MEMORIAL DESCRITIVO

PROJETO ESTRUTURAL

MEMORIAL DESCRITIVO ESTRUTURAS	
TÍTULO:	SERVIÇO DE SUBSTITUIÇÃO DE RESERVATÓRIOS DE ÁGUA VERTICAIS E HORIZONTAIS COM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS EM DIVERSAS ESCOLAS DA REDE ESTADUAL DE ENSINO DE MATO GROSSO DO SUL
LOCAL:	MUNICÍPIOS DE MATO GROSSO DO SUL (TRES LAGOAS / BELA VISTA / ITAPORÃ / CHAPADÃO DO SUL / NOVA ANDRADINA / DOURADOS / CHAPADÃO DO SUL / TERENOS / FÁTIMA DO SUL / CAMPO GRANDE
DATA:	OUTUBRO /2026

QUADRO DE ÁREAS – E.E JOÃO PONCE ARRUDA – TRÊS LAGOAS / MS	
ÁREA DO TERRENO:	20.000,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	4.268,00 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS – E.E CASTELO BRANCO – BELA VISTA / MS	
ÁREA DO TERRENO:	14.000,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	3.959,33 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

QUADRO DE ÁREAS – E.E ANTÔNIO RIBEIRO – ITAPORÃ / MS	
ÁREA DO TERRENO:	5.600,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	2.445,71 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS – C.E.E.P – ARLINDO NECKEL – CHAPADÃO DO SUL/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	24.882,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	4.426,21 m²
TIPO RESERVATÓRIO	RECV 45.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS- PROF. LUIZ CARLOS SAMPAIO – NOVA ANDRADINA /MS	
ÁREA DO TERRENO:	11.092,15 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	3.549,35 m²
TIPO RESERVATÓRIO	RECV 50.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS- VILMAR VIEIRA MATOS– DOURADOS /MS	
ÁREA DO TERRENO:	9.467,10 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	2.763,55 m²
TIPO RESERVATÓRIO	RCH 20.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS- AUGUSTO KRUG NETTO– CHAPADÃO DO SUL/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	15.000,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	3.677,93 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS RCH 20.000 LITROS

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

QUADRO DE ÁREAS- ANTONIO VALADARES– TERENOS/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	6.970,21 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	2.573,22 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS- SENADOR FILINTO MULLER– FÁTIMA DO SUL/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	10.000,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	4.073,47 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS- MARIO BLANDINO– CAMPO GRANDE/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	5.184,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	2.547,64 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS- PROF MARIA RITA DE CÁSSIA PONTES TEIXEIRA– CAMPO GRANDE/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	11.072,48 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	2.931,10 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

QUADRO DE ÁREAS- PROF IZAURA HIGA – CAMPO GRANDE/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	7.200,00 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	2.027,97 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

QUADRO DE ÁREAS- LUIZA VIDAL BORGES DANIEL – CAMPO GRANDE/ MS	
ÁREA DO TERRENO:	4.258,95 m²
ÁREA CONSTRUÍDA:	1.926,85 m²
TIPO RESERVATÓRIO	TAÇA 20.000 LITROS

RESPONSÁVEL TÉCNICO	
ENGENHEIRO	LEANDRO DA SILVA MONTEIRO
CREA:	62802 MS

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO 6
2. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA 6
3. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA 7
4. SEGURANÇA NO TRABALHO 8
5. MOVIMENTAÇÃO, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS 9
6. INSPEÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE 9
7. COMPOSIÇÃO DE PROJETO 9
7.1 Bela Vista – E. E. Castelo Branco 10
7.2 Campo Grande – E. E. Padre Mário Blandino 10
7.3 Campo Grande – E. E. Prof.ª Izaura Higa 10
7.4 Campo Grande – E. E. Prof.ª Maria Rita de Cássia Pontes Teixeira 10
7.5 Fátima do Sul – E. E. Senador Filinto Muller 10
7.6 Itaporã – E. E. Antônio João Ribeiro 11
7.7 Nova Andradina – E. E. Prof.º Luiz Carlos Sampaio 11
7.8 Terenos – E. E. Antônio Valadares 12
7.9 Três Lagoas – E. E. João Ponce de Arruda 12
7.10 Campo Grande – E.E. Luiza Vidal Borges Daniel 12
8. DESCRIÇÃO DAS CARGAS E MÉTODOS DE CÁLCULO 13
9. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO 15
9.1 Considerações Gerais 15
9.2 Estacas Escavadas Ø25 cm e Ø30 cm 15
9.3 Estacas Strauss Ø25 cm e Ø32 cm 16
9.4 Estacas Pré-Moldadas de Concreto 20 x 20 cm 17
9.5 Armadura e Concretagem 19
9.6 Blocos de Coroamento 19
9.7 Escavações e Segurança 20
10. ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO 20
10.1 Critérios 20
10.2 Fôrmas 21
10.3 Armaduras 21
10.4 Concreto 22
10.5 Base de Reservatório 20.000 Litros 24
10.6 Base de Reservatório 50.000 Litros 25
11. ASSINATURA 26

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

1. APRESENTAÇÃO

O presente Memorial Descritivo tem por finalidade descrever os serviços e critérios adotados no projeto de fundações, os procedimentos executivos e as orientações necessárias para a implantação dos novos reservatórios de água previstos para as unidades escolares pertencentes à rede estadual de ensino do Estado de Mato Grosso do Sul.

O projeto estrutural aqui relatado, tem o objetivo de suprir as demandas levantadas pelo projeto arquitetônico. Este memorial integra o conjunto de documentos técnicos do projeto e complementa as plantas, cortes, fachadas, detalhes construtivos, especificações e demais pranchas que compõem a disciplina de Estruturas, devendo ser utilizado como referência para a execução, fiscalização e recebimento dos serviços, em conformidade com as normas técnicas vigentes, a legislação aplicável e as diretrizes estabelecidas pela Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul.

2. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

O projeto contempla a implantação de nove bases em concreto armado para reservatórios metálicos elevados do tipo taça, com capacidade individual de 20 m³, com coluna metálica do tipo cheia, além de um reservatório cilíndrico vertical (RCV) com capacidade de 50 m³, totalizando dez bases de concreto. As bases dos reservatórios do tipo taça foram projetadas para as seguintes unidades escolares:

- Escola Estadual Antônio Valadares, no município de Terenos/MS;
- Escola Estadual Castelo Branco, no município de Bela Vista/MS;
- Escola Estadual Antônio João Ribeiro, no município de Itaporã/MS;
- Escola Estadual Senador Filinto Muller, no município de Fátima do Sul/MS;
- Escola Estadual João Ponce de Arruda, no município de Três Lagoas/MS;
- Escola Estadual Prof.ª Maria Rita de Cássia Pontes Teixeira, no município de Campo Grande/MS;
- Escola Estadual Luiza Vidal Borges Daniel, no município de Campo Grande/MS;
- Escola Estadual Prof.ª Izaura Higa, no município de Campo Grande/MS;
- Escola Estadual Padre Mario Blandino, no município de Campo Grande/MS.

A base do reservatório cilíndrico vertical (RCV), com capacidade de 50 m³, foi projetada para a Escola Estadual Prof.º Luiz Carlos Sampaio, localizada no distrito de Nova Casa Verde, município de Nova Andradina/MS.

Os esforços atuantes nas fundações foram determinados a partir das cargas permanentes correspondentes ao peso próprio das estruturas metálicas, peso da água armazenada, peso dos elementos de fundação e demais componentes associados, bem como das ações variáveis decorrentes da ação do vento, avaliadas conforme os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 6123:2023 – Forças devidas ao

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

vento em edificações.

Para os reservatórios localizados nos municípios de Terenos/MS, Três Lagoas/MS, Nova Andradina/ e Campo Grande/MS foi adotada velocidade básica do vento de 45 m/s, enquanto para os municípios de Bela Vista/MS, Itaporã/MS e Fátima do Sul/MS foi adotada velocidade básica de 50 m/s, em conformidade com o zoneamento e os parâmetros definidos pela referida norma.

O dimensionamento geotécnico das fundações foi realizado com base nos resultados das investigações de campo disponibilizadas para cada unidade escolar, observando-se as recomendações da ABNT NBR 6122:2022 – Projeto e execução de fundações. Foram avaliadas as condições geotécnicas locais, as características dos perfis de solo e as cargas atuantes em cada fundação, visando garantir níveis adequados de segurança, desempenho e durabilidade ao longo da vida útil das obras.

As soluções de fundação apresentadas neste memorial correspondem às alternativas técnica e economicamente viáveis para cada localidade, considerando as condições geotécnicas identificadas, as limitações executivas e os requisitos estruturais dos reservatórios projetados.

3. NORMAS TÉCNICAS DE REFERÊNCIA

O projeto aqui descrito seguiu as recomendações das normas técnicas a seguir:

- ABNT NBR 6120:2019 – Ações para o cálculo de estruturas de edificações;
- ABNT NBR 6122:2019 – Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 6123:2023 – Forças devidas ao vento em edificações;
- ABNT NBR 6118:2023 – Projeto de estruturas de concreto;
- ABNT NBR 8681:2004 – Ações e segurança nas estruturas;
- ABNT NBR 7480:2024 – Aço destinado às armaduras para estruturas de concreto armado;
- ABNT NBR 14931:2023 – Execução de estruturas de concreto;
- ABNT NBR 12655:2022 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação;
- ABNT NBR 7211:2022 – Agregados para concreto – Especificação;
- ABNT NBR 7215:2019 – Cimento Portland – Determinação da resistência à compressão;
- ABNT NBR 16886:2020 – Concreto – Amostragem de concreto fresco;
- ABNT NBR 8800:2024 – Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto;
- ABNT NBR 15696:2009 – Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto;
- ABNT NBR 15575:2021 – Edificações habitacionais – Desempenho;

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

Além das normas técnicas anteriormente citadas, deverão ser observadas as disposições constantes nas seguintes normas regulamentadoras:

- NR-6 – Equipamentos de proteção individual (EPIs);
- NR-18 – Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção;
- NR-35 – Trabalho em altura.

4. SEGURANÇA NO TRABALHO

A execução dos serviços deverá observar integralmente as disposições das normas regulamentadoras aplicáveis, especialmente a NR-6 (Equipamentos de Proteção Individual), a NR-18 (Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção) e a NR-35 (Trabalho em Altura), sem prejuízo das demais exigências legais pertinentes.

Caberá à empresa executora a adoção das medidas necessárias para garantir a integridade física dos trabalhadores e a segurança dos usuários da edificação, especialmente em razão da possibilidade de execução dos serviços durante o funcionamento da unidade escolar.

Todos os profissionais envolvidos na execução dos serviços deverão estar devidamente capacitados para o desempenho das atividades sob sua responsabilidade, devendo ser fornecidos e utilizados os equipamentos de proteção individual e coletiva adequados a cada etapa da obra.

Entre os equipamentos mínimos recomendados, destacam-se capacetes de segurança, óculos de proteção, protetores auriculares, luvas apropriadas, calçados de segurança, vestimentas adequadas e cinturões de segurança do tipo paraquedista, dotados de talabarte e absorvedor de energia, quando aplicáveis.

A circulação de pessoas e a movimentação de materiais deverão ocorrer de maneira a minimizar os riscos de acidentes, sendo obrigatória a adoção de sistemas de sinalização, isolamento e proteção das áreas de trabalho.

Considerando a possibilidade de execução dos serviços durante o funcionamento da unidade escolar, o executor deverá adotar medidas destinadas à preservação da integridade física dos alunos, professores, servidores e demais usuários da edificação.

As áreas de trabalho deverão ser isoladas, sinalizadas e permanentemente monitoradas, impedindo-se o acesso de pessoas não autorizadas.

Os serviços que impliquem maior geração de ruído, poeira, vibrações, movimentação de cargas, utilização de ferramentas de impacto ou execução de trabalhos em altura deverão ser previamente programados e compatibilizados com as atividades desenvolvidas na unidade escolar.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

5. MOVIMENTAÇÃO, TRANSPORTE E ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS

O transporte, a movimentação, a elevação e o posicionamento dos elementos estruturais deverão ser executados por profissionais capacitados, utilizando equipamentos, acessórios e dispositivos de fixação compatíveis com as características e os pesos das peças.

A definição do método construtivo e dos equipamentos empregados ficará sob responsabilidade da empresa executora, desde que sejam garantidas a integridade dos elementos estruturais, a estabilidade do conjunto e a segurança dos trabalhadores.

Durante as operações de transporte e armazenamento, as peças deverão permanecer adequadamente apoiadas, protegidas contra deformações, impactos, ações atmosféricas e processos corrosivos.

Deverão ser evitados lançamentos, arrastamentos, impactos e quaisquer procedimentos que possam provocar danos aos elementos estruturais, aos sistemas de pintura ou aos componentes de fixação.

6. INSPEÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE

Todos os materiais empregados na execução da estrutura deverão ser submetidos à inspeção visual e dimensional, observando-se as especificações constantes nos desenhos, memoriais, normas técnicas e certificados emitidos pelos fabricantes.

Os elementos estruturais deverão ser verificados quanto à existência de deformações, fissuras, trincas, amassamentos, corrosão, descontinuidades, falhas de soldagem, defeitos de fabricação e demais irregularidades que possam comprometer o desempenho da estrutura.

Toda e qualquer divergência identificada durante a execução deverá ser imediatamente comunicada à fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto, ficando vedada a realização de alterações sem a prévia aprovação dos profissionais responsáveis.

7. COMPOSIÇÃO DE PROJETO

O projeto de fundações está separado em pranchas para cada unidade escolar, considerando suas respectivas fundações. O dimensionamento foi realizado com auxilio do software EstakPRO para o cálculo de estacas e blocos calculados por planilhas.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

7.1 Bela Vista – E. E. Castelo Branco

Conforme laudo de sondagem, solo arenoso com boa resistência inicial tendo NSPT=10 logo no primeiro metro, e tendo aumento gradual da resistência ao longo da profundidade, até os 5,0 m (onde se chega ao impenetrável).

Optou-se por adotar estaca escavada mecanicamente de diâmetro 25 cm com a ponta na cota -4,70m. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

7.2 Campo Grande – E. E. Padre Mário Blandino

Conforme laudo de sondagem, solo argiloso e silto-argiloso. Camada de argila muito mole nos primeiros 5,0 m de solo. Solo com boa resistência a partir da profundidade 7,0 m. Impenetrável atingido aos 11,0 m, pelo número de golpes. Nível d'água extremamente raso, encontrado na cota 2,50 m.

Optou-se por adotar estaca escavada tipo Strauss de diâmetro 32cm, executada com revestimento metálico, com comprimento útil de 8,50m. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

7.3 Campo Grande – E. E. Prof.ª Izaura Higa

Conforme laudo de sondagem, solo arenoso e silto-arenoso. Camada de areia fofa nos primeiros 6,0 m de solo. Alteração muito compacta de solo encontrada a partir de 8,0 m, sendo o impenetrável atingido aos 10 m. Nível d'água extremamente raso, encontrado na cota 2,50 m.

Optou-se por adotar estaca escavada tipo Strauss de diâmetro 25cm, executada com revestimento metálico, com comprimento útil de 8,50m. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

7.4 Campo Grande – E. E. Prof.ª Maria Rita de Cássia Pontes Teixeira

Conforme laudo de sondagem, solo arenoso e silto-arenoso. Camada de areia fofa nos primeiros 5,0 m de solo. Alteração muito compacta de solo encontrada a partir de 7,0 m, sendo o impenetrável atingido aos 10 m. Nível d'água encontrado na cota 7,50 m.

Optou-se por adotar estaca escavada tipo Strauss de diâmetro 32cm, executada com revestimento metálico, com comprimento útil de 8,50m. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

7.5 Fátima do Sul – E. E. Senador Filinto Muller

Conforme laudo de sondagem, solo argiloso e silto-argiloso. Camada de argila mole nos primeiros 3,0 m de solo. Solo com boa resistência a partir da profundidade

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

5,0 m. Impenetrável atingido aos 11,0 m, pelo número de golpes. Nível d'água não indicado em boletim de sondagem. Perfil de resistência crescente com a profundidade. Alteração de argila dura encontrada a partir de 9,0 m.

Optou-se por adotar estaca escavada mecanicamente de diâmetro 25 cm com a ponta na cota -9,20m. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

7.6 Itaporã – E. E. Antônio João Ribeiro

Conforme laudo de sondagem, solo argiloso e silto-argiloso. Camada de argila muito mole nos primeiros 6,0 m de solo. Solo com boa resistência a partir da profundidade 12,0 m. Impenetrável não encontrado na sondagem, paralisação por limite de contratação. Nível d'água encontrado em 4,70 m. Solo com SPT constante nos primeiros metros, com leve aumento de resistência conforme a profundidade, mas sem apresentar constância nem padronização. Camada de argila mole na profundidade de 11,0 m.

Devido à presença de água aos 4,70m de profundidade, a escolha dentre os tipos de fundação disponíveis se tornou limitada. A espessa camada de argila muito mole, torna impossível uma fundação rasa (recalques excessivos). A presença de água, torna inviável a execução de estacas escavadas convencionais (só seria possível se houvesse uso de lama bentonítica, porém, nesse caso, devido à argila muito mole, a execução requereria cuidados minuciosos). A execução de estaca Strauss é limitada pela profundidade dos tubos de revestimento metálico. Portanto, optou-se por adotar estaca pré-fabricada de concreto armado, com seção de 20x20cm, com ponta na cota -13m e CA de -80cm. Optou-se por uma configuração de 6 estacas em 2 linhas, buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

O bloco de coroamento (e estacas) deverão estar, no mínimo, afastados em 5,00m de edificações existentes. Isso assegurará, que as vibrações não danifiquem os blocos construídos. No entanto, recomenda-se: vistoria cautelar no imóvel antes dos serviços, com o objetivo de verificar o estado estrutural dos blocos adjacentes e, dessa forma, garantir a integridade dos mesmos; o monitoramento constante das vibrações no terreno, de forma a garantir que não se propaguem excessivamente para os blocos adjacentes; controle da energia de cravação, não excedendo o mínimo necessário para efetiva cravação da estaca conforme o perfil de solo local.

7.7 Nova Andradina – E. E. Prof.º Luiz Carlos Sampaio

Conforme laudo de sondagem, solo arenoso e silto-arenoso. Camada de aterro no primeiro metro. Areia fofa até a profundidade de 5,0 m. Nível d'água encontrado em 13,5 m. Solo com boa resistência a partir de 11,0 m de profundidade. Resistência crescente conforme profundidade.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

Optou-se por adotar estaca escavada mecanicamente de diâmetro 30 cm com a ponta na cota -12,00m. Adotando a configuração de 9 estacas (3 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços. O peso próprio do reservatório e do bloco de coroamento, totalizam 85 tf (em valores característicos), sendo a capacidade geotécnica de cada estaca (conforme critérios de projeto) igual à 19,6 tf (conforme Teixeira ou, na média dos três métodos 17,74tf). E estaca mais carregada foi obtida como sendo: 14,50 tf (exceto PP da estaca).

7.8 Terenos – E. E. Antônio Valadares

Conforme laudo de sondagem, solo argiloso e silto-argiloso. Camada de argila muito mole nos primeiros 2,0 m de solo. Solo com boa resistência a partir da profundidade 6,0 m. Impenetrável atingido aos 8,0 m, pelo número de golpes. Nível d'água não encontrado em boletim de sondagem. Perfil de resistência crescente com a profundidade (embora haja uma redução na profundidade 5,0 m). Cascalho duro encontrado na profundidade entre 7,0m e 8,0m.

Optou-se por adotar estaca escavada mecanicamente de diâmetro 25 cm com a ponta na cota -8,20m. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

7.9 Três Lagoas – E. E. João Ponce de Arruda

Conforme laudo de sondagem, solo arenoso. Camada de areia fofa nos primeiros 7,0 m de solo. Solo com boa resistência a partir da profundidade 10,0 m. Impenetrável não atingido. Nível d'água encontrado aos 14,50 m. Perfil de resistência crescente com a profundidade.

Optou-se por adotar estaca escavada mecanicamente de diâmetro 25 cm com a ponta na cota -11,20m, visando camada com resistência suficiente e evitando recalques excessivos. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

7.10 Campo Grande – E.E. Luiza Vidal Borges Daniel

Conforme laudo de sondagem, solo argiloso. Camada de silte argiloso nos primeiros 4,0m. Solo com boa resistência a partir da profundidade 8,0 m. Impenetrável atingido aos 9,0m. Nível d'água encontrado aos 4,10 m. Perfil de resistência crescente com a profundidade.

Optou-se por adotar estaca escavada tipo Strauss de diâmetro 25 cm com a ponta na cota -8,20m, visando camada com resistência suficiente e evitando recalques excessivos. Adotando a configuração de 6 estacas (2 linhas de 3 estacas), buscando-se redundância e melhor distribuição de esforços.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

8. DESCRIÇÃO DAS CARGAS E MÉTODOS DE CÁLCULO

Os reservatórios metálicos tipo taça, possuem capacidade de armazenamento de 20 m³ (20.000 litros) e são do tipo coluna cheia. O costado da coluna tem diâmetro de 95 cm e altura de 480 cm. O costado da taça possui diâmetro de 238 cm e altura (desde a parte cônica) de 420 cm.

Todas as unidades escolares abrangidas pela isopleta de velocidade básica 45 m/s (localizadas nos municípios de Terenos / MS, Três Lagoas / MS e Campo Grande / MS) possuem capacidade de armazenamento de 20 m³ (20.000 litros). Foi considerado: Vk = 45 m/s; S1 = 1,0; S2 = 0,90 (classe A e interpolação entre categoria III e IV, em H=10m); S3 = 1,06 (escolas); PP_res = 1800kgf (chapas e dispositivos); Ca_coluna=0,50; Ca_costado=0,70.

As unidades escolares abrangidas pela isopleta de velocidade básica 50 m/s (localizadas nos municípios de Bela Vista / MS, Fátima do Sul / MS e Itaporã / MS possuem capacidade de armazenamento de 20 m³ (20.000 litros). Foi considerado: Vk = 50 m/s; S1 = 1,0; S2 = 0,90 (classe A e interpolação entre categoria III e IV, em H=10m); S3 = 1,06 (escolas); PP_res = 1750kgf (chapas e dispositivos); Ca_coluna=0,50; Ca_costado=0,70.

A obtenção das reações nas estacas é função da quantidade de estacas, disposição das mesmas, altura dos blocos e afins. Para blocos de mesmas dimensões, números de estacas iguais e vento característico igual, a diferença de reações se dá apenas pelo Peso Próprio da estaca. De forma geral, os casos críticos foram: Reservatório Cheio + Vento 45° e Reservatório Vazio + Vento 45°.

Para o bloco de fundação da EE Luiz Carlos Sampaio (Nova Andradina/MS), o reservatório é de 50m³, possuindo 2,86m de diâmetro do cilindro e 8,20m de altura. A obtenção das reações nas estacas foi obtida através de análise de elementos finitos (placa sobre barras em apoio elástico), uma vez que a espessura do bloco tende a distribuir as cargas de maneira desigual (comportamento não-rígido). Foi considerado: Vk = 45 m/s; S1 = 1,0; S2 = 0,90 (classe A e interpolação entre categoria III e IV, em H=10m); S3 = 1,06 (escolas); PP_res = 3500kgf (chapas e dispositivos); Ca=0,65.

Para a avaliação da capacidade de carga das estacas foram empregados os métodos semiempíricos de Aoki-Velloso (1975), Décourt-Quaresma (1978) e Teixeira (1996), amplamente difundidos e aceitos na engenharia de fundações brasileira.

O método de Aoki-Velloso foi originalmente desenvolvido a partir de correlações com ensaios de penetração estática (CPT), posteriormente adaptadas para utilização com resultados de sondagens SPT. Trata-se de um método particularmente sensível à resistência de ponta da estaca, apresentando resultados geralmente consistentes em perfis com camadas resistentes bem definidas,

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

especialmente em solos arenosos, residuais e em fundações que mobilizam parcela significativa da resistência de ponta. Sua aplicação requer atenção especial em estacas escavadas, nas quais a mobilização integral da resistência de ponta pode não ocorrer em razão de condicionantes executivas.

O método de Décourt-Quaresma foi desenvolvido diretamente a partir de correlações com ensaios SPT e extensiva retroanálise de provas de carga realizadas no Brasil. Apresenta boa representatividade para estacas escavadas, hélice contínua e pré-moldadas, sendo frequentemente considerado um dos métodos mais adequados para perfis de solos argilosos, silto-argilosos e solos mistos. Em virtude de sua ampla utilização prática e histórico de calibração em obras nacionais, constitui importante referência para dimensionamentos correntes.

O método de Teixeira foi desenvolvido com base na experiência acumulada de diversos métodos semiempíricos e em resultados de provas de carga executadas em território nacional. Costuma apresentar excelente aderência para estacas executadas em solos arenosos e areno-siltosos, especialmente em estacas escavadas e hélice contínua. Em perfis predominantemente arenosos, frequentemente fornece estimativas compatíveis com o comportamento observado em campo. O autor, no entanto, não recomenda a utilização do método para avaliar a capacidade resistente de estacas pré-fabricadas flutuantes em camadas de argila muito moles.

Dessa forma, a interpretação dos resultados obtidos não deve se restringir à adoção automática do valor mais conservador dentre os métodos analisados, devendo considerar as características geotécnicas do terreno, o tipo de estaca adotado, o mecanismo resistente predominante (atrito lateral ou resistência de ponta) e a coerência dos resultados frente às condições executivas da fundação projetada.

A premissa de projeto adotada considerando os métodos de Aoki-Velloso e Teixeira, foi de que a resistência lateral entrará com seu valor integral e a resistência de ponta terá metade do seu valor de cálculo (assumindo um critério de segurança, onde a resistência de ponta não terá mobilização eficaz). A carga geotécnica admissível para esses modelos será, portanto, de:

$$Q_{adm} = \frac{R_{lat} + \frac{R_{ponta}}{FS = 2}}{FS = 2}$$

A premissa de projeto adotada considerando o método de Decourt-Quaresma, foi a própria premissa do método (usando os coeficientes de segurança do método, diferentes para resistência lateral e de ponta). De toda forma, o FS = 2,0 deverá ser assegurado. Portanto, a carga geotécnica admissível, pelo método de Decourt-Quaresma será o menor valor entre:

$$Q_{adm} = \frac{R_{lat}}{FS = 1{,}3} + \frac{R_{ponta}}{FS = 4} \qquad ou \qquad Q_{adm} = \frac{R_{lat} + R_{ponta}}{FS = 2}$$

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

Para a EE Antônio João Ribeiro, devido à espessa camada de argila muito mole e o uso de fundação pré-moldada, o método de Teixeira foi desconsiderado por limitação do modelo.

9. ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

9.1 Considerações Gerais

Conforme os resultados obtidos no laudo de sondagem do solo, foi definido o sistema de fundações mais adequado para cada elemento estrutural, considerando-se as características geotécnicas do terreno, os aspectos topográficos, os carregamentos atuantes e as condições executivas da obra.

A locação das fundações deverá ser realizada a partir dos eixos e referências definidos nos projetos estrutural e arquitetônico, utilizando-se referências fixas e devidamente conferidas em campo. Eventuais divergências entre os projetos, incompatibilidades com elementos existentes ou impossibilidade de execução conforme as condições previstas deverão ser comunicadas à fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto estrutural antes do início dos serviços.

A execução das fundações deverá obedecer rigorosamente às dimensões, posições, cotas de arrasamento, profundidades e demais especificações indicadas nos desenhos de fundações. Durante a execução, deverão ser controlados, no mínimo, a posição em planta, a verticalidade, o diâmetro ou seção transversal, a profundidade atingida, as características do solo atravessado e os demais parâmetros pertinentes ao método executivo empregado.

Não será permitida a alteração do tipo de fundação, da seção, da profundidade ou dos critérios executivos estabelecidos em projeto sem prévia autorização do projetista estrutural.

As fundações deverão ser executadas de forma a preservar a integridade das edificações vizinhas, instalações enterradas, muros, pavimentações e demais estruturas existentes. Considerando a existência de edificações adjacentes situadas a aproximadamente 5,00 m da área de intervenção, deverão ser priorizados métodos e procedimentos executivos que minimizem a transmissão de vibrações, deslocamentos do maciço de solo e demais interferências decorrentes da execução das fundações.

9.2 Estacas Escavadas Ø25 cm e Ø30 cm

As estacas escavadas moldadas in loco, com diâmetros nominais de 25 cm e 30 cm, deverão ser executadas nas posições, quantidades e profundidades indicadas nos desenhos de fundações, devendo-se sempre conferir diretamente nos detalhes de cada bloco as respectivas cotas de arrasamento e de fundo.A perfuração deverá

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

ser executada mantendo-se o diâmetro nominal previsto em projeto durante todo o comprimento da estaca, garantindo-se o alinhamento e a verticalidade do fuste.

O fundo da escavação deverá ser mantido limpo e isento de materiais soltos, detritos ou materiais provenientes da própria perfuração que possam prejudicar a execução e o adequado contato entre o concreto e o terreno de apoio.

A concretagem deverá ser realizada imediatamente após a conclusão da perfuração e da limpeza do fundo, de modo a minimizar a possibilidade de desmoronamento das paredes, alteração das características do solo ou acúmulo de materiais no fundo da escavação.

A concretagem deverá ser contínua, sem interrupções após seu início, utilizando-se procedimento de lançamento compatível com as condições da perfuração e que impeça a segregação dos materiais, a contaminação do concreto e a incorporação excessiva de solo.

Deverá ser garantida, durante todo o processo executivo, a estabilidade das paredes da perfuração. Caso as condições locais não permitam a manutenção do furo aberto de forma segura, deverá ser adotado procedimento executivo compatível com as condições encontradas, mediante consulta ao projetista estrutural quando houver necessidade de alteração das premissas previstas em projeto.

9.3 Estacas Strauss Ø25 cm e Ø32 cm

As estacas do tipo Strauss, com diâmetros nominais de 25 cm e 32 cm, deverão ser executadas nas posições e profundidades indicadas nos desenhos de fundações. A execução deverá ser realizada com utilização de revestimento metálico recuperável, acompanhando a perfuração nos trechos necessários à garantia da estabilidade das paredes do fuste, especialmente nas regiões sujeitas à presença de água ou materiais instáveis.

A perfuração deverá ser executada de forma gradual, mantendo-se o alinhamento e a verticalidade da estaca. O revestimento deverá acompanhar o avanço da perfuração sempre que necessário, evitando-se desmoronamentos, estrangulamentos ou redução da seção nominal do fuste.

Após a conclusão da perfuração, deverá ser realizada a limpeza adequada do fundo da estaca, removendo-se materiais soltos, lama, detritos ou quaisquer outros materiais que possam prejudicar a concretagem e a adequada transferência de esforços ao terreno.

A armadura deverá ser posicionada conforme indicado no projeto estrutural, observando-se rigorosamente os diâmetros, espaçamentos, comprimentos, emendas, ancoragens e cobrimentos especificados. A concretagem deverá ser realizada de

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

forma contínua e simultaneamente à retirada gradual do revestimento metálico, mantendo-se uma coluna contínua de concreto suficiente para impedir a entrada de solo ou água no interior do fuste.

A retirada do revestimento deverá ocorrer de maneira gradual e controlada, de modo a evitar estrangulamentos, descontinuidades, contaminação do concreto ou desmoronamento das paredes da escavação.

9.4 Estacas Pré-Moldadas de Concreto 20 x 20 cm

As estacas pré-moldadas de concreto armado, com seção transversal de 20 × 20 cm, deverão ser executadas nas posições, quantidades e profundidades indicadas nos desenhos de fundações, utilizando-se equipamento de cravação compatível com as características das estacas e com as condições geotécnicas encontradas no terreno.

A adoção de estacas pré-moldadas de concreto para determinados elementos estruturais decorre das condições identificadas na investigação geotécnica, especialmente da necessidade de que a fundação atravesse os estratos de menor resistência e alcance a camada de solo com características resistentes adequadas à mobilização da capacidade de carga prevista em projeto.

Para as posições em que foram especificadas as estacas pré-moldadas, a utilização de estacas Strauss não é considerada adequada, uma vez que a profundidade necessária para atingir a camada resistente ultrapassaria as condições executivas previstas para esse tipo de fundação. Dessa forma, a cravação das estacas pré-moldadas permite o avanço através das camadas superiores até a obtenção da condição de apoio necessária, proporcionando maior controle da profundidade e das condições de cravação.

A cravação deverá ser conduzida de forma a garantir a integridade estrutural das estacas durante as etapas de transporte, posicionamento, emenda e cravação, evitando-se esforços excessivos, excentricidades ou impactos incompatíveis com a capacidade resistente do elemento.

Considerando a existência de edificações vizinhas localizadas aproximadamente a 5,00 m da área de intervenção, a execução deverá priorizar a minimização das vibrações transmitidas ao terreno e dos deslocamentos do maciço. Deverão ser adotados equipamentos e procedimentos executivos compatíveis com essa condição, evitando-se aumento desnecessário da energia de cravação.

Recomenda-se a utilização de martelo de queda livre com massa compreendida entre 2,0 e 2,5 toneladas, operando com altura máxima de queda de 0,60 m, ou

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

equipamento equivalente que forneça energia de cravação compatível com a capacidade estrutural da estaca e com as condições geotécnicas do terreno.

A energia de cravação não deverá ser aumentada sem prévia avaliação e autorização do projetista estrutural, especialmente em razão da proximidade das edificações existentes.

A cravação deverá prosseguir até a obtenção da profundidade prevista em projeto e, simultaneamente, ao atendimento dos critérios de capacidade de carga estabelecidos para as estacas. O controle da cravação deverá ser realizado por meio da verificação da nega e de fórmula dinâmica de cravação, considerando-se as características efetivas do equipamento empregado.

Como critério executivo, deverá ser adotada nega máxima de 10 mm para os últimos 10 golpes, salvo condição distinta devidamente justificada por avaliação técnica e aprovada pelo projetista estrutural.

Durante a execução deverá ser realizado o registro individualizado de cada estaca, contendo, no mínimo, o comprimento cravado, a profundidade final, o tipo de equipamento utilizado, a massa do martelo, a altura de queda, a nega obtida e quaisquer ocorrências relevantes verificadas durante a cravação. Esses registros deverão compor o relatório executivo das fundações.

As estacas pré-moldadas deverão possuir resistência e características compatíveis com os esforços decorrentes do transporte, manuseio, posicionamento, cravação e utilização em serviço. Deverá ser mantido rigoroso controle de verticalidade, alinhamento, nega final e integridade dos elementos durante todo o processo executivo.

As emendas entre elementos pré-moldados deverão ser executadas com auxílio de coroas metálicas posicionadas nas extremidades das estacas, devidamente alinhadas e unidas por meio de solda de penetração total ou parcial, conforme procedimento executivo adequado e especificações do projeto.

Considerando a existência de estacas submetidas a esforços de tração, recomenda-se que os primeiros 8,00 m de cada estaca destinada a esses elementos sejam constituídos por segmento integral, sem emendas, de modo a reduzir a quantidade de juntas na região de maior solicitação e garantir adequada continuidade do elemento.

Qualquer ocorrência durante a cravação que resulte em impossibilidade de atingir a profundidade prevista, comportamento anormal da estaca, ruptura, fissuração, perda significativa de seção, dificuldade de penetração ou necessidade de

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

alteração da energia de cravação deverá ser imediatamente comunicada ao projetista estrutural antes da adoção de qualquer procedimento corretivo.

9.5 Armadura e Concretagem

As armaduras das estacas moldadas in loco deverão ser posicionadas após a conclusão da perfuração e limpeza do fundo, observando-se rigorosamente as dimensões, bitolas, espaçamentos, transpasse, comprimentos de ancoragem e cobrimentos mínimos indicados no projeto estrutural.

O concreto empregado nas estacas moldadas in loco deverá possuir resistência característica à compressão (fck) igual a 25 MPa, utilizando-se mistura de brita nº 0 e brita nº 1, consumo mínimo de cimento de 280 kg/m³ e abatimento do tronco de cone (Slump Test) de 13 ± 2 cm, salvo especificação distinta constante do projeto estrutural.

A concretagem deverá ser realizada de forma contínua, utilizando-se procedimento de lançamento compatível com o método executivo, evitando-se segregação, contaminação do concreto, incorporação de solo e formação de vazios ou descontinuidades no fuste.

Durante a execução das estacas moldadas in loco, deverão ser adotadas todas as medidas necessárias para impedir o desmoronamento das paredes da perfuração, evitando-se estrangulamentos e reduções da seção transversal prevista em projeto.

9.6 Blocos de Coroamento

Todos os blocos de coroamento deverão ser executados com utilização de formas de madeira, conforme especificações constantes da seção “Concreto Armado”, observando-se rigorosamente as dimensões, níveis, cotas, armaduras e demais especificações indicadas no projeto estrutural.

As cabeças das estacas deverão ser devidamente preparadas para a ligação com os blocos de coroamento, removendo-se concreto ou materiais que apresentem baixa qualidade ou que impeçam a adequada transferência dos esforços entre as estacas e o bloco.

As armaduras das estacas deverão ser devidamente ancoradas nos blocos de coroamento, observando-se os comprimentos e detalhes indicados no projeto estrutural. Nos elementos submetidos a esforços de tração, deverá ser dada especial atenção à continuidade e à adequada ancoragem da armadura no interior dos blocos.

Após a execução dos blocos e a conclusão dos serviços necessários, o reaterro deverá ser realizado com material proveniente da escavação ou material de qualidade equivalente, em camadas sucessivas e devidamente compactadas.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

9.7 Escavações e Segurança

As escavações necessárias à execução das fundações deverão ser realizadas em conformidade com as disposições da NR-18, adotando-se todas as medidas necessárias à garantia da estabilidade das paredes, segurança dos trabalhadores e preservação das edificações e estruturas existentes.

Sempre que necessário, deverão ser empregados escoramentos provisórios ou executados taludes compatíveis com as características do terreno, evitando-se desmoronamentos, deslocamentos excessivos de solo e comprometimento das estruturas vizinhas.

Deverão ser adotadas medidas de controle e acompanhamento das condições das edificações adjacentes durante a execução das fundações, especialmente em razão da proximidade aproximada de 5,00 m entre a área de intervenção e as construções existentes.

Qualquer ocorrência que indique movimentação excessiva do terreno, vibração anormal, surgimento de fissuras, instabilidade de escavações ou alteração significativa das condições previstas deverá ser comunicada imediatamente à fiscalização e ao responsável técnico pelo projeto estrutural, devendo os serviços ser interrompidos quando necessário à avaliação da condição encontrada.

10. ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO

Seguem recomendações técnicas a respeito de materiais e execução das estruturas de concreto armado, bem como, alguns critérios de projeto adotados.

10.1 Critérios

As estruturas de concreto armado aqui descritas, foram projetadas considerando o disposto na NBR 6118/2023. A norma estabelece critérios de execução e projeto para elementos de concreto e concreto armado.

As estruturas foram projetadas considerando Classe Agressividade Ambiental II (CAA II), que se refere à uma agressividade moderada (região urbana com pequeno risco de deterioração). No entanto, a tabela 6.1 da NBR 6118:2023, permite que adote uma classe de agressividade acima para “Microclima” (ambientes internos ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura) ou então, para locais onde a umidade média do ar seja inferior a 65%. Sendo assim, pode-se enquadrar a construção em CAA I (de forma que o cobrimento pode ser reduzido). Para a classe de agressividade II, deverá ser adotado concreto de f_{ck} mínimo de 25 MPa e relação água/cimento menor que 0,60. Além disso, o cobrimento nominal mínimo, será de 50 mm para Blocos de Coroamento e 45 mm para estacas.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

10.2 Fôrmas

A recomendação de tipo das fôrmas baseou-se na disponibilidade de matéria prima local, na dimensão das peças e número de utilizações.

As estruturas como bloco de coroamento, sapatas, vigas baldrame e arranque de pilares deverão sempre ser realizadas utilizando-se de fôrmas. Recomenda-se realizar a montagem e fabricação das fôrmas *in loco* por profissional capacitado e com utilização de EPI's. Elas deverão ser em tábuas de madeira serrada na espessura de 25 mm com altura conforme o elemento a ser concretado, acrescido de 5 cm, para permitir a execução do lastro de concreto no interior da fôrma, elas deverão ser escoradas com pontaletes em pinus (7,5x7,5) cm e travadas com sarrafo de (2,5x7,5) cm fixadas com prego.

Para todas as fôrmas, devem ser aplicados produto desmoldante protetor de base oleosa emulsionada em água para desmontagem das peças, evitando que o concreto fique grudado nas faces da fôrma (gerando possíveis vazios). A aplicação de agente desmoldante deve ser realizada antes da colocação das armaduras e de maneira que não prejudique a superfície do concreto. Ressaltando que antes do lançamento do concreto, devem ser devidamente conferidas as posições e condições estruturais do escoamento e travamento das fôrmas, a fim de assegurar que as dimensões e posições das mesmas sejam mantidas de acordo com o projeto. Também deverão ser limpas e estanques de modo a evitar eventuais fugas de pastas. Além disso, as madeiras deverão ser molhadas até a saturação.

É previsto um reaproveitamento de duas a quatro vezes de todas as fôrmas. O cimbramento e escoramento de todas as fôrmas deverão garantir que durante as etapas de execução do elemento estrutural não ocorrerão deformações ou risco de colapso, conforme o disposto na NBR 15696.

A desforma lateral de elementos poderá ser realizada decorridos 7 dias da concretagem. Desforma de fundo de vigas e lajes poderá ser realizada decorridos 14 dias, reduzindo o escoramento em 75%. Em todo caso, a desforma só poderá ocorrer após a confirmação dos resultados satisfatórios de ensaios tecnológicos do concreto (garantia de resistência mínima).

A tolerância permitida na precisão das dimensões das fôrmas deve ser de no máximo 5,0 mm. Deve-se ter atenção ao alinhamento, nível e prumo de todas as peças durante a execução dos elementos.

10.3 Armaduras

As barras de aço devem seguir as dimensões e qualidades especificadas no projeto, e devem ser guardadas de forma que não altere sua característica e suas propriedades, desde o recebimento na obra até seu posicionamento final na estrutura. A estocagem deve ser feita de modo que evite qualquer tipo de contaminante (solo, óleos, graxas, umidades, corrosão entre outros). Cada tipo de barra, tela soldada ou

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

fio deve ser identificado de forma clara para que não ocorra a troca involuntária quando for utilizada na estrutura. Respeitar precisamente a posição das armaduras (atentar para não ocorrer inversão de positivos e negativos).

O aço utilizado nas estruturas de concreto armado é, normalmente, dividido em três categorias: CA-25, CA-50 e CA-60. O aço CA-25 apresenta limite de escoamento característico de 250 MPa e possui superfície lisa, sendo empregado principalmente em barras de menor utilização estrutural. O aço CA-50, por sua vez, possui limite de escoamento característico de 500 MPa e superfície nervurada, sendo o tipo mais utilizado em vigas, pilares, lajes e fundações devido à sua elevada resistência mecânica e à maior aderência ao concreto. Já o aço CA-60 apresenta limite de escoamento característico de 600 MPa, é fornecido principalmente na forma de fios ou barras de pequeno diâmetro e costuma ser empregado em armaduras secundárias, estribos e telas soldadas.

Normalmente, o aço CA-60 apresenta barras com diâmetros de 4.2 mm, 5.0 mm, 6.0 mm e 7.0 mm. Geralmente é utilizado como estribos e o diâmetro mais usual é o de 5,0 mm, contudo, deve ser consultado o diâmetro e a massa em quilos no projeto estrutural. Os estribos podem ser cortados e dobrados manualmente ou ser comprados já cortados e devidamente identificados, ficando a critério do executor. De todo modo, recomenda-se a montagem das armaduras longitudinais utilizando-se amarração com arame recozido 16 bwg ou 18 bwg, com espaçamento conforme indicado em projeto.

O aço CA-50 é utilizado em armaduras principais, armaduras complementares e negativas de laje. Possui diâmetros de: 6.3 mm, 8.0 mm, 10.0 mm, 12.5 mm, 16 mm, 20.0 mm, 22.0 mm e 25 mm em alguns casos o de 32 mm. As armaduras deverão ser amarradas em arame recozido 16 bwg ou 18 bwg.

Deverão ser utilizados espaçadores com entrada lateral em plástico ou pastilhas de argamassa com as corretas dimensões dos cobrimentos indicados. De forma geral, devem ser respeitados os cobrimentos de: estacas, blocos e sapatas – 50 mm; Estacas – 45 mm.

As dobras e ganchos das barras de aço deverão seguir o disposto da NBR6118/2023. Não introduzir ganchos ou dobras em armaduras que não foram previstos ganchos, isso pode causar redistribuição não prevista de esforços. Atenção para as armaduras de confinamento do concreto na região de ancoragem dos chumbadores do reservatório.

10.4 Concreto

O concreto destinado às estruturas, são previstas duas modalidades diferentes de preparo, concreto preparado *in loco* e o concreto “usinado” que é preparado por empresas prestadoras de serviços de concretagem.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

O concreto utilizado na obra deverá levar em consideração todas as propriedades requeridas em projeto, em especial quanto à resistência característica, ao módulo de elasticidade do concreto e à durabilidade da estrutura, bem como às condições eventualmente necessárias em função do método de preparo escolhido e das condições de lançamento, adensamento e cura. Os aditivos não poderão, em hipótese alguma, conter cloretos. Toda água utilizada no processo de confecção e cura do concreto deverá ser potável.

De forma geral, o concreto utilizado para a concretagem das peças será de f_{ck}=25 MPa. O consumo mínimo de cimento deve ser de 350 kg/m³ e o fator água/cimento deve ser menor que 0,60 sendo que o slump recomendado seja de 10 +/- 2 cm. Recomenda-se a utilização de concreto usinado, rodado em central, com rigoroso controle de qualidade. Em caso de utilização de concreto rodado em betoneira, o traço utilizado deverá ser previamente definido pelo executor, de modo que a influência dos agregados locais utilizados seja considerada através de ensaios laboratoriais.

A concretagem só poderá ser iniciada após a colocação prévia de todas as tubulações e outros elementos exigidos pelos demais projetos. De forma geral, caso não haja especificação em projeto sobre a posição precisa dos furos, estes devem estar situados nas regiões tracionadas das vigas (em dúvida, contatar o projetista).

Elementos estruturais em contato direto com o solo, blocos de coroamento, sapatas, radier, lajes ou pisos deverão ser executado um lastro de concreto não estrutural (também conhecido como concreto magro), em espessura de 5 cm.

O lançamento de concreto pode ser manual (no caso de concreto rodado em betoneira) ou com auxílio de caminhão com equipamento bomba próprio para o lançamento (no caso de concreto usinado). Em todo caso, o lançamento do concreto deverá respeitar uma altura máxima de 2,0 metros, evitando assim, a segregação dos agregados.

É obrigatório o adensamento dos elementos de concreto. Fica aqui recomendado o adensamento através de vibrador de imersão com ponteira de 30 mm de diâmetro. O vibrador deve ser inserido sempre na posição vertical, evitando movimentos horizontais. As camadas adensadas devem ser de 10 cm a 20 cm, e o adensamento da camada superior deve penetrar a camada inferior, garantindo a ligação entre ambas. Manter a vibração entre 5 e 15 segundos em cada ponto, até que desapareçam as bolhas de ar e a superfície fique homogênea. Realizar o adensamento em um espaçamento horizontal entre 30 cm e 50 cm. Evitar o contato da ponteira com a armadura, pois isso pode causar falta de aderência entre a armadura passiva e o concreto. Não prolongar demais a vibração, pois isso pode causar a segregação do concreto. Remover o vibrador lentamente pelo mesmo caminho da introdução, para evitar a formação de vazios. Evitar adensar concreto semi-endurecido. A espessura máxima a ser adensada não deve ultrapassar 50 cm.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

Os agregados devem possuir boa curva granulométrica, de forma a evitar porosidade excessiva. Fica recomendado o uso de areia média e brita graduação 01 (dimensão máxima do agregado de 19 mm).

As peças, após a concretagem, deverão ter cura úmida por molhagem por no mínimo 14 dias e até que atinjam a resistência característica a compressão (fck), de acordo com a norma NBR 12655, igual ou superior a 15 MPa. O adensamento é obrigatório e deverá ser cuidadoso e realizado durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser vibrado ou apiloado contínua e energicamente com equipamento adequado, ocupando todos os recantos da fôrma. Devido ao grande volume de concreto numa mesma peça, recomenda-se que a peça seja coberta por tecido geotêxtil que deverá estar constantemente saturado. Não permitir a secagem da superfície do concreto durante o período estipulado (sob risco de fissuração motivada pelo calor de hidratação). Se houver entendimento que é necessário o uso de água gelada ou gelo para concretagem, este deverá ser potável, sem cloretos, sem presença de sal, puro e com laudo de qualidade.

A concretagem não deverá ter interrupção. Se houver interrupção, por motivo de força maior, deverá ser realizada a cunha de concretagem a 45° e o concreto da superfície deverá ser "arranhado" com barras de uma polegada (1”) com profundidade mínima de 3cm, sendo que a continuidade da concretagem deverá ser liberada pelo projetista estrutural responsável.

Para o controle tecnológico, amostragem, recebimento e aceitação do concreto, deve-se seguir criteriosamente as NBRs 12655 e 16886. No caso de concretos utilizados em elementos estruturais, os resultados dos ensaios de resistência realizados por laboratório deverão ser enviados à fiscalização, que entregará uma cópia ao projetista estrutural.

Qualquer falha de concretagem que ocorra, por qualquer que seja o motivo, deverá imediatamente ser comunicada à fiscalização e ao projetista responsável.

As faces de elementos que ficarão em contato direto com solo, deverão receber impermeabilização em tinta asfáltica, aplicada em duas demãos. Em hipótese alguma deverá ser aplicada impermeabilização em regiões de contato com outros elementos estruturais, por exemplo, arranque de pilares e vigas. Recomenda-se ainda, que em caso de alvenarias acima das vigas baldrame, as 3 primeiras fiadas também recebam alguma camada impermeabilizante (argamassa com aditivo) evitando assim, qualquer tipo de infiltração ascendente.

10.5 Base de Reservatório 20.000 Litros

As bases de reservatórios tipo taça de capacidade 20.000 litros, terá medidas 2,50x1,80x0,90m. Deverá ter 6 estacas distribuídas em 2 linhas de 3 estacas, distribuídas conforme projeto. Recomenda-se que o topo do bloco fique 5cm acima do terreno natural.

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

A armadura principal dos blocos deverá ser realizada em malha bidirecional, conforme bitola indicada em projeto. A armadura superior deverá ser inserida para combater fissuração por retração/calor de hidratação da concretagem e também será em malha bidirecional. Os blocos deverão conter armadura lateral, para confinamento do concreto e também para auxílio no combate à fissuração.

Considerou-se um formato de chumbador para obtenção dos esforços do reservatório. Recomenda-se a execução de 'estribos' ao redor do chumbador, conforme detalhe em projeto. Essa armadura adicional, ajudará no confinamento do concreto na região de ancoragem e também, a capturar os esforços de tração local.

A armadura das estacas deverá ser ancorada no topo dos blocos de coroamento, de forma a capturar eficientemente os esforços de tração uma vez atuantes. Deverá ser seguido o disposto nos itens fundações, concreto, formas e armaduras. Verificar com o fabricante do reservatório metálico sobre adaptações decorrentes no chumbador. Para fins de projeto da base do reservatório, considerou-se uma tipologia de chumbador que deverá ser confirmada com o fabricante do reservatório. Em caso de chumbador de diferente formato ou seção, a base deverá ser ajustada.

10.6 Base de Reservatório 50.000 Litros

Se refere ao bloco de coroamento do reservatório cilíndrico vertical 50m³. Foi considerado um bloco de dimensões 3,60x3,60x1,00m. Deverá ter 9 estacas distribuídas conforme projeto (3 linhas de 3 estacas). Recomenda-se que o topo do bloco fique 5 cm acima do terreno natural.

A armadura principal do bloco deverá ser realizada em malha bidirecional, conforme bitola indicada em projeto. Deverá ter reforço nas diagonais e nas faixas vertical/horizontal, de forma a distribuir melhor os esforços de tração. A armadura superior deverá ser inserida para combater fissuração por retração/calor de hidratação da concretagem e também será em malha bidirecional. Os blocos deverão conter armadura lateral, para confinamento do concreto e também para auxílio no combate à fissuração.

Considerou-se um formato de chumbador para obtenção dos esforços do reservatório. Esses chumbadores deverão ser posicionados durante o posicionamento do reservatório, ou seja, durante a concretagem, deverão ser deixados nichos no bloco (posicionando bloco de EPS que, posteriormente deverá ser maçaricado e derretido). Deve-se prever uma armadura de ancoragem dos chumbadores do reservatório, conforme detalhe. Essa armadura adicional, ajudará na ancoragem dos chumbadores e irão capturar os esforços de tração local.

A armadura das estacas deverá ser ancorada no topo dos blocos de coroamento, de forma a capturar eficientemente os esforços de tração uma vez atuantes. Deverá ser seguido o disposto nos itens fundações, concreto, formas e

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS

armaduras. Verificar com o fabricante do reservatório metálico sobre adaptações decorrentes no chumbador. Para fins de projeto da base do reservatório, considerou-se uma tipologia de chumbador que deverá ser confirmada com o fabricante do reservatório. Em caso de chumbador de diferente formato ou seção, a base deverá ser ajustada.

11. ASSINATURA

Campo Grande – MS, *Outubro de 2026*.

Eng.° Civil Leandro da Silva Monteiro
CREA 62802/D-MS

Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul - Parque dos Poderes, Bloco 05 - CEP: 79031-902 -
Fone: (67) 3318-2200 - Fax: (67) 3318-2281 -Campo Grande – MS