrutura de **concreto armado** foi elaborado através da análise do pórtico espacial. Para auxílio foi utilizado o software Eberick (2022), disponibilizado pela empresa AltoQI.

Todos os cálculos efetuados para estes projetos consideram a **classe de agressividade ambiental II** (Tabela 6.1 – NBR 6118), concreto com resistência característica de **300 kgf/cm² (30 MPa)** para infraestrutura e superestrutura da **UBS**.



CP II-F-32, CP IV-32 ou CP V-ARI; fator água/cimento menor ou igual a 0,50.

Os agregados a serem utilizados na confecção do concreto deverão ser compostos por **areia grossa e brita 1** (12,5 mm a 19 mm) e deverão ser realizados ensaios que permitam averiguar as condições do concreto antes da desforma, para garantir sua qualidade e resistência adequada.

Os vergalhões adotados estão especificados em prancha.

O construtor deverá obedecer às NORMAS vigentes pertinentes à execução (cura, escoramentos, apoios, traspasse de emendas da armadura, raios dos pinos para dobras e ganchos, fator água/cimento etc.).

Não será admitida qualquer alteração no projeto sem o consentimento do engenheiro projetista responsável. Havendo a necessidade de esclarecimentos, o mesmo deverá ser consultado.

3.4 Estrutura metálica

As estruturas metálicas foram dimensionadas com a finalidade de se obter um arranjo estrutural que atendessem aos requisitos arquitetônicos, o melhor aproveitamento dos materiais, conseqüentemente menor custo de execução, com prioridade na segurança dos usuários.

Todos os cálculos executados no projeto da estrutura metálica consideram o uso de perfis estruturais em aço ASTM A-36, com limite de escoamento mínimo de 250 MPa e limite de resistência entre 400-550 MPa. As placas base serão em aço ASTM A-36 com mesmas características citadas acima para os perfis estruturais. Os chumbadores utilizados para fazer a fixação das placas serão parafusos do tipo Parabolt. Todas as ligações do projeto entre estruturas metálicas serão por soldagem, e é adotado o eletrodo revestido da classe AWS E60, para mais informações conferir as pranchas de detalhamento das estruturas metálicas.

5. CARREGAMENTOS

4.1 Permanentes

Ações Permanentes: são as decorrentes das características da estrutura, ou seja, o peso próprio da estrutura e dos elementos que a compõem, como telhas, forro, instalações etc.



4.1.1 Peso Próprio:

Trata-se das cargas que incidem verticalmente na estrutura, normativamente não atendem um padrão, ficando a critério de o calculista considerar os pesos próprios dos elementos estruturais presentes no projeto. A Tabela 1 da NBR 6120 (ABNT, 1980) apresenta como peso específico para o concreto armado o valor de 25 kN/m³.

4.1.2 Carga de Paredes

Considerando que as estruturas terão o seu fechamento com alvenaria, adotou-se a carga das paredes sobre os baldrames. Dessa forma, determinou-se a altura e espessura das mesmas em conformidade com o projeto arquitetônico. Para peso próprio da parede foi utilizada a carga de 13 kN/m³.

4.2 Variáveis

São as decorrentes do uso e ocupação, tais como equipamentos, sobrecargas em coberturas, vento, temperatura etc.

4.2.1 Sobrecarga de cobertura

Conforme o projeto arquitetônico, a UBS será coberta com Telha metálica .

4.2.2 Sobrecarga dos reservatórios de água

Conforme o projeto hidrossanitário e arquitetônico, nos respectivos espaços representados serão apoiados os reservatórios de água fria. Para estas lajes foram consideradas as cargas adicionais de acordo com o volume apontado, distribuída sobre a área de fundo do reservatório.

4.2.3 Sobrecarga do vento

De acordo com a NBR 6123 a pressão dinâmica do vento varia de acordo com a região (velocidade), fator topográfico (S1), fator de rugosidade (S2) e fator estatístico (S3). Logo, os parâmetros foram definidos da seguinte maneira, conforme a Figura 1:

- Velocidade básica do vento = 35 m/s (conforme ábaco da NBR 6123/1988).

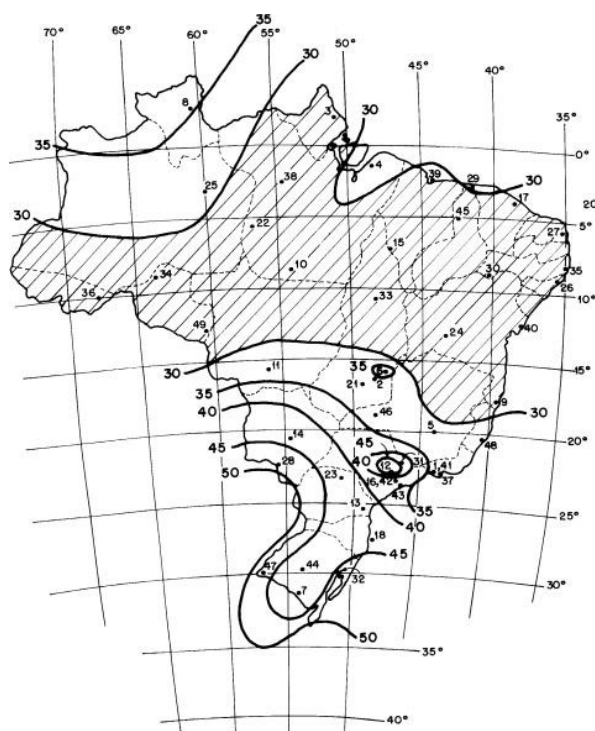


Figura 1 - Ábaco velocidade básica ventos, NBR 6123/1988.

Fator topográfico $S_1 = 1$ (Terreno plano ou fracamente acidentado);

Fator de rugosidade $S_2 =$ dependendo da estrutura projetada Categoria II e Classe A;

Fator estatístico $S_3 =$ utilizado para todas as edificações Grupo 2, $S_3 = 1,00$.

Qualquer outra carga não prevista em projeto deverá ser consultada previamente com o projetista estrutural.

4.3 Combinações de carregamento

Foram consideradas apenas as “combinações normais” para o projeto estrutural, que são as que cuidam das ações permanentes e das variáveis. As combinações de carregamento definidas no item 4.7.7.2.1 da NBR 8800/2008 são as seguintes:

$$\sum(\gamma_g G) + \gamma_{q1} Q_1 + \sum((\gamma_{qi} \psi_i Q_i))$$

G : ações permanentes

Q_1 : ações variáveis principais (predominantemente para o efeito analisado)

Q_i : demais ações variáveis

γ_g : coeficiente de ponderação das ações permanentes

γ_{qi} : coeficiente de ponderação das ações variáveis

ψ : fatores de combinação das ações variáveis



6. ELEMENTOS ESTRUTURAIS

5.1 Estrutura metálica

As ligações foram projetadas e calculadas para os esforços atuantes em cada projeto, a fim de garantir a estabilidade do sistema. Foi definido engaste para as todas as ligações da estrutura metálica, sendo feito através de solda, de acordo com as necessidades e recursos definidos. O executor deverá garantir a resistência das ligações soldadas entre os perfis estruturais metálicos. Deverão ser consultadas todas as folhas dos projetos estruturais, e, em caso de dúvidas, o projetista estrutural deverá ser consultado.

A qualidade dos materiais como concreto e aço deverá ser inspecionada e acompanhada no seu preparo para uso na obra, por profissional legalmente habilitado junto ao conselho profissional, cuja atribuição seja compatível com a de execução de obras.

Os cálculos de resistência das terças são baseados por inteiro na NBR 8800/2008, e no local de instalação, deve-se atentar ao excesso de sobrecarga circulando em vãos idênticos da estrutura.

Os perfis devem ser seguidos à risca, de acordo com o projeto estrutural, suas soldas devem ser aplicadas de maneira contínua, ressaltando que de maneira alguma poderá ser aplicada do tipo intermitente, incluindo casos que o acúmulo de água é propício de ocorrer. Neste caso, a principal estrutura deverá ser feita em um local seco e, posteriormente no seu devido tempo, ser instalada sob os pilares.

No caso de junção lateral de perfis, deve atentar-se à aplicação de solda, pois se notada a presença de frestas entre os perfis, é recomendado repetir o processo de soldagem.

Todas as ligações serão do tipo soldáveis e foi adotado eletrodo revestido da classe AWS E60, o que acarreta na necessidade de soldadores, montadores e demais profissionais devidamente qualificados.

As telhas de cobertura serão metálicas. Serão apoiadas em terças, conforme indicado em projeto arquitetônico. A fixação das terças é feita diretamente sobre as tesouras através de solda.

Outro ponto é a garantia da segurança, bem estar e integridade dos profissionais que atuam na soldagem. Devido ao índice de toxicidade causado pela queima e vaporização de metais, o soldador deverá seguir algumas recomendações



e fazer uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), bem como as normas de segurança, como a NR-12 e similares. Os EPIs necessários são:

- Máscara para fumos metálicos;
- Óculos de proteção à fuligem;
- Máscara de solda com lentes;
- Touca para soldagem;
- Luvas para proteção das mãos;
- Avental de raspas.

Além disso, ressalta-se que o processo de soldagem in loco deve ser realizado em local aberto, com ventilação natural e distante de materiais inflamáveis, pois os respingos de solda podem causar incêndios em contato com alguns materiais como papéis, palha, madeira, tecidos, estopa, solventes, etc. Todo e qualquer material combustível deve ser removido da área de solda. Demais procedimentos para o processo de soldagem, devem seguir as normativas apresentadas na NBR-8800:1986.

5.1.1 Pintura de proteção de estrutura metálica

Todos os elementos estruturais metálicos deverão receber uma pintura de tinta alquídica de fundo (tipo zarcão) pulverizada nas estruturas, a fim de garantir maior durabilidade à estrutura. Estrutura de concreto armado

5.2.1 Infraestrutura

5.2.1.1 Blocos

Buscando atender os requisitos de segurança, economia e arquitetônicos, as fundações adotadas são do tipo profunda (bloco sobre estacas escavadas), adequadas para atender às cargas determinadas pelo cálculo estrutural, e rigorosamente de acordo com as especificações de projeto. Ressalta-se que foi realizado ensaio SPT e mediante análise do resultado dos ensaios, utilizou-se o menor valor de tensão admissível encontrado nos respectivos furos, em prol da segurança.

Caso seja percebida qualquer anormalidade no solo, o Fiscal deverá informar o projetista estrutural, que tomará as medidas necessárias. Com isso as fundações da obra ficarão suspensas até que sejam feitas as adequações para o terreno



analisado. Caso o solo apresente taxa menor que a especificação, deverá informar o engenheiro projetista, para adequação do tipo de fundação.

As estacas serão do tipo broca, escavadas de forma mecânica. A ferragem será conforme o projeto estrutural. Observando o que prescreve a norma NBR 6118/2014 com relação aos cobrimentos da armadura.

Para execução das estacas e blocos, deverão ser seguidos os seguintes parâmetros:

- Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30$ Mpa (Classe C-30);
- Relação água/cimento menor ou igual a 0,5;
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 4,5 cm;
- Utilizar agregados com granulometria máxima de 19 mm;
- Curva granulométrica contínua;

Antes do lançamento do concreto devem ser executados ensaios de abatimento (Slump Test), devendo o concreto apresentar abatimento de 100 a 140 mm para sua liberação ao uso.

Deverão ser moldados os corpos de prova (CP) de acordo com a ES-10-C-21-004 e rompidos nas idades de 7, 14 e 28 dias. Ressalta-se que a fundação só poderá ser liberada ao uso com resistência à compressão axial de 30 MPa após 28 dias da concretagem.

O executor deverá ler as observações presentes nas folhas dos projetos estruturais e em caso de dúvidas, consultar o projetista estrutural

5.2.2 Pilares

O dimensionamento dos pilares de concreto armado foi realizado no software Eberick (2022), considerando o índice de esbeltez de cada pilar, o carregamento, os momentos fletores atuantes sobre o topo e sobre a base de acordo com a norma NBR6118:2014. Os detalhamentos estruturais e disposições dos pilares estão demonstrados em pranchas.

Para a execução dos pilares, deverão ser seguido os parâmetros a seguir:



- Concreto Estrutural com resistência característica **fck= 30 Mpa** (Classe C-30)
- Relação água/cimento menor ou igual a 0,50;
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 3,0cm.

5.2.3 Vigas

Para efeito de cálculo, o software foi dimensionado para considerar o carregamento ao qual cada viga estará sujeita. Desta forma, determinou-se o momento fletor máximo para cálculo das armaduras longitudinais e esforços cortantes para cálculo das armaduras transversais, de maneira que os requisitos da NBR6118:2014 fossem totalmente cumpridos.

As vigas em contato com solo (baldrame) deverão receber aplicação de tinta asfáltica de grande aderência e resistência química, de maneira que forme uma película impermeável, seguindo rigorosamente a especificação do fabricante.

A impermeabilização deve envolver as vigas baldrame de forma não permitir a ascensão da umidade, seguido de uma camada de 1,5 cm de argamassa de cimento de areia traço 1:3, com aditivo impermeabilizante. Poderá ser empregado outro sistema similar com a mesma finalidade e previamente justificado. **Sobre os arranques dos pilares, não deverá ser aplicado impermeabilizante.**

Para a execução das vigas, deverão ser seguidos os seguintes parâmetros:

- Concreto Estrutural com resistência característica **fck= 30 Mpa** (Classe C-30)
- Relação água/cimento menor ou igual a 0,5;
- Tipos de cimento recomendado: Cimento Portland II Z, CP-IV ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 3 cm.

5.2.4 Lajes

Para o dimensionamento das lajes em concreto armado foi utilizado o software Eberick (2022). O resultado do dimensionamento está demonstrado nas pranchas do projeto estrutural.



- Treliça para laje TR12645 em aço CA60;
- Bloco de EPS B8/40/40;
- Capa em concreto de resistência característica $f_{ck} = 30\text{Mpa}$

É de inteira responsabilidade do **FABRICANTE** atender os requisitos de projeto e apresentar ART de projeto das lajes fornecidas. Deverá ser seguido o sentido das vigotas e cargas adicionais apresentadas no Projeto Estrutural.

Antes do lançamento do concreto, o sentido da laje, as formas, as ferragens, mestras das lajes

7. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

6.1 Locação da obra

Para a execução do gabarito da obra deverão ser obedecidas as especificações contidas nas Plantas de Locações, conforme as disposições das fundações e cotas. Recomenda-se a utilização das plantas baixas do projeto de arquitetura para o correto posicionamento do ponto de referência.

Cabe ao engenheiro responsável pela execução, a perfeita locação dos elementos com o auxílio de equipamentos de precisão para não haver conflitos de dimensões nas fases posteriores de execução.

6.2 Controle de qualidade dos materiais

6.2.1 Cimento

O cimento empregado no preparo do concreto deverá satisfazer as especificações e métodos previstos pelas Normas Brasileiras. Para cada partida de cimento deverá ser fornecido ao certificado de origem correspondente.

O armazenamento do cimento na obra deverá ocorrer em depósitos secos, à prova d'água, adequadamente ventilada e provida de assoalhos isolados do solo, de modo a eliminar a possibilidade de qualquer dano, total ou parcial, ou ainda misturas de cimento de diversas procedências.

O controle de estocagem deverá permitir a utilização conforme a ordem cronológica de entrada no depósito. A apresentação do cimento poderá ser em sacos



ou a granel.

6.2.2 Agregado graúdo

Deverá ser utilizado preferencialmente pedra britada proveniente do britamento de rochas estáveis. Recomenda-se a utilização de agregado basáltico ou granito como agregado graúdo.

Independente do material a ser utilizado, os mesmos deverão estar isentos de substâncias nocivas ao seu emprego, tais como torrões de argila, material pulverulento, gravetos e outros e, deverão dispor de diâmetro entre 12,5mm e 19mm.

O armazenamento em canteiro deverá ser feito em plataformas apropriadas, de modo a impedir qualquer tipo de trânsito sobre o material já depositado.

6.2.3 Agregado miúdo

Como agregado miúdo, deve-se utilizar areia natural quartzosa, ou artificial, resultante da britagem de rochas estáveis, com uma granulometria que se enquadre no especificado pelas Normas. Este agregado deverá estar isento de substâncias nocivas à sua utilização, tais como mica, materiais friáveis, gravetos, matéria orgânica, torrões de argila, etc.

O armazenamento da areia deverá ser feito em plataformas apropriadas protegidas por valetas, para evitar a contaminação do material pelo escoamento das águas pluviais.

6.2.4 Água

A água a ser utilizada no amassamento do concreto deverá ser limpa e isenta de siltes, sais, álcalis, ácidos, óleos, matéria orgânica ou qualquer outra substância prejudicial à mistura. Em princípio, a água potável poderá ser utilizada. Deve-se respeitar a relação água/cimento máxima estabelecida nas peças estruturais.

Sempre que se suspeitar que a água local ou a disponível possa conter substâncias prejudiciais, análises físico-químicas deverão ser providenciadas.

6.2.5 Concreto

O traço do concreto utilizado deverá ser determinado pelo engenheiro responsável pela execução ou pela empresa contratada para o fornecimento de



concreto usinado, através de estudos de dosagem experimental, objetivando atender aos requisitos de trabalhabilidade, resistência característica especificada pelo projeto, e durabilidade das estruturas.

O *slump* utilizado, deverá ser tal que garanta o perfeito adensamento do concreto no interior das formas e que não cause bicheiras nas peças. A relação água/cimento não pode ultrapassar o valor de 0,5. Recomenda-se a utilização de *slump* +/- 10cm. O engenheiro responsável pela execução deve exigir que seja realizado o teste do tronco de cone para verificar se o *slump* desejado foi alcançado.

Será exigido o emprego de material de qualidade uniforme e correta utilização dos agregados graúdos e miúdos, de acordo com as dimensões das peças a serem concretadas, e a fixação do fator água/cimento, tendo em vista a resistência e a trabalhabilidade do concreto, compatível com as dimensões e acabamentos das peças. A quantidade de água usada no concreto deverá ser regulada, ajustando às variações de umidade dos agregados, no momento de sua utilização na execução dos serviços.

Todos os materiais recebidos na obra ou utilizados em usina, devem ser previamente testados para comprovação de sua adequação ao traço adotado.

Deverá ser feito por meio de laboratório, os ensaios de controle do concreto e seus componentes de acordo com as Normas Brasileiras relativas ao assunto, antes e durante a execução das peças estruturais.

6.2.6 Armaduras

As barras de aço utilizadas para as armaduras das peças de concreto armado, bem como a sua montagem, deverão atender às prescrições das Normas Brasileiras que regem o assunto (NBR 7480:2022).

De modo geral, as barras de aço deverão apresentar suficiente homogeneidade quanto às suas características geométricas e não apresentar defeitos tais como bolhas, fissuras, esfoliações e corrosão.

As barras de aço deverão ser depositadas em pátios cobertos com pedrisco, colocadas sobre travessas de madeira.

As barras de aço deverão ser convenientemente limpas de qualquer substância prejudicial à aderência (barro, óleos, graxa ou outros elementos inconvenientes), retirando as camadas eventualmente destacadas por oxidação. Sendo vedada a utilização de barras que apresentam camadas oxidadas.



A limpeza das armações deverá ser feita fora das respectivas fôrmas. Quando feita em armaduras já montadas em fôrmas, será executada de modo a garantir que os materiais provenientes desta limpeza não permaneçam retidos nas fôrmas.

Quando do prosseguimento dos serviços de armação decorrentes das etapas construtivas da obra, deve-se limpar a ferragem de espera com escovas de aço, retirando excessos de concreto e de nata de cimento. Em casos onde a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, as mesmas deverão ser devidamente protegidas.

As armaduras dimensionadas das peças estruturais, deverão seguir o especificado em projeto estrutural, respeitando os comprimentos, transpasses e diâmetros calculados.

O dobramento das barras, inclusive para ganchos, deverá ser feito com os raios de curvatura previstos no projeto, respeitando-se os mínimos estabelecidos por Norma. As barras de aço deverão ser dobradas a frio. As barras não poderão ser dobradas junto às emendas com solda.

Para manter o posicionamento da armadura durante as operações de montagem, lançamento e adensamento do concreto, deverão ser utilizados fixadores e espaçadores, desde que fique garantido o recobrimento mínimo preconizado no projeto, que essas peças sejam totalmente envolvidas pelo concreto, e de modo a não provocarem manchas ou deteriorações nas superfícies externas.

Após o término do serviço de armação, o engenheiro responsável pela execução deverá evitar ao máximo o trânsito de pessoas através das ferragens colocadas. Contudo, deverá ser executadas passarelas de tábuas que oriente a passagem e distribua o peso sobre o fundo das fôrmas, e não diretamente sobre a ferragem.

Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço deverão estar dispostas de modo a não acarretar deslocamento das armaduras.

6.2.7 Formas

Os materiais de execução das fôrmas deverão ser compatíveis com o acabamento desejado (chapas de madeira). Partes da estrutura não visíveis poderão ser executadas com madeira serrada em bruto.

Para as partes aparentes, será exigido o uso de chapas compensadas, madeira aparelhada, madeira em bruto revestida com chapa metálica ou



simplesmente outros tipos de materiais, conforme indicação no projeto e conveniência da execução.

O madeiramento a ser utilizado deverá ser armazenado em local abrigado, com suficiente espaçamento entre pilhas, visando a prevenção de incêndios.

Os painéis deverão ser limpos e receber aplicação de desmoldante, não sendo permitido emprego de óleo.

As fôrmas deverão ser construídas de forma estanque, não permitindo fugas de nata de cimento. Toda vedação das fôrmas deverá ser garantida por meio de justa posição das peças, sendo vedado o artifício da calafetagem com papéis, estopa e outros. A manutenção da estanqueidade deverá ser garantida, evitando longa exposição das fôrmas ao tempo antes das respectivas concretagens. Os cantos e arestas vivas deverão ser executados com juntas de topo.

A ferragem deverá ser mantida afastada das fôrmas por meio de pastilhas de argamassa ou espaçadores plásticos.

6.3 Lançamento do concreto

Somente deverá ser lançado o concreto **após todo o trabalho de fôrmas, instalação de peças embutidas e preparação das superfícies, esteja inteiramente concluído e aprovado pelo engenheiro responsável pela execução.** Todas as superfícies e peças embutidas que tenham sido incrustadas com argamassa proveniente de concretagem deverão ser limpas, antes que o concreto adjacente ou de envolvimento seja lançado.

O concreto deverá ser depositado nas fôrmas, tanto quanto possível e praticável, diretamente em sua posição final, e não deverá fluir de maneira a provocar sua segregação.

Quando levado por calhas para dentro das fôrmas, a inclinação das mesmas deverá ser estabelecida experimentalmente e em função da consistência do concreto.

Recomenda-se para concretos normais a faixa de variação de inclinação entre 1:1,5 e 1:1 (horizontal:vertical).

As extremidades inferiores das calhas deverão ser dotadas de anteparo, para evitar segregação. **Não é permitido quedas livres maiores que 2,0 m.** Acima de tal, deve ser exigido o emprego de funil para o lançamento.

O lançamento deverá ser contínuo e conduzido de forma a não haver interrupções superiores ao tempo de pega do concreto. No caso do lançamento de



concreto em superfícies inclinadas, este deverá ser inicialmente lançado na parte mais baixa e, progressivamente, sempre de baixo para cima. O lançamento do concreto deverá ser efetuado em subcamadas de altura compatível com o alcance do vibrador, não podendo, entretanto, exceder 50 cm. O espalhamento do concreto para formar estas subcamadas, poderá ser efetuado por meios manuais ou mecânicos, mas nunca por vibrações.

Dever-se-á evitar a paralisação da concretagem nos pontos de maior solicitação da estrutura, devendo-se manter um sistema de comunicação permanente entre a obra e central de concreto, ou um veículo à disposição.

Cada camada de concreto deverá ser consolidada até o máximo praticável em termos de densidade; deverá ser evitado vazios ou nichos, de tal maneira que o concreto seja perfeitamente confinado junto às fôrmas e peças embutidas.

A utilização de bombeamento para concreto somente deve ser utilizada com a disponibilidade de equipamentos e mão-de-obra suficientes para que haja perfeita compatibilidade e sincronização entre os tempos de lançamento, espalhamento e vibração do concreto. O lançamento por meio de bomba somente poderá ser efetuado em obediência ao plano de concretagem, de modo que não seja retardada a operação de lançamento, com o acúmulo de depósito de concreto em pontos localizados, nem apressada ou atrasada a operação de adensamento.

6.4 Adensamento

Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deverá ser vibrado ou socado continuamente com equipamento adequado à sua trabalhabilidade. O adensamento deverá ser executado de modo a que o concreto preencha todos os vazios das fôrmas.

Durante o adensamento, deverá ser tomada as precauções necessárias para que não se formem nichos ou haja segregação dos materiais; evitar a vibração da armadura para que não se formem vazios em seu redor, com prejuízo da aderência.

O vibrador deverá ser mantido na massa de concreto até que apareça a nata na superfície, momento em que deverá ser retirado e mudado de posição.

Os vibradores deverão trabalhar com uma frequência mínima de 7.000 ciclos/minuto para os de imersão, e de 8.000 ciclos/minutos para os de fôrma.

Durante o adensamento de uma camada, o vibrador de imersão deverá ser



mantido em posição vertical e a “agulha” deverá atingir a parte superior da camada anterior.

O vibrador deverá ser introduzido na massa de concreto rapidamente e a sua retirada deverá ser vagarosa, ambas com o vibrador funcionando. Os vibradores deverão ser mergulhados e retirados em pontos diversos e espaçados de aproximadamente 50 cm, em períodos de 10 e 20 segundos, sistematicamente, até que toda a massa do concreto esteja vibrada.

É incorreto mergulhar os vibradores em espaços maiores com tempo de vibração mais prolongado.

É importante que durante o lançamento não haja superposição de “cabeças” entre duas camadas. Tal superposição prejudica o alcance do vibrador e gera um adensamento irregular.

6.5 Cura

Deverá ser cuidadosamente executada a cura de todas as superfícies expostas, com o objetivo de impedir a perda de água destinada à hidratação do cimento.

Durante o período de endurecimento do concreto, suas superfícies deverão ser protegidas contra chuvas, secagem, mudanças bruscas de temperatura, choques e vibrações que possam produzir fissuras ou prejudicar a aderência com a armadura.

Para impedir a secagem prematura, as superfícies de concreto deverão ser abundantemente umedecidas com água durante pelo menos 7 dias após o lançamento.

Como alternativa, poderá ser aplicado agente químico de cura, de modo a que a superfície seja protegida pela formação de uma película impermeável, desde que as propriedades mecânicas e de trabalhabilidade não sejam consideravelmente alteradas.

Todo concreto não protegido por fôrmas e todo aquele já desformado, deverão ser curados imediatamente após ter endurecido o suficiente para evitar danos às suas superfícies. O método de cura dependerá das condições no campo e do tipo de estrutura.



6.6 Desforma

A desforma deve ser realizada de forma criteriosa, iniciando-se pelos pilares, soltando-se inicialmente os tensores. Deve-se retirar os painéis, desprendendo-os, nunca usando alavancas (pés de cabra) entre o concreto endurecido e as fôrmas. Caso um painel necessite ser afrouxado, terão de ser utilizadas cunhas de madeira dura. É preciso manusear as peças com cuidado para não danificar as fôrmas. Painéis de maiores dimensões e principalmente pilares de canto podem ser mantidos no lugar, amarrando-os com cordas para evitar eventuais choques ou quedas.

É necessário retirar os tubos passantes de PVC, utilizando um pequeno ponteiro. Deve-se manter as reescoras das vigas ou lajes. Têm de ser retirados os sarrafos-guia e removidas as cunhas laterais e da base dos garfos, para soltá-los. Em seguida, é preciso desformar as laterais das vigas. Para separar a forma de viga da forma de laje, deve-se, conforme acima, usar uma cunha entre o sarrafo de pressão e o soalho da laje. Caso não seja possível a desforma da viga desse modo, por causa do excesso de garfos muito próximos, será necessário retirar as escoras do terço central do vão, manter as reescoras e, só então, proceder à retirada das escoras (mantendo o reescoramento, se for o caso) dos terços das extremidades. Deve estar posicionado o reescoramento nas tiras do soalho da laje.

Deverão ser removidas as escoras e longarinas e, em seguida, desformados os painéis da laje. Em vigas e lajes em balanço, é preciso efetuar a desforma da borda livre no sentido do apoio, segundo orientação do mestre ou engenheiro responsável pela obra. Para evitar danos às longarinas, soalhos e painéis de viga em razão de quedas, pode-se usar cordas ou cavaletes de apoio sob a laje, de maneira a amortecer os impactos. Depois da remoção de peças, como, pinos, amarras e parafusos, devem ser elas colocadas em caixas e não abandonadas sem cuidado, a pretexto de serem guardadas posteriormente. As fôrmas de madeira precisam ser limpas imediatamente após o seu uso e não deixadas para que isso seja feito por ocasião da utilização seguinte. A limpeza é feita com uma escova de piaçava, para eliminar argamassa endurecida que tenha aderido à sua superfície.

Quando os cimentos não forem de alta resistência inicial ou não for colocado aditivos que acelerem o endurecimento e a temperatura local for adequada, a retirada das fôrmas e do escoramento não deverá ser feito antes dos seguintes prazos:

- faces laterais 3 dias;



- retirada parcial das escoras 7 dias;
- faces inferiores, deixando-se algumas escoras bem encunhadas 14 dias;
- desforma total, 21 dias, exceto as do item abaixo;
- vigas e arcos com vão maior do que 10 m 28 dias.

A desforma de estruturas mais esbeltas deve ser feita com muito cuidado, evitando-se a remoção das escoras/formas de maneira brusca ou choques fortes.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

YAZIGI W. **A técnica de edificar**. 17. ed. São Paulo: Pini, 2013. 826 p.

CLÁUDIO ADLER (São Paulo) (org.). **RECOMENDAÇÃO ABECE 003:2015**: memorial descritivo do projeto estrutural (de edifícios residenciais em concreto armado). 2015. ed. São Paulo: Abece, 2015. 25 p. Disponível em: http://www.abece.com.br/pdf/Recomendacao003_Memorial_Descritivo_Projeto_Estrutural_online.pdf. Acesso em: 16 set. 2022.

BELLEI, André Luis et al. **MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO ESTRUTURAL**. Cascavel: Hansen & Melo Ltda. - Me, 2019. 20 p. Disponível em: <https://www.paranagua.pr.gov.br/licitacoes/701/MEMORIAL-ESTRUTURAL----MARIA-TRINDADE.....pdf>. Acesso em: 15 set. 2022

Cuiabá – MT, 27 de julho de 2023

THIAGO ANTONIO LAVRATI
Engenheiro Civil
CREA 31348/ MT