

## **MEMORIAL DESCRITIVO DE PROJETO ESTRUTURAL**

**OBRA: REFORMA E AMPLIAÇÃO DE COLÉGIO MUNICIPAL PRESIDENTE COSTA E 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	Bloco B.....	4
3.2	Abrigo dos reservatórios .....	5
3.3	Abrigo de resíduos e Central GLP .....	5
3.4	Cobrimento das peças .....	5
4	CARGAS CONSIDERADAS .....	7
4.1	Bloco B.....	7
4.2	Abrigo de Reservatórios .....	7
4.3	Abrigo de resíduos e Central GLP .....	8
5	ELEMENTOS ESTRUTURAIS.....	8
5.1	Fundações .....	8
5.1.1	Dimensionamento da Fundação .....	8
5.1.2	Características Construtivas das Sapatas .....	9
5.2	Pilares .....	10
5.2.1	Características construtivas dos pilares .....	10
5.3	Vigas .....	10
5.3.1	Características construtivas das vigas.....	11
6	RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS .....	12
6.1	Locação da obra .....	12
6.2	Controle de qualidade dos materiais.....	13
6.2.1	Cimento .....	13
6.2.2	Agregado Graúdo .....	13
6.2.3	Agregado Miúdo .....	13
6.2.4	Água.....	14
6.2.5	Concreto .....	14
6.2.6	Armaduras .....	15
6.3	Formas.....	16
6.4	Montagem das armaduras .....	16
6.5	Lançamento do concreto.....	17
6.6	Adensamento .....	18

6.7	Cura .....	19
6.8	Remoção das Formas .....	20

## 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 do Colégio Municipal Presidente Costa e 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 Bloco B

Será adicionado paredes internas para delimitar novos cômodos em estrutura já existente. Dessa forma, será necessário a construção de novos baldrame e novas fundações para a estrutura a ser adicionada. Para solidarizar os elementos estruturais novos com os existentes, será feito um rasgo na alvenaria nos pontos em que terão os novos pilares e realizado a concretagem em conjunto do pilar a ser adicionado e do rasgo realizado, dessa forma, o concreto irá entrar nos furos dos tijolos da alvenaria existente e solidarizar as duas estruturas. A localização dos elementos estruturais e os detalhes construtivos, encontram-se no projeto estrutural em anexo.

### **3.2 Abrigo dos reservatórios**

Será necessário construir um abrigo para os reservatórios utilizados para armazenamento do consumo de água e reserva de incêndio da edificação. As dimensões, irão seguir o demonstrado no projeto.

O abrigo dos reservatórios será em formato retangular com pé direito igual a 290 cm. O mesmo não possuirá laje de cobertura. A cobertura, se dará por telhas de fibrocimento fixadas em tesouras metálicas bi-apoiadas sobre as vigas estruturais do pórtico. O fechamento, lateral, será em alvenaria.

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

### **3.3 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 mata 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.

### **3.4 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 <sup>1), 2)</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinha <sup>1)</sup>	Grande
		Industrial <sup>1), 2)</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>1), 3)</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>1)</sup> 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).

<sup>2)</sup> 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.

<sup>3)</sup> 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).

Porém, seguido o disposto na alínea 1, tem-se que para as estruturas que serão construídas internamente ao prédio em ambiente seco (bloco b), tem-se que a classe de agressividade cairá um nível. Dessa forma, a classe de agressividade utilizada será a classe II (Moderada).

**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 externas (Abrigo de reservatórios, Central GLP e Abrigo de resíduos) de concreto armado deverão possuir concreto com classe de resistência igual ou superior a C30. Já para as estruturas internas (bloco B) a classe do concreto deverá ser C-25.

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

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

<sup>1)</sup> Cobertura 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.

<sup>2)</sup> 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 cobertura nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>3)</sup> 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 cobertura nominal  $\geq 45$  mm.

De acordo com a tabela 7.2, em estruturas de concreto armado sujeitas a classe de agressividade III, deve-se utilizar cobertura igual a 40mm para vigas e pilares e 35 mm para lajes. Já para os elementos enquadrados na classe de agressividade II, deve-se utilizar um cobertura igual a 25 mm para lajes e 30 mm para vigas e pilares. Dessa forma, o software será configurado de acordo com o exigido.

## 4 CARGAS CONSIDERADAS

### 4.1 Bloco B

Considerando que a reforma interna ao bloco B não possuirá lajes, considerou-se apenas o carregamento proveniente do peso próprio das peças estruturais e a carga resultante da alvenaria sobre as vigas baldrame. Considerou-se as paredes com 280 cm de altura (pé-direito), espessura de 15 cm e peso próprio de 1500 kgf/m<sup>3</sup> resultando no valor de 630 kgf/m. O peso próprio do concreto-armado considerado para cálculo do peso próprio dos elementos estruturais é igual a 2800 Kgf/m<sup>3</sup>. O software foi configurado para considerar os valores de carregamento determinados.

### 4.2 Abrigo de Reservatórios

Considerando que a estrutura não irá possuir laje de cobertura, considerou-se a carga resultante da cobertura sobre as vigas de apoio e a carga de alvenaria sobre as vigas baldrame. Conforme determinado, a cobertura será realizada com treliças metálicas e

telha de fibrocimento 8mm, considerou-se um carregamento igual a 60 kgf/m<sup>2</sup>. Considerando que o abrigo possui uma área igual a 35,25 m<sup>2</sup>, tem-se um carregamento igual a 2115 kgf. Dessa forma, tem-se que cada viga que irá servir de apoio a estrutura metálica, receberá uma carga igual a 1057,5 kgf. Considerando que cada viga que servirá de apoio possui 6,65 metros, tem-se uma carga distribuída igual a 160 kgf/m. A favor da segurança, o esforço foi majorado em 25% resultando em uma carga de 200 kgf/m em cada viga que servirá de apoio a cobertura do abrigo. As paredes foram consideradas com 290 cm de altura (pé direito) espessura de 15 cm e peso próprio de 1500 kgf/m<sup>3</sup> resultando no valor de 562,5 kgf/m sobre as vigas baldrames

### **4.3 Abrigo de resíduos e Central GLP**

Considerando que ambas as estruturas irão ter seu fechamento lateral por alvenaria e laje de cobertura, considerou-se a carga das paredes sobre os baldrames e a carga acidental sobre a laje. Considerou-se as paredes com 210 cm de altura (pé-direito), espessura de 15 cm e peso próprio de 1500 kgf/m<sup>3</sup> resultando no valor de 472.5 kgf/m sobre as vigas baldrames. Sobre a laje, considerou-se uma carga acidental igual a 50 kgf/m<sup>3</sup>, conforme orientação da NBR6118.

## **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, constata-se que o solo analisado possui boa capacidade de suporte já nas primeiras camadas. Dessa forma, prezando pela economia, será utilizado fundação rasa do tipo Sapata.

#### *5.1.1 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  $Nspt$  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 9. Com isso, tem-se que a pressão admissível será igual a:

$$\sigma_{adm} = \frac{10,3}{0,05}$$

$$\sigma_{adm} = 203 \text{ KN/m}^2 = 2 \text{ Kgf/cm}^2$$

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

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, encontra-se no projeto estrutural em anexo.

### 5.1.2 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 0,55;

- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 4 cm;

## 5.2 Pilares

Os pilares do projeto estrutural em anexo, serão em concreto armado. Por não possuir laje na nova estrutura e nem servirem de apoio a cobertura existente, os pilares adicionados não sofrerão carregamentos elevados, porém, serão fundamentais para a solidarização da estrutura a ser adicionada com a estrutura existente.

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.

### 5.2.1 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 (Externo)  $f_{ck} = 25$  Mpa (Interno);
- Relação água/cimento menor ou igual a 0,55;
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 3 cm (Interno) 4 cm (Externo);

## 5.3 Vigas

Por não possuir carregamentos na parte superior da nova estrutura, não será necessário adicionar vigas superiores. Dessa forma, as únicas vigas que serão dimensionadas e detalhadas, serão as vigas baldrames. O carregamento ao qual as vigas baldrames estão sujeitas, é, além do peso próprio, o peso da alvenaria assentada sobre a mesma. Configurou-se o software para considerar o carregamento em questão. Com isso, considera-se o carregamento a que as vigas estão sujeitas e 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.

### 5.3.1 Características construtivas das vigas

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

- Concreto Estrutural com resistência característica  $f_{ck} = 25$  Mpa (Interno) 30 Mpa (Externo);
- Relação água/cimento menor ou igual a 0,55;
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 3 cm (Interno) 4 cm (Externo);

## 5.4 Laje da Central GLP/Abrigo de resíduos

O abrigo de reservatórios e a central GLP serão cobertos por estrutura de laje em concreto armado. A laje deverá possuir uma inclinação de 5% para a direção frontal e ser impermeabilizada para impedir a infiltração.

Para o dimensionamento, foi considerado uma carga acidental igual a 50 kgf/m<sup>2</sup> de carga acidental e uma carga igual a 35 kgf/m<sup>2</sup> 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.

### 5.4.1 Características Construtivas das Lajes

- Concreto Estrutural com resistência característica  $f_{ck} = 25$  Mpa (Inteno)  $f_{ck} = 30$  Mpa (Externo);
- Relação água/cimento menor ou igual a 0,55;
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland II Z ou ARI (pozolânico ou de alta resistência inicial);
- Cobrimento do aço: 3,5 cm;

## 5.5 Piso em concreto armado do Abrigo de Reservatórios

O abrigo de reservatórios, contará com piso de concreto armado com resistência igual a 20 Mpa. O piso, contará com duas elevações de 30 cm circulares para servirem de apoio ao reservatório. Será considerado um vão para a passagem da tubulação de incêndio que sai do fundo do reservatório. Os detalhes e as dimensões estão demonstrados no projeto em anexo.

### 5.5.1 Dimensionamento

Considerando que os esforços a que o piso estará sujeito são majoritariamente de compressão (devido a carga gerada pelos reservatórios), tem-se que será necessário determinar se a resistência a compressão do concreto utilizado atende ao esforço solicitante.

Tem-se que a área de apoio de cada reservatório, possui o valor igual a 6,16 m<sup>2</sup>. Considerando que cada reservatório possui a capacidade de 7.500 litros, tem-se que a carga de cada reservatório será igual a 7.500 kgf. Dessa forma, tem-se que a carga transferida ao piso por cada reservatório é igual a 1218 kgf/m<sup>2</sup> que é o mesmo que 0,122 kgf/cm<sup>2</sup>. Considerando que o concreto utilizado possui resistência igual a 20 Mpa, que equivale a 203,95 kgf/cm<sup>2</sup>, tem-se que o concreto utilizado resiste com tranquilidade ao carregamento.

Para minimizar o efeito da retração do concreto e evitar fissuras, será utilizado uma malha de aço eletro soldável Q192 com diâmetro igual a 5.0 mm e espaçamento igual a 10 cm. Nos volumes destinados aos apoios dos reservatórios, será utilizado malha dupla visto a alta espessura do concreto.

Todos os detalhes construtivos, estão dispostos no projeto estrutural em anexo.

## 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 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.

### 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.

## 7 QUANTITATIVO DE MATERIAIS

A seguir, tem-se os quantitativos de materiais necessários para a execução dos elementos estruturais necessários para a reforma da edificação.

Para facilitar a compreensão, foi separado o quantitativo de aço, concreto e formas para cada elemento estrutural. O quantitativo, encontra-se disposto a seguir.

<b>BLOCO B</b>			
<b>SAPATAS</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
<b>BITOLA (MM)</b>	<b>CLASSE</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>	<b>PESO (KG) (+10%)</b>
6.3	CA-50	26.8	7.2
8.0	CA-50	48	20.86
<b>CONCRETO</b>			
<b>CLASSE</b>	<b>VOLUME (m³)</b>		
C-25	0.60		
<b>FORMA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ÁREA (m²)</b>		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	3.58		

<b>VIGAS BALDRAMES</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
<b>BITOLA (MM)</b>	<b>CLASSE</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>	<b>PESO (KG) (+10%)</b>
5.0	CA-60	34.4	5.8
8.0	CA-50	31.8	13.8
<b>CONCRETO</b>			
<b>CLASSE</b>	<b>VOLUME (m³)</b>		
C-25	0.34		
<b>FORMA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ÁREA (m²)</b>		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	5.59		
<b>PILARES</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
<b>BITOLA (MM)</b>	<b>CLASSE</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>	<b>PESO (KG) (+10%)</b>
5.0	CA-60	128	21.74
8.0	CA-50	111.12	48.31
<b>CONCRETO</b>			
<b>CLASSE</b>	<b>VOLUME (m³)</b>		
C-25	0.57		
<b>FORMA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ÁREA (m²)</b>		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	13.24		

<b>ABRIGO DOS RESERVATÓRIOS</b>			
<b>SAPATAS</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
<b>BITOLA (MM)</b>	<b>CLASSE</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>	<b>PESO (KG) (+10%)</b>
8.0	CA-50	45.4	19.73
10.0	CA-50	35.3	23.9
<b>CONCRETO</b>			
<b>CLASSE</b>	<b>VOLUME (m³)</b>		
C-30	0.93		
<b>FORMA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ÁREA (m²)</b>		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	5.15		
<b>VIGAS BALDRAMES</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
<b>BITOLA (MM)</b>	<b>CLASSE</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>	<b>PESO (KG) (+10%)</b>
5.0	CA-60	122.1	20.7
8.0	CA-50	102.5	44.5
<b>CONCRETO</b>			
<b>CLASSE</b>	<b>VOLUME (m³)</b>		
C-30	0.96		
<b>FORMA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ÁREA (m²)</b>		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	16.33		
<b>PILARES</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
<b>BITOLA (MM)</b>	<b>CLASSE</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>	<b>PESO (KG) (+10%)</b>
5.0	CA-60	190.4	32.3
10.0	CA-50	143.9	97.6
<b>CONCRETO</b>			
<b>CLASSE</b>	<b>VOLUME (m³)</b>		
C-30	1.4		
<b>FORMA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ÁREA (m²)</b>		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	28.8		
<b>VIGAS COBERTURA</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
<b>BITOLA (MM)</b>	<b>CLASSE</b>	<b>COMPRIMENTO (M)</b>	<b>PESO (KG) (+10%)</b>
5.0	CA-60	103.6	17.6
8.0	CA-50	101.6	44.1
<b>CONCRETO</b>			
<b>CLASSE</b>	<b>VOLUME (m³)</b>		
C-30	1.12		
<b>FORMA</b>			
<b>TIPO</b>	<b>ÁREA (m²)</b>		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	18.68		

<b>ABRIGO DE RESÍDUOS E CENTRAL GLP</b>			
<b>SAPATAS</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
BITOLA (MM)	CLASSE	COMPRIMENTO (M)	PESO (KG) (+10%)
6.3	CA-50	50.7	13.6
8.0	CA-50	48	20.8
<b>CONCRETO</b>			
CLASSE	VOLUME (m <sup>3</sup> )		
C-30	0.77		
<b>FORMA</b>			
TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	4.78		
<b>VIGAS BALDRAMES</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
BITOLA (MM)	CLASSE	COMPRIMENTO (M)	PESO (KG) (+10%)
5.0	CA-60	51	8.6
8.0	CA-50	52.7	22.8
<b>CONCRETO</b>			
CLASSE	VOLUME (m <sup>3</sup> )		
C-30	0.5		
<b>FORMA</b>			
TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	8.71		
<b>PILARES</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
BITOLA (MM)	CLASSE	COMPRIMENTO (M)	PESO (KG) (+10%)
5.0	CA-60	156.8	26.6
10.0	CA-50	122.1	82.8
<b>CONCRETO</b>			
CLASSE	VOLUME (m <sup>3</sup> )		
C-30	1.15		
<b>FORMA</b>			
TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	23.04		
<b>VIGAS COBERTURA</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
BITOLA (MM)	CLASSE	COMPRIMENTO (M)	PESO (KG) (+10%)
5.0	CA-60	51	8.6
8.0	CA-50	55.9	24.2
<b>CONCRETO</b>			
CLASSE	VOLUME (m <sup>3</sup> )		
C-30	0.5		
<b>FORMA</b>			
TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	8.71		
<b>LAJE COBERTURA</b>			
<b>AÇO P/ ARMADURA</b>			
BITOLA (MM)	CLASSE	COMPRIMENTO (M)	PESO (KG) (+10%)
6.3	CA-50	66.97	18.05
<b>CONCRETO</b>			
CLASSE	VOLUME (m <sup>3</sup> )		
C-30	0.46		
<b>FORMA</b>			
TIPO	ÁREA (m <sup>2</sup> )		
FORMA EM MADEIRA TÁBUA 30CM	6.20		



**Hansen & Melo L.tda. - ME**

CNPJ: 28.014.669/0001-51

Rua 7 de Setembro, 3537 - Cascavel - Paraná

**Fone: (45) 3306-6601**

✉ [contato@engeonengenharia.com](mailto:contato@engeonengenharia.com)