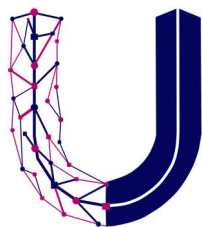


ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA
PROJETEK UNIOESTE

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO

PROJETO ESTRUTURAL –
ESCOLA MUNICIPAL

FEVEREIRO 2026

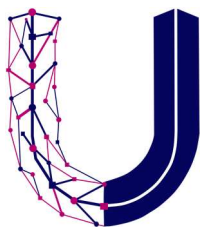


ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

SUMÁRIO

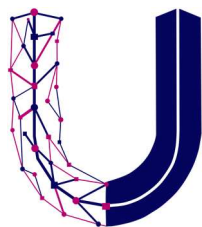
1. DADOS	4
2. INTRODUÇÃO.....	5
3. NORMAS UTILIZADAS	5
4. PARÂMETROS DO PROJETO	5
4.1. Critérios de durabilidade.....	6
4.2. Propriedades do aço.....	8
5. CARGAS CONSIDERADAS.....	9
5.1. Peso próprio dos elementos	9
5.2. Cargas de parede	9
5.3. Cargas de cobertura	10
5.4. Cargas acidentais nas lajes.....	10
6. DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL	10
7. ELEMENTOS ESTRUTURAIS	11
7.1. Fundações.....	11
7.2. Pilares.....	12
7.2.1. Características construtivas dos pilares	12
7.3. Vigas.....	12
7.3.1. Características construtivas das vigas	13
7.4. Lajes	13
7.4.1. Características construtivas das lajes	13
8. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS	14
8.1. Locação da obra	14
8.2. Controle e qualidade dos materiais	14
8.2.1. Cimento	14
8.2.2. Agregado graúdo	15
8.2.3. Agregado miúdo	15
8.2.4. Água.....	15



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

8.2.5.	Concreto	16
8.2.6.	Armaduras	17
8.2.7.	Formas	18
8.2.8.	Montagem das armaduras	18
8.2.9.	Lançamento do concreto.....	19
8.2.10.	Adensamento	20
8.2.11.	Cura	21
8.2.12.	Remoção das Formas.....	22
9.	RESPONSABILIDADE TÉCNICA	22



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

1. DADOS

DADOS DO SOLICITANTE

MUNICÍPIO: Prefeitura Municipal de Rio Bonito do Iguaçu - Paraná

CNPJ: 95.587.770/0001-99

ENDEREÇO: Av. XV de Novembro, 1162, Vista Alegre, Rio Bonito do Iguaçu - Paraná

CEP: 85340-000

REPRESENTANTES:

LUCAS MATHIAS DOS SANTOS SILVA – Engº Civil do Município de Catanduvas/PR

DADOS DA OBRA

REFERÊNCIA: Escola Municipal

ENDEREÇO DA OBRA: Av. XV de Novembro, 1162 – Bairro Vista Alegre.

CEP: 85340-000

TIPO DE PROJETO: Edificação Nova.

DADOS DA EQUIPE TÉCNICA DE PROJETO

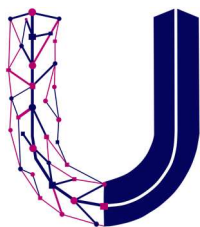
RESPONSÁVEL: Engenheiro Civil – André Novais Istchuk

CREA-PR: 214640/D

TELEFONE: (45) 3220-3230 (Colegiado de Engenharia Civil)

ESTAGIÁRIOS: Eduardo Henrique de Oliveira – Graduando em Engenharia Civil

Rafael Trentim Gomes F. – Graduando em Engenharia Civil



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

2. INTRODUÇÃO

O presente memorial, trata dos parâmetros utilizados e as recomendações a serem seguidas para a execução da estrutura em concreto armado referentes a construção da Escola Municipal, localizada no Município de Rio Bonito do Iguaçu no Paraná.

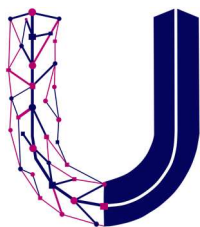
3. NORMAS UTILIZADAS

O presente projeto seguiu as recomendações das normas a seguir:

- NBR 6118 (ABNT, 2023) – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR 6120 (ABNT, 2019) – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;
- NBR 7211 (ABNT, 2019) – Agregados para Concreto – Especificação;
- NBR 7215 (ABNT, 2019) – Resistência a Compressão do Cimento Portland;
- NBR 8681 (ABNT, 2003) – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 7480 (ABNT, 2007) – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado.
- NBR 12655 (ABNT, 2022) – Concreto de cimento Portland — Preparo, controle, recebimento e aceitação — Procedimento

4. PARÂMETROS DO 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.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

4.1. Critérios de durabilidade

Visando garantir a durabilidade da estrutura com adequada segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente a vida útil da estrutura, foram adotados critérios em relação à classe de agressividade ambiental e valores de cobrimentos das armaduras, conforme especificações da NBR 6118 (ABNT, 2023).

Para determinação do cobrimento das peças estruturais, utilizou-se os parâmetros das tabelas 6.1, 7.1 e 7.2 da NBR 6118 (ABNT, 2023).

Considerando o ambiente em que a estrutura será executada, se enquadra na categoria Urbana. De acordo com a tabela 6.1, tem-se que a classe de agressividade ambiental correspondente é a II (Moderada) com risco de deterioração pequeno.

Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)

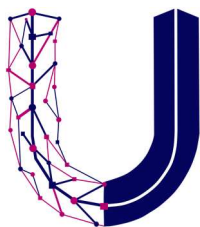
Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fracá	Rural	Insignificante
		Submerso	
II	Moderada	Urbano ^{a, b}	Pequeno
III	Forte	Marinho ^a	Grande
		Industrial ^{a, b}	
IV	Muito forte	Industrial ^{a, c}	Elevado
		Respingos de maré	

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

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

^c Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

Considerando o disposto na tabela 7.1, para a classe de agressividade II estruturas de concreto armado deverão possuir concreto com classe de



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

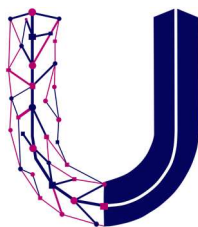
PROJETEK UNIOESTE

resistência igual ou superior a C25. A resistência do concreto utilizada foi de 30 MPa que corresponde a classe de resistência C-30.

Tabela 7.1 – Correspondência entre a classe de agressividade e a qualidade do concreto

Concreto ^a	Tipo ^{b, c}	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
^a O concreto empregado na execução das estruturas deve cumprir com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 12655.					
^b CA corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto armado.					
^c CP corresponde a componentes e elementos estruturais de concreto protendido.					

De acordo com a tabela 7.2, em estruturas de concreto armado sujeitas a classe de agressividade II, deve-se utilizar um cobrimento igual a 25 mm para as lajes, e 30mm para as vigas e pilares. Dessa forma, o software foi configurado de acordo com o exigido.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de agressividade ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV ^c
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje ^b	20	25	35	45
	Viga ^b /pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo ^d	30		40	50
Concreto protendido ^a	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

^a Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

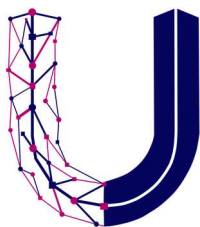
^b Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem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

^c Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de agressividade IV.

^d No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal ≥ 45 mm.

4.2. Propriedades do aço

Os aços considerados neste projeto para dimensionamento das peças em concreto armado e que será empregado na construção forma: Aço CA 50 com massa específica de 7850 kgf/m^3 , módulo de elasticidade de 210 GPa e resistência de escoamento característica de 500 MPa e o Aço CA 60 com massa específica de 7850 kgf/m^3 , módulo de elasticidade de 210 GPa e resistência de escoamento característica de 600 MPa.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

5. CARGAS CONSIDERADAS

Para determinação das cargas, será seguido o disposto na NBR 6120 (ABNT, 2019).

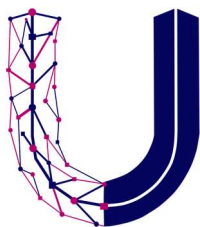
5.1. Peso próprio dos elementos

Considerando que as estruturas são em concreto armado, tem-se que a carga resultante do peso próprio dos elementos deverá ser calculada com a massa específica do concreto armado igual a 2.500 kgf/m^3 ou ainda, 25 kN/m^3 . Para a maioria das lajes, serão utilizadas lajes pré-moldadas com vigotas de concreto que possuirão material de enchimento com EPS, sendo o peso próprio do conjunto, juntamente com contrapiso, impermeabilização, regularização, reboco e forro, aproximadamente $1,97 \text{ kgf/m}^2$. A consideração da carga resultante do peso próprio das estruturas, é realizada automaticamente pelo software.

Ainda, as lajes que sustentam as caixas d'águas são de maciças, com espessura de 16 centímetros, armada nas duas direções. Vale ressaltar que a parte dos corredores externos no bloco de salas de aula, não terá lajes, apenas forro fixado por tirantes e tabicas, em que sua carga foi prevista distribuída de forma linear sobre as vigas deste ambiente.

5.2. Cargas de parede

Considerando que as estruturas terão o seu fechamento com alvenaria em bloco cerâmico vazado, considerou-se a carga das paredes sobre as vigas baldrames e vigas da cobertura para a execução da platibanda. Dessa forma, a parede padrão de 15 cm tem sua seção composta no meio por bloco cerâmico de 11,5 centímetros de espessura, seguido por 1,75 cm de revestimento argamassado para cada lado. Esta parede incide uma carga de $158,5 \text{ kgf/m}^2$.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

No *software* a carga atuante sobre as vigas é calculada a partir da altura da parede, podendo ser esta o pé-direito do ambiente, altura das platibandas ou altura das paredes até amarração intermediária por vigas de contorno descontadas as devidas aberturas de portas e janelas.

5.3. Cargas de cobertura

Para estabelecer a carga permanente advinda da cobertura, foi utilizado como referencial o projeto de cobertura, onde os perfis metálicos das treliças foram definidos, juntamente com a previsão das cargas típicas que as telhas da escola receberão. Assim, no projeto a carga de cobertura é distribuída linearmente pelas vigas no valor de 200 kgf/m enquanto nos demais ambientes a carga é distribuída sobre a laje, pela área, no valor de 50 kgf/m².

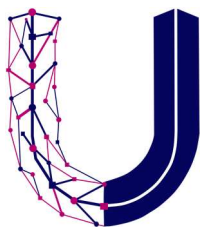
5.4. Cargas acidentais nas lajes

Para a carga acidental sobre os cômodos que possuem laje, o disposto na NBR 6120 (ABNT, 2019), determina que para lajes de coberturas com acesso para manutenção, deve-se considerar uma carga acidental igual a 100 kgf/m². Portanto para o dimensionamento considerou-se esta carga acidental de 100 kgf/m² adicionado uma carga de 50 kgf/m² referente ao revestimento.

6. DOCUMENTAÇÃO DO PROJETO ESTRUTURAL

Além deste memorial descritivo, a documentação do projeto estrutural contém 21 pranchas de detalhamentos específicos, conforme nome do arquivo/descrição:

1. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_FORMAS_TERREO_01-21
2. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_FORMAS_COBERTURA_02-21



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

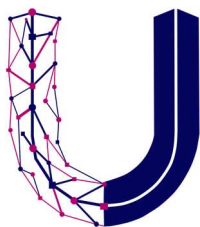
PROJETEK UNIOESTE

3. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_FORMAS_PLATIBANDA1_03-21
4. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_FORMAS_PLATIBANDA2_04-21
5. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_FORMAS_PLATIBANDA3_05-21
6. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGAS_RHELENA_06-21
7. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGAS_TERREOa_07-21
8. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGAS_TERREOb_08-21
9. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGAS_TERREOc_09-21
10. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGAS_COBERTURAa_10-21
11. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGAS_COBERTURAb_11-21
12. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGAS_COBERTURAc_12-21
13. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_PILARES_TERREO_13-21
14. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_PILARES_COBERTURA_14-21
15. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_PILARES_PLATIBANDAS_15-21
16. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_LAJES_COBERTURAa_16-21
17. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_LAJES_COBERTURAb_17-21
18. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_LAJES_COBERTURAc_18-21
19. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_LAJES_COBERTURAd_19-21
20. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGOTASa_20-21
21. EST_R00_ESCOLAMUNICIPAL_RIO_BONITO_VIGOTASb_21-21

7. ELEMENTOS ESTRUTURAIS

7.1. Fundações

As fundações serão dimensionadas e detalhadas em projeto específico, verificar pranchas e memorial para a sua execução. Na planta de locação



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

constam em tabela as cargas consideradas para o dimensionamento das fundações.

A execução das fundações deverá obedecer às especificações técnicas da NBR 6122 (ABNT, 2019).

7.2. Pilares

Os pilares do projeto estrutural 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 NBR 6118 (ABNT, 2023). O detalhamento estrutural e disposição dos pilares está demonstrado em pranchas.

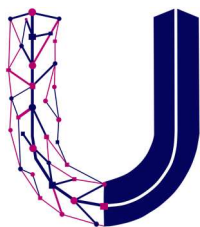
7.2.1. Características construtivas dos pilares

Para a execução dos pilares, deverão ser seguidos os parâmetros:

- Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30$ MPa (Classe C-30);
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland CP-II 32;
- Cobrimento do aço: 3 cm;
- Seção transversal dos pilares (cm): 14x26, 20x40, 20x26, 25x40, 25x25, 20x20 e 20x30 – Conforme locação exposta em prancha.

7.3. Vigas

As vigas utilizadas na estrutura considerada, possuirão nomenclatura a depender da sua posição, conforme apresentado nas pranchas. Configurou-se o *software* para considerar o carregamento a que cada viga está sujeita. Com



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

isso, determina-se o momento fletor máximo para cálculo das armaduras longitudinais e esforços cortantes para cálculo das armaduras transversais, conforme determinado da NBR 6118 (ABNT, 2023). O detalhamento estrutural das vigas encontra-se nas pranchas referentes a este projeto.

7.3.1. Características construtivas das vigas

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

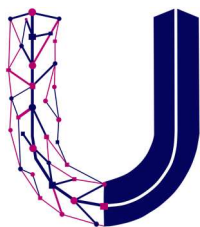
- Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30$ MPa (Classe C-30);
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland CP-II 32;
- Cobrimento do aço: 3 cm;
- Seção transversal das vigas baldrame: 14 x 40 cm;
- Seção transversal das vigas de cobertura: 14 x 30 cm; 14 x 40 cm; 18 x 40 cm.
- Seção transversal das vigas de platibanda: 14 x 20 cm.

7.4. Lajes

A laje utilizada será do tipo pré-moldada com vigotas de concreto com fechamento em EPS. Com o carregamento, o software utilizado como ferramenta de produção monta a grelha e verifica os momentos críticos. O resultado do dimensionamento, está demonstrado nas pranchas do projeto estrutural.

7.4.1. Características construtivas das lajes

Para a execução das lajes, deverão ser seguidos os parâmetros:



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

- Concreto Estrutural com resistência característica $f_{ck} = 30$ MPa (Classe C-30);
- Tipo de cimento recomendado: Cimento Portland CP-II 32;
- Cobrimento do aço: 3,0 cm;
- Espessura das lajes: todas as lajes possuem espessura final de 16 cm considerando o material de enchimento EPS de B12/30/125 e capa de 4 cm (verificar detalhamento em pranchas específicas);

8. RECOMENDAÇÕES CONSTRUTIVAS

8.1. 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.

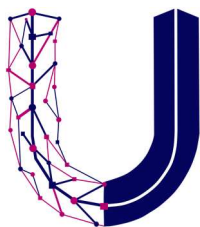
Cabe ao engenheiro executor, a correta locação dos elementos com o auxílio de equipamentos de precisão para não existir conflitos de dimensões nas fases posteriores de execução.

8.2. Controle e qualidade dos materiais

8.2.1. Cimento

O cimento empregado no preparo do concreto deverá satisfazer as especificações e métodos previstos pelas Normas Brasileiras.

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.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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.

8.2.2. Agregado graúdo

Deverá ser utilizado preferencialmente pedra britada proveniente do britamento de rochas estáveis. Recomenda-se a utilização de agregado basáltico como agregado graúdo, com diâmetro máximo de 19 mm.

Independente do material a ser utilizado, deverão estar isentos de substâncias nocivas ao seu emprego, tais como torrões de argila, material pulverulento, gravetos, entre outros.

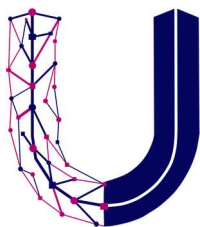
O armazenamento em canteiro deverá ser feito em plataformas apropriadas, de modo a impedir qualquer tipo de trânsito sobre o material já depositado.

8.2.3. 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.

8.2.4. Água



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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.

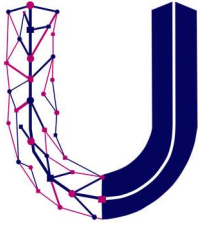
Sempre que se suspeitar que a água local ou a disponível possa conter substâncias prejudiciais, análises físico-químicas deverão ser providenciadas.

8.2.5. Concreto

O traço do concreto utilizado deverá ser determinado 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. 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.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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.

8.2.6. 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, ABNT 2007).

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.

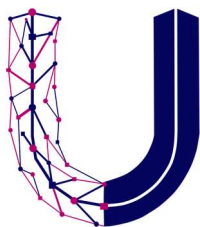
As barras de aço deverão ser depositadas em pátios cobertos com pedrisco, colocadas sobre travessas de madeira.

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. Nos casos em que



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

a exposição das armaduras às intempéries for longa e previsível, deverão ser devidamente protegidas.

8.2.7. Formas

Os materiais de execução das formas 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.

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

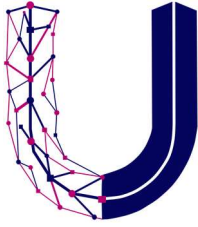
Recomenda-se a utilização de formas de madeirite plastificado e reutilização de até 4 vezes da mesma e espessura de no mínimo 4cm.

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 formas 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 formas 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 formas por meio de pastilhas de argamassa ou espaçadores plásticos.

8.2.8. Montagem das armaduras



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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.

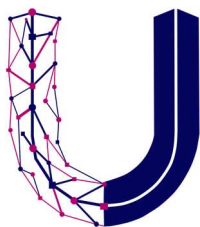
As barras de espera deverão ser protegidas contra a oxidação, através de pintura com nata de cimento e, ao ser retomada a concretagem, deverão ser limpas de modo a permitir uma boa aderência.

8.2.9. Lançamento do concreto

O concreto só deverá ser lançado depois que todo o trabalho de formas, 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 formas, tanto quanto possível e praticável, diretamente em sua posição final, e não deverá fluir de maneira a provocar sua segregação.

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



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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.

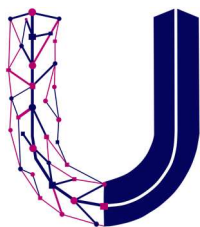
Dever-se-á evitar a paralisação da concretagem nos pontos de maior solicitação da estrutura, devendo-se manter um sistema de comunicação permanente entre a obra e a central de concreto, ou um veículo à disposição.

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.

8.2.10. 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.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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.

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.

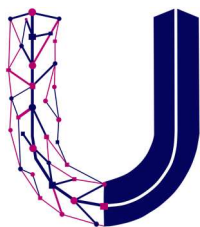
É incorreto mergulhar os vibradores em espaços maiores com tempo de vibração mais prolongado.

8.2.11. 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.



ESCRITÓRIO DE ENGENHARIA

PROJETEK UNIOESTE

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.

8.2.12. Remoção das Formas

A retirada de formas e do escoramento só poderá ser feita quando o concreto tiver resistência suficiente para resistir às cargas atuantes na época e seu módulo de elasticidade tiver valor compatível com os deslocamentos avaliados.

A retirada das fôrmas e escoramentos não deverá acontecer antes de:

- para faces laterais de vigas e pilares: 03 (três) dias;
- para faces inferiores de vigas: 21 (vinte e um) dias ou quando o concreto atingir 60% da sua resistência de projeto (f_{ck}).

9. RESPONSABILIDADE TÉCNICA

ANDRÉ NOVAIS ISTCHUK
ENGENHEIRO CIVIL
CREA-PR: 214640/D