

MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO ESTRUTURAL

OBRA: REFORMA E AMPLIAÇÃO DA ESCOLA MUNICIPAL MARIA TRINDADE DA SILVA

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

ANDRÉ LUIS BELLEI
ANDRÉ LUIS GODINHO FERREIRA DE MELO
JEFFERSON MACIEL VALCANOVER
MARCO ANTÔNIO HANSEN

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	4
2	NORMAS UTILIZADAS	4
3	PARÂMETROS DE PROJETO.....	4
3.1	Ampliação	4
3.2	Abrigo de resíduos e Central GLP	5
3.3	Muro de Divisa	5
3.4	Cobrimento das peças	6
4	CARGAS CONSIDERADAS	8
4.1	Peso próprio dos elementos	8
4.2	Carga de Paredes.....	8
4.3	Cargas Acidentais nas Lajes.....	8
4.4	Carga de Cobertura.....	8
4.5	Carga de Caixa d'Água	9
5	ELEMENTOS ESTRUTURAIS	9
5.1	Fundações	9
5.2	Dimensionamento da Fundação.....	9
5.2.1	Características Construtivas das Sapatas	10
5.3	Pilares.....	11
5.3.1	Características construtivas dos pilares	11
5.4	Vigas.....	11
5.4.1	Características construtivas das vigas	12
5.5	Lajes	12
6	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.....	13
6.2.3	Agregado Miúdo	14
6.2.4	Água	14
6.2.5	Concreto	15
6.2.6	Armaduras	15
6.3	Formas	16

6.4	Montagem das armaduras	17
6.5	Lançamento do concreto	18
6.6	Adensamento	19
6.7	Cura.....	20
6.8	Remoção das Formas.....	20
7	QUANTITATIVO DE MATERIAIS	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

O presente memorial, trata dos parâmetros utilizados e as recomendações a serem seguidas para a execução da estrutura em concreto armado de reforma e ampliação da Escola Municipal Maria Trindade da Silva referente ao contrato nº 080/2018 firmado entre a empresa Hansen e Melo Ltda e a prefeitura Municipal de Paranaguá.

2 NORMAS UTILIZADAS

O presente projeto seguiu as recomendações das normas a seguir:

- NBR6118 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;
- NBR 7211 – Agregados para Concreto – Especificação;
- NBR 7215 – Resistência a Compressão do Cimento Portland;
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 7480 – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado;

3 PARÂMETROS DE PROJETO

O sistema estrutural utilizado para o cálculo dos esforços solicitantes nas estruturas, foi cálculo por pórtico espacial. O software de dimensionamento e detalhamento estrutural utilizado como ferramenta produtiva foi o Eberick, comercializado pela empresa AltoQi.

Analisando o projeto arquitetônico de reforma, tem-se que as interferências estruturais deverão ser realizadas conforme demonstrado a baixo.

3.1 Ampliação

A ampliação consiste na construção de novas salas de aula, banheiro, pátio coberto, cozinha e área de serviço. A área total que será ampliada, será igual a 511,65 m². O presente documento trata das recomendações executivas para a execução dos serviços. Todos os detalhes necessários para a perfeita execução do bloco, como: armaduras, classe do concreto, cobrimentos dimensões e etc estão demonstrados no projeto estrutural em anexo.

3.2 Abrigo de resíduos e Central GLP

Será construído uma estrutura para receber os resíduos provenientes da edificação e outra para armazenar os recipientes contendo Gás. Ambas as estruturas serão retangulares, conforme dimensões demonstradas em projeto. Sobre a estrutura, será executada laje de cobertura com rebarba de 10 cm para as laterais e a frente. A laje, deverá possuir uma inclinação mínima de 2% no sentido frontal e ser impermeabilizada com manta líquida.

Os detalhes estruturais como: dimensão, posição e armadura estão detalhados no projeto estrutural em anexo.

O software foi configurado de acordo com os parâmetros que mais se adequam a região em que será realizada a reforma.

3.3 Muro de Divisa

Para delimitar o terreno da escola, será construído um muro de divisa, conforme demonstrado no projeto arquitetônico em anexo. O muro terá altura de 300 cm e a vedação será realizada com alvenaria assentada sobre a viga baldrame do muro. A fundação para sustentação dos muros, será feita com sapatas. Para amarrar os pilares e impedir o tombamento do muro, será construído sobre o mesmo uma viga de respaldo. Todos os detalhes estruturais do muro a ser construído estão indicados no projeto estrutural em anexo.

3.4 Cobrimento das peças

Para determinação do cobrimento das peças estruturais utilizadas, utilizou-se os parâmetros das tabelas 6.1, 7.1 e 7.2 da NBR6118 demonstradas a seguir.

Tabela 6.1 - Classes de agressividade ambiental

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	Moderada	Urbana ^{1), 2)}	Pequeno
III	Forte	Marinha ¹⁾	Grande
		Industrial ^{1), 2)}	
IV	Muito forte	Industrial ^{1), 3)}	Elevado
		Respingos de maré	

¹⁾ Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) para ambientes internos secos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

²⁾ Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (um nível acima) em: obras em regiões de clima seco, com umidade relativa do ar menor ou igual a 65%, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos, ou regiões onde chove raramente.

³⁾ Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas.

Considerando o ambiente em que a estrutura será executada, tem-se que a mesma se enquadra na categoria Marinha pelo fato de o município de Paranaguá possuir Oceano. De acordo com a tabela 6.1, tem-se que a classe de agressividade ambiental correspondente é a III (Forte).

Tabela 7.1 - Correspondência entre classe de agressividade e qualidade do concreto

Concreto	Tipo	Classe de agressividade (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV
Relação água/cimento em massa	CA	≤ 0,65	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,45
	CP	≤ 0,60	≤ 0,55	≤ 0,50	≤ 0,45
Classe de concreto (ABNT NBR 8953)	CA	≥ C20	≥ C25	≥ C30	≥ C40
	CP	≥ C25	≥ C30	≥ C35	≥ C40

NOTAS

1 O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.

2 CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.

3 CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.

Considerando o disposto na tabela 7.1, para a classe de agressividade III estruturas de concreto armado deverão possuir concreto com classe de resistência igual ou superior a C30. A resistência do concreto utilizado será igual a 30 Mpa que corresponde a classe de resistência C-30.

Tabela 7.2 - Correspondência entre classe de agressividade ambiental e cobrimento nominal para $\Delta c = 10$ mm

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ³⁾
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ²⁾	20	25	35	45
	Viga/Pilar	25	30	40	50
Concreto protendido ¹⁾	Todos	30	35	45	55

¹⁾ Cobrimento nominal da armadura passiva que envolve a bainha ou os fios, cabos e cordoalhas, sempre superior ao especificado para o elemento de concreto armado, devido aos riscos de corrosão fragilizante sob tensão.

²⁾ Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento tais como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros tantos, as exigências desta tabela podem ser substituídas por 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal ≥ 15 mm.

³⁾ Nas faces inferiores de lajes e vigas de reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

De acordo com a tabela 7.2, em estruturas de concreto armado sujeitas a classe de agressividade III, deve-se utilizar um cobrimento igual a 35 mm para lajes e 40 mm para vigas e pilares. Dessa forma, o software será configurado de acordo com o exigido.

4 CARGAS CONSIDERADAS

Para determinação das cargas, será seguido o disposto na NBR6120.

4.1 Peso próprio dos elementos

Considerando que as estruturas são em concreto armado, tem-se que a carga resultante do peso próprio dos elementos deverá ser igual a 2.500 kgf/m^3 que é a massa específica do concreto armado. Considerando que as lajes treliçadas utilizadas nos beirais possuirão fechamento com lajotas cerâmicas, será considerado uma carga igual a 259 kgf/m^2 para as lajes. A consideração da carga resultante do peso próprio das estruturas, é realizada automaticamente pelo software.

4.2 Carga de Paredes

Considerando que as estruturas terão o seu fechamento com alvenaria, considerou-se a carga das paredes sobre os baldrames. Dessa forma, determinou-se a altura em conformidade com o projeto arquitetônico, espessura da parede igual a 15 cm e peso próprio da parede como sendo igual a 1500 kgf/m^3 . Sobre as vigas baldrames, tem-se que a carga de paredes será igual ao pé direito da edificação que é igual a 300 cm, com isso, o carregamento resultante das paredes será igual a 675 kgf/m . O fechamento do muro de divisa, será feito com parede em alvenaria sobre as vigas baldrames do muro. Considerado que o muro possuirá altura igual a 300 cm, tem-se que o carregamento sobre as vigas baldrames do muro será igual a 675 kgf/m .

4.3 Cargas Acidentais nas Lajes

Para a carga acidental sobre os cômodos que possuem laje, considerou-se o disposto na NBR6120, que determina que para lajes de forro sem acesso de pessoas, deve-se considerar uma carga acidental igual a 50 kgf/m^2 .

4.4 Carga de Cobertura

Conforme o projeto arquitetônico, a cobertura utilizada no bloco a ampliar será de tesouras de madeira com telha de fibrocimento. O valor considerado para o carregamento da cobertura com telha de fibrocimento, será igual a 80 kgf/m^2 . Nos cômodos possuem laje, foi considerado o carregamento da cobertura descarregando sobre a laje. Nos cômodos que possuem forros de PVC, foi verificado a área do telhado sobre as vigas

superiores do térreo e multiplicado pelo carregamento considerado, obtendo-se assim, a carga resultante da cobertura distribuída sobre as vigas superiores do térreo, uma vez que elas irão servir de suporte para as tesouras de madeira de sustentação da cobertura.

4.5 Carga de Caixa d'Água

Conforme projeto hidrossanitário, tem-se que existirá uma caixa de água com volume igual a 500 litros sobre a L-11. Dessa forma, tem-se que deverá ser considerado sobre essa laje uma carga adicional resultante do apoio do reservatório. Considerando que cada reservatório possui 500 kgf de carga. A carga, será distribuída sobre o fundo do reservatório com área igual a 0,64 m². Dessa forma, tem-se que a carga resultante sobre a laje será igual a 750 Kgf/m² nos pontos em que está localizado o reservatório. Além desse reservatório, considera-se a existência de outros dois reservatórios com carga igual a 500 kgf sobre a L38.

5 ELEMENTOS ESTRUTURAIS

5.1 Fundações

Para determinar as fundações a serem utilizadas, contratou-se empresa especializada para realização do ensaio SPT para caracterização do solo. O relatório de sondagem, encontra-se em anexo.

De acordo com o relatório de sondagem, o perfil do solo a ser considerado é tipicamente arenoso. Analisando o relatório, tem-se que existe capacidade de suporte satisfatória já nas primeiras camadas. Dessa forma, prezando pela economia será utilizado fundação rasa do tipo Sapata.

5.2 Dimensionamento da Fundação

O dimensionamento das sapatas é realizado pelo software Eberick a partir das características definidas pelo projetista.

O tipo de solo considerado para o dimensionamento é o arenoso. Para se determinar a capacidade de suporte do solo, utiliza-se a relação de Alonso (1943) e Teixeira e Godoy (1996), que determina:

$$\sigma_{adm} = \frac{Nspt}{0,05}$$

Onde o N_{spt} é a Média Aritmética dos SPT's na região da cota de apoio da sapata até o término do bulbo de pressão.

Considera-se o Bulbo de Pressão como sendo igual a $2B$, em que B é igual a menor dimensão da sapata. Para fins de cálculo, será considerado o valor de B como sendo igual a 1 metro. Dessa forma, tem-se que o bulbo de pressões agirá até 2 metros abaixo da cota de apoio da sapata. Determinou-se a cota de apoio da sapata como sendo igual a 1 metro abaixo do nível 0 do solo. Dessa forma, tem-se que o SPT médio da cota -1 até a cota -3 é igual a 6. Com isso, tem-se que a pressão admissível será igual a:

$$\sigma_{adm} = \frac{6}{0,05}$$

$$\sigma_{adm} = 120 \text{ KN/m}^2 = 1.20 \text{ Kgf/cm}^2$$

Dessa forma, considera-se que o solo em questão suporta sem sofrer recalque uma carga de até 1.20 kgf/cm^2 .

Com isso, determina-se a capacidade de suporte real do solo em que será feita a fundação. A área das sapatas é obtida em função do carregamento a que a mesma está sujeita e a capacidade de suporte do solo. Dessa forma, considera-se a carga resultante de cada pilar (demonstrado pela planta de locação) e determina-se a área necessária da sapata considerando a capacidade de suporte do solo.

Os esforços solicitantes sobre cada sapata e o detalhamento estrutural, encontram-se no projeto estrutural em anexo.

5.2.1 Características Construtivas das Sapatas

Para a execução das sapatas, deverá ser seguido os parâmetros a seguir.

- Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$ (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 cm;

5.3 Pilares

Os pilares do projeto estrutural em anexo, serão em concreto armado. Para o dimensionamento, o software eberick considera 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. O detalhamento estrutural e disposição dos pilares está demonstrado na prancha em anexo.

5.3.1 Características construtivas dos pilares

Para a execução dos pilares, deverá ser seguido os parâmetros a seguir.

- Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30$ Mpa (Classe C-25);
- 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 cm;

5.4 Vigas

As vigas a serem utilizadas na estrutura considerada, possuirão nomenclatura a depender da posição das mesmas. O padrão utilizado, encontra-se a seguir.

VB – Vigas Baldrames – utilizada para resistir aos esforços das paredes de alvenaria a serem construídas;

VBM – Vigas Baldrames Muro – utilizada para resistir ao reforço da vedação do muro de divisa a ser construído.

VBR - Vigas Baldrames abrigo de resíduos/central GLP – utilizadas para suportar a carga das paredes do abrigo de resíduo e central GLP;

VS – Vigas superiores destinadas a suportar os carregamentos das lajes e da cobertura da edificação;

VRM – Viga Respaldo Muro – Viga Destinada para solidarizar os pilares do muro de fechamento e impedir o tombamento do muro de divisa;

VSR- Vigas Superiores do Abrigo de resíduos e central GLP para suportar o carregamento das lajes de fechamento;

Configurou-se o software para considerar o carregamento a que cada viga está sujeira. Com isso, determina-se o momento fletor máximo para cálculo das armaduras longitudinais e esforços cortantes para cálculo das armaduras transversais, conforme determinado da NBR6118. O detalhamento estrutural das vigas, encontra-se no projeto estrutural em anexo.

5.4.1 Características construtivas das vigas

Para a execução das, deverá ser seguido os parâmetros a seguir.

- 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 cm;

5.5 Lajes

O abrigo de resíduos e central GLP será coberto por estrutura de laje em concreto armado. A laje deverá possuir uma inclinação de 2% para a direção frontal e ser impermeabilizada para impedir a infiltração.

Para o dimensionamento, foi considerado uma carga acidental igual a 50 kgf/m² de carga acidental e uma carga igual a 35 kgf/m² resultante de revestimento (considerando o emboço e a manta de impermeabilização). Com o carregamento, o software utilizado como ferramenta de produção monta a grelha e verifica os momentos críticos. O resultado do dimensionamento, está demonstrado na prancha do projeto estrutural em anexo.

A laje utilizada nos beirais e na cozinha, será do tipo pré-moldada treliçada com fechamento em Lajota Cerâmica. No dimensionamento, foi considerado uma carga acidental de 50 kgf/m², conforme orientação da NBR6120. Além da carga acidental, foi considerado o carregamento resultante da cobertura que será utilizada (tesouras de madeira com telha de fibrocimento) como sendo igual a 80 kgf/m².

Características Construtivas das Lajes

- 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: 3.5 cm;

6 RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

6.1 Locação da obra

Para realizar a locação da obra, deve-se seguir o demonstrado na planta de locação com as disposições das fundações e cotas presente no projeto em anexo. Para facilitar, foi adicionado os elementos estruturais existentes para serem utilizados como referência.

Cabe ao engenheiro executor, a perfeita locação dos elementos com o auxílio de equipamentos de precisão para não existir 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 o certificado de origem correspondente. No caso de concreto aparente, não será permitido o emprego de cimento de mais de uma marca ou procedência para evitar possíveis, por menores que sejam, diferenças no produto final.

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 possuir diâmetro máximo superior a 3,6 mm.

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, alcalis, 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 determinada pelo engenheiro executor 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 0,6. Recomenda-se a utilização de slump +/- 10cm. O engenheiro executor, 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 (NBR7480).

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.

Deverão ser agrupados nas várias partidas por categorias, por tipo e por lote. O critério de estocagem deve permitir a utilização em função da ordem cronológica de entrada.

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 ferrugem 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.

6.3 Formas

Os materiais de execução das fôrmas deverão ser compatíveis com o acabamento desejado (chapas de madeira ou metálica). 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.

Recomenda-se a utilização de fôrmas de madeirite plastificado e re- utilização de até 4 vezes da mesma e espessura de no mínimo 4cm.

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.

6.4 Montagem das armaduras

As armaduras dimensionadas das peças estruturais, deverão seguir o determinado no projeto estrutural em anexo, 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 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.

As barras de espera deverão ser protegidas contra a oxidação, através de pintura com nata de cimento e, ao ser retomada a concretagem, deverão ser limpas de modo a permitir uma boa aderência.

6.5 Lançamento do concreto

O concreto só deverá ser lançado depois que todo o trabalho de fôrmas, instalação de peças embutidas e preparação das superfícies, esteja inteiramente concluído e aprovado. 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.

6.6 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

6.7 Cura

Será 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.

6.8 Remoção das Formas

Para a desforma dos pilares e vigas baldrame, deverá ser obedecido o prazo de sete dias após a concretagem. Para o início da contagem do tempo, pode-se tolerar até 2 horas após o princípio do lançamento, admitindo-se a otimização da idade de remoção das fôrmas em função da determinação dos tempos de início de pega do cimento no concreto.