

RESTAURAÇÃO E AMPLIAÇÃO – AEROPORTO DE PASSO FUNDO

RDCi Presencial nº 0001/2018 – CELIC/RS



**AER-PFB-EST-PE-CUT-ETE-R01**

GRUPO: PROJETO EXECUTIVO

DISCIPLINA: FUNDAÇÃO E ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS ESPECÍFICAS

**Especificações Técnicas Específicas do PRÉDIO UNIFICADO KF/CUT**

**Consórcio Traçado-Engelétrica**

RESTAURAÇÃO E AMPLIAÇÃO – AEROPORTO DE PASSO FUNDO  
RDCi Presencial nº 0001/2018 – CELIC/RS

**Documento Elaborado por:**

CONSTSUL Engenharia



**Responsável:**

Rodrigo Costa da Silveira  
CREA 120.155/RS

01	Março/21	Revisão Geral	RMR	
00	Novembro/20	Emissão Inicial	RMR	
REV	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	APROV. CTE
Elaboração: Rodrigo Costa da Silveira, Eng.			Data: 16/11/2020	
Aprovação CTE:			Data:	
Aprovação Final DAP				
			Data: __/__/____.	

## SUMÁRIO

<b>I.</b>	<b>MATRIZ DE RESPONSABILIDADES.....</b>	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>OBJETO.....</b>	<b>5</b>
<b>15.</b>	<b>PROJETO CUSTOMIZADO – P3b – PASSO FUNDO .....</b>	<b>6</b>
<b>15.1.</b>	<b>PRÉDIO UNIFICADO KF/CUT .....</b>	<b>6</b>
<b>15.1.1.</b>	<b>INFRAESTRUTURA.....</b>	<b>6</b>
<b>15.1.1.1.</b>	<b>ESTACAS.....</b>	<b>6</b>
15.1.1.1.1.	ESTACAS ESCAVADAS DIÂM. VARIADOS .....	6
15.1.1.1.2.	CONCRETO FCK 20,0 MPA PARA ESTACAS.....	8
15.1.1.1.3.	FORNECIMENTO E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50/60 .....	12
15.1.1.1.4.	ARRASAMENTO DE ESTACAS .....	14
<b>15.1.1.2.</b>	<b>BLOCOS DE FUNDAÇÃO E VIGAS DE BALDRAME .....</b>	<b>15</b>
15.1.1.2.1.	ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM SOLO .....	15
15.1.1.2.2.	CONCRETO MAGRO .....	18
15.1.1.2.3.	CONCRETO FCK 30,0 MPA .....	19
15.1.1.2.4.	FORMA EM COMPENSADO RESINADO.....	23
15.1.1.2.5.	FORNECIMENTO E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50/60 .....	25
15.1.1.2.6.	REATERRO EM SOLO .....	26
<b>15.1.2.</b>	<b>SUPERESTRUTURA.....</b>	<b>27</b>
15.1.2.1.	CONCRETO FCK 30,0 MPA.....	27
15.1.2.2.	FORMA EM COMPENSADO RESINADO.....	27
15.1.2.3.	FORNECIMENTO E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50/60.....	27
15.1.2.4.	ESCORAMENTO PARA LAJES.....	27
15.1.2.5.	INSTALAÇÃO DE ANDAIMES METÁLICOS.....	30
<b>III.</b>	<b>CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO.....</b>	<b>32</b>
<b>IV.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>33</b>
<b>V.</b>	<b>TERMO DE ENCERRAMENTO .....</b>	<b>34</b>

## I. MATRIZ DE RESPONSABILIDADES

Para elaboração e apresentação de relatórios deste memorial está definida a matriz de responsabilidades da seguinte forma:

### Responsáveis pela Elaboração:

- Engº Rodrigo Costa da Silveira  
+55 51 9 9699-9111  
rodrigo.cs@constsul.eng.br

## II. OBJETO

Este documento tem como objetivo estabelecer os parâmetros, especificações e critérios a serem considerados na concepção do **Projeto de Fundação e Estruturas de Concreto Armado do PRÉDIO UNIFICADO KF/CUT**, que serão adotados na execução do Projeto Executivo de Restauração e Ampliação do Aeroporto de Passo Fundo/RS.

## **15. PROJETO CUSTOMIZADO – P3b – PASSO FUNDO**

### **15.1. PRÉDIO UNIFICADO KF/CUT**

#### **15.1.1. INFRAESTRUTURA**

##### **15.1.1.1. ESTACAS**

###### **15.1.1.1.1. ESTACAS ESCAVADAS DIÂM. VARIADOS**

#### **NORMAS**

- NBR-6459:1984 Solo – Determinação do limite de liquidez;
- NBR-7180:1988 Solo – Determinação do limite de plasticidade;
- NBR-7181:1988 Solo – Análise granulométrica;
- NBR-7182:1988 Solo – Ensaio de compactação;
- NBR-5681:1980 Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações;
- NBR-6122:2010 Projeto e execução de fundações;
- NR 18 Condições e meio ambiente de trabalho na Indústria da construção;
- NBR-7678:1983 Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- NBR-6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

#### **DEFINIÇÃO**

• As estacas escavadas com trado mecânico são moldadas *in loco* por meio da escavação com trado helicoidal e posterior preenchimento do local perfurado com concreto e armadura. O equipamento é acionado por perfuratriz apoiada em chassis metálicos ou acoplada a caminhões. A perfuração é feita por rotação, sendo realizadas subidas do trado, quando necessária a retirada do solo em excesso. Prossegue-se, dessa maneira, até atingir a profundidade desejada. A profundidade é limitada ao nível do lençol freático

## ESPECIFICAÇÃO

- Estaca escavada com trado mecânico, diâmetro de 30cm, 40cm e 50cm com profundidades variadas, conforme projeto estrutural de fundações.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Escavação mecanizada com trado helicoidal com trado mecânico, diâmetro de 30cm, 40cm e 50cm, sem fluido estabilizante, com profundidade variável.

- Concreto usinado bombeado  $f_{ck}=30$  MPa, inclusive lançamento
- Armação de aço CA-50, classe A, diâmetro 6,3mm a 12,5mm – fornecimento, corte (perda de 10%), dobra e colocação.

## EXECUÇÃO

- Perfuração do solo com trado curto acoplado a uma haste até a profundidade especificada em projeto, devendo-se confirmar as características do solo através de comparação com a sondagem mais próxima.

- Remoção da haste, sem girar, fazendo-a girar no sentido contrário ao da perfuração, a cada 2,0 m, para auxiliar a remoção do solo aderido a haste, e apiloamento do furo com soquete de concreto fabricado na própria obra.

- Concretagem, executada no mesmo dia da perfuração, através de um funil que tenha comprimento mínimo de 1,5m. A finalidade do funil é orientar o fluxo de concretagem.

- Vibração do concreto nos 2,0 m superiores da estaca;
- A armadura projetada deve ser colocada no furo antes da concretagem.
- Não se deve executar estacas com espaçamento inferior a três diâmetros em intervalo inferior a 12h. Esta distância refere-se à estaca de maior diâmetro.

- As estacas devem ser escavadas até atingirem o comprimento indicado ou material impenetrável. Caso se atinja material impenetrável antes da profundidade indicada para cada estaca, deve-se consultar o projetista para que seja analisada a situação e eventualmente indicada solução alternativa.

- No final do estaqueamento deverão ser verificadas as posições reais das estacas, em seus respectivos níveis de arrasamento, para avaliação das excentricidades e introdução de eventuais reforços.
- Os comprimentos das estacas deverão ser confirmados em campo.

## APLICAÇÃO

As estacadas escavadas serão executadas como elementos de fundação profunda para as edificações conforme projeto.

### 15.1.1.1.2. CONCRETO FCK 20,0 MPA PARA ESTACAS

## NORMAS

- NBR 7212:2012 – Execução de concreto dosado em central – Procedimento.
- NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto. – Procedimento
- NBR 12654:1992 – Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto
- NBR 12655:2006 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento
- NBR NM 67:1998 – Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone
- NBR NM 33:1998 – Concreto – Amostragem de concreto fresco
- NBR 11768:2011 – Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos
- NBR 7211:2009 – Agregado para concreto – Especificação
- NBR 9935:2011 – Agregados – Terminologia
- NBR 6118:2014 – Projetos de Estrutura de concreto – Procedimento
- NBR 5739:2007 - Ensaio à compressão de Corpos Cilíndricos
- NBR 8593: 2009 - Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.

## ESPECIFICAÇÃO

- Concreto usinado bombeado  $f_{ck}=20$  Mpa, inclusive lançamento e adensamento para estacas.

## EXECUÇÃO

- O concreto será preparado por empresa de serviços de concretagem.
- Deve-se satisfazer as condições de resistência fixadas pelo cálculo estrutural, bem como as condições de durabilidade e impermeabilidade adequadas às condições de exposição.
- Deve-se obedecer rigorosamente às normas da ABNT, em especial a NBR-7212:2012.
- O “slump test” deve ser conforme recomendações da NBRNM67 (1998).
- A amostragem do concreto deve seguir recomendações da NBRNM33 (1998).
- Nenhum conjunto de elementos estruturais pode ser concretado sem a perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das formas e armaduras correspondentes, sendo necessário também o exame da correta colocação das tubulações elétricas, hidráulicas e outras, que ficarão embutidas na massa de concreto.
- Conferir as medidas e posição das formas, verificando se as suas dimensões estão dentro das tolerâncias previstas no projeto. As formas devem estar limpas e suas juntas, vedadas.
- A aplicação do desmoldante deve ser feita antes da colocação da armadura. Recomenda-se desmoldante cuja composição básica é emulsão de ácidos graxos. Atentar para o uso de agentes desmoldantes conforme item 7.2.7 da NBR 14931:2004.
- Assim que o concreto é colocado nas formas, deve-se iniciar o adensamento de modo a torná-lo o mais compacto possível. O método mais utilizado é por meio de vibradores de imersão.
- Cuidados no adensamento com vibradores de imersão:
  - ✓ Quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada dever ser aproximadamente igual a  $3/4$  do comprimento da

agulha. Ao vibrar uma camada de concreto, o vibrador deve penetrar cerca de 10 cm na camada anterior

✓ Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto.

✓ Devem ser tomados os seguintes cuidados durante o adensamento com vibradores de imersão:

- Preferencialmente aplicar o vibrador na posição vertical.
- Vibrar o maior número possível de pontos ao longo do elemento estrutural;
- Retirar o vibrador lentamente, mantendo-o sempre ligado, a fim de que a cavidade formada pela agulha se feche novamente;
- Não permitir que o vibrador entre em contato com a parede da forma, para evitar a formação de bolhas de ar na superfície da peça, mas promover um adensamento uniforme e adequado de toda a massa de concreto, observando cantos e arestas, de maneira que não se formem vazios;
- Mudar o vibrador de posição quando a superfície se apresentar brilhante.

## CURA E CUIDADOS ESPECIAIS

• Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para:

- ✓ Evitar a perda de água pela superfície exposta;
- ✓ Assegurar uma superfície com resistência adequada;
- ✓ Assegurar a formação de uma capa superficial durável;
- ✓ Suportar a carga imposta ao elemento estrutural nesse estágio.

• Os agentes deletérios mais comuns ao concreto em seu início de vida são: mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento, agentes químicos, bem como choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuras na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.

- Elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência características à compressão ( $f_{ck}$ ), de acordo com NBR 12655/2006, igual ou maior que 15 MPa.

## TEMPO DE PERMANÊNCIA DE ESCORAMENTOS e FORMAS

- Escoramentos e formas não devem ser removidos, em nenhum caso, até que o concreto tenha adquirido resistência suficiente para:
  - ✓ Suportar a carga imposta ao elemento estrutural nesse estágio;
  - ✓ Evitar deformações que excedam as tolerâncias especificadas;
  - ✓ Resistir a danos para a superfície durante a remoção.
- Deve ser dada especial atenção ao tempo especificado para a retirada do escoramento e das formas que possam impedir a livre movimentação de juntas de retração ou dilatação, bem como de articulações;
- A retirada das formas e do escoramento só pode ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o baixo valor do módulo de elasticidade do concreto ( $E_{ci}$ ) e a maior probabilidade de grande deformação diferida no tempo quando o concreto é solicitado com pouca idade;

## ENSAIO DE CONSISTÊNCIA

- Dever ser realizados ensaios de consistência pelo abatimento do tronco de cone, conforme a ABNT NBR NM 67;
- O concreto preparado por empresa de serviços de concretagem deve ser realizados ensaios de consistência a cada betonada.

## ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

- Os resultados dos ensaios de resistência, conforme NBR 5739, realizados em amostras formadas como descrito 6.2.1 e 6.2.2, da NBR 12655:2006, devem ser utilizados para aceitação ou rejeição dos lotes;

## CONDIÇÕES DE PREPARO DO CONCRETO

- Será utilizada a condição A para o preparo do concreto, aplicáveis às classes C10 à C80.

## APLICAÇÃO

Conforme especificado em projeto de estrutura.

### 15.1.1.1.3. FORNECIMENTO E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50/60

#### NORMAS

- EB-3 – Barras laminadas de aço comum para concreto armado.
- NBR 7480/2008 – Barras e fios de aço destinados a armaduras para concreto armado.
- NBR 7481:1990 – Telas de aço soldada, para armadura de concreto.
- NBR 6181:2003 – Classificação de meios corrosivos.
- NBR 6118:2014 – Projetos de Estrutura de concreto – Procedimento
- NBR 15696:2009 – Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.
- NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

#### ESPECIFICAÇÃO

- Armação de Aço CA-60, classe B, Diâmetro 3,4 mm a 6,0 mm – Fornecimento / Corte (Perda 10%) / Dobra / Montagem e Colocação.
- Armação de Aço CA-50, classe A, Diâmetro 6,3mm à 12,5mm – Fornecimento/ Corte (Perda De 10%) / Dobra / Colocação
- Armação de Aço CA-50, classe A, Diâmetro 16,0mm à 25,0mm - Fornecimento/ Corte (Perda De 10%) / Dobra / Colocação.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Barras de aço CA 60, classe B, obtidos por laminação a quente, com diâmetro nominal igual a 5,0 mm ou superior.
- Fios de aço CA 60, classe B, obtidos por trefilação ou processo equivalente com diâmetro nominal igual a 10,0 mm ou inferior.
- Barras de aço CA 50, classe A, obtidos por laminação a quente, com diâmetro nominal igual a 5,0 mm ou superior.

- Fios de aço CA 50, classe A, obtidos por trefilação ou processo equivalente com diâmetro nominal igual a 10,0 mm ou inferior.

## EXECUÇÃO

- Os aços de categoria CA-50/60 não podem ser dobrados em posição qualquer senão naquelas indicadas em projeto, quer para o transporte, quer para facilitar a montagem ou o travamento de formas nas dilatações.
- Não pode ser empregado aço de qualidade diferente da especificada em projeto, sem aprovação prévia do autor do projeto estrutural.
- A armadura deve ser colocada limpa na fôrma (isenta de crostas soltas de ferrugem, terra, óleo ou graxa) e ser fixada de forma tal que não apresente risco de deslocamento durante a concretagem.
- Para garantia do cobrimento mínimo preconizado em projeto, serão utilizadas pastilhas de concreto com espessuras iguais ao cobrimento previsto em projeto. A resistência do concreto das pastilhas deverá ser igual ou superior à do concreto das peças às quais serão incorporadas. Não será admitida a execução de pastilhas no canteiro de obras. As pastilhas serão providas de arames de fixação nas armaduras. Também poderão ser utilizados distanciadores de plástico.
- Os espaçadores devem ter dimensões que atendam ao cobrimento nominal indicado no projeto estrutural de concreto.
- Na hipótese de determinadas peças da estrutura exigirem o emprego de armaduras com comprimento maior que o limite comercial de 12m, as emendas decorrentes devem obedecer rigorosamente ao prescrito nas normas técnicas da ABNT. No caso de autorização de utilização de telas soldadas, não devem ocorrer superposições entre mais de duas telas.
- A ancoragem reta das telas deve estar caracterizada pela presença de pelo menos 2 nós soldados na região considerada de ancoragem; caso contrário, deve ser utilizado gancho.
- O canteiro de obra deverá ter instalações, com porte adequado para operações de corte, dobra e montagem e armaduras de aço, tendo em vista a eventualidade de ajustes.

## APLICAÇÃO

Em elementos estruturais, conforme especificado em projeto de estrutura.

### 15.1.1.1.4. ARRASAMENTO DE ESTACAS

#### NORMAS

- NBR-6122:2010 Projeto e execução de fundações;
- NR 18 Condições e meio ambiente de trabalho na Indústria da construção;
- NBR-7678:1983 Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- NBR-6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

#### DEFINIÇÃO

• Arrasamento de estacas é o preparo da cabeça das estacas para sua perfeita ligação com os elementos estruturais, garantindo a transferência dos esforços como definido no projeto de fundações e preconizado pelas normas técnicas vigentes. É uma operação manual com auxílio de um ponteiro e marreta e o sentido do corte deve ser de baixo para cima.

#### ESPECIFICAÇÃO

- O topo da estaca, acima da cota de arrasamento, deve ser demolido conforme nível de arrasamento.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Arrasamento a partir de demolição com ponteiros ou marteletes.

#### EXECUÇÃO

- O topo da estaca, acima da cota de arrasamento, deve ser demolido conforme nível de arrasamento, sendo que as estacas deverão penetrar 5 cm no interior do bloco de coroamento.
- Os cortes das estacas deverão ser cuidadosos, com o uso de ponteiros inclinados a 45 graus.

- Não aplicar golpes diretos de "marretas" e não usar martelos pneumáticos.
- A seção deve ser plana e perpendicular ao eixo da estaca e a operação de demolição deve ser executada de modo a não causar danos estruturais.
- Limpeza e carga mecânica do entulho procedente do saneamento da cabeça em caminhão ou caçamba.

## APLICAÇÃO

- O arrasamento da cabeça das estacas escavadas deverá ser executado conforme projeto de estruturas e fundações.

### 15.1.1.2. BLOCOS DE FUNDAÇÃO E VIGAS DE BALDRAME

#### 15.1.1.2.1. ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM SOLO

## NORMAS

- NBR-6459:1984 Solo – Determinação do limite de liquidez;
- NBR-7180:1988 Solo – Determinação do limite de plasticidade;
- NBR-7181:1988 Solo – Análise granulométrica;
- NBR-7182:1988 Solo – Ensaio de compactação;
- NBR-5681:1980 Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações;
- NBR-6122:2010 Projeto e execução de fundações;
- NR 18 Condições e meio ambiente de trabalho na Indústria da construção;
- NBR-7678:1983 Segurança na execução de obras e serviços de construção;
- NBR-6118:2014 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento

## DEFINIÇÃO

- A escavação e carga de material consistem-se nas operações de remoção do material constituinte do terreno nos locais onde a implantação da

geometria projetada requer a sua remoção, ou escavação de áreas de empréstimo de material, incluindo a carga e o transporte dos materiais para seu destino final: aterro ou depósito de materiais de excedentes.

## ESPECIFICAÇÃO

- Escavação mecânica campo aberto em solo, exceto rocha, até 2,00m profundidade e carga de material.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Escavação mecânica campo aberto em solo, exceto rocha, até 2,00m profundidade. Para baldrames e vigas, em qualquer tipo de solo - 1ª e 2ª categoria, exceto rocha (3ª categoria), profundidade  $0 < H < 2\text{m}$ .

## EXECUÇÃO

- As escavações para implantação da obra serão executadas segundo as cotas, linhas e taludes necessários para poder construir todas as estruturas, conforme projetos e prescrições da NBR- 6122 e NBR- 9061.
- As cavas para fundações serão executadas de acordo com as indicações constantes do projeto de fundações, a ser fornecido pela CONTRATANTE, natureza do terreno encontrado e volume do material a ser deslocado.
- A escavação será executada de acordo com os gabaritos fixados pelo projeto, com dimensões compatíveis com a obra, sem distinção da qualidade do terreno, com a exceção de rocha sã.
- O material escavado será selecionado para uso no reaterro, ou transportado para fora da obra quando não satisfizer as especificações.
- A profundidade de escavação mecânica deverá ser paralisada a no mínimo 30 cm acima da cota de assentamento prevista, sendo a parcela final removida manualmente. Para escavação em rocha quando forem empregados martelotes, rompedores ou até mesmo explosivos, deverão ser removidos eventuais blocos soltos.

- As escavações necessárias à construção de fundações e as que se destinam a obras permanentes serão executadas de modo a não ocasionar danos à vida, à propriedade ou a ambos.
- Desde que as condições de vizinhança e tipo de solo permitam, as escavações provisórias de até 1,50 m não necessitam de cuidados especiais.
- As escavações além de 1,50 m de profundidade serão taludadas ou protegidas com dispositivos adequados de contenção. Quando se tratar de escavações permanentes, serão protegidas com muros de arrimo ou cortinas.
- A execução dos trabalhos de escavações obedecerá, além do transcrito no presente Procedimento, a todas as prescrições da NBR 6122 - Projeto e execução de fundações, concernentes ao assunto.
- As escavações para execução de blocos e cintas (baldrames) circundantes serão levadas a efeito com a utilização de escoramento e esgotamento d'água, se for o caso, de forma a permitir a execução a céu aberto daqueles elementos estruturais e respectivas impermeabilizações.
- Todas as escavações serão protegidas, quando for o caso, contra ação de água superficial ou profunda, mediante drenagem, esgotamento ou rebaixamento do lençol freático.
- O reaterro de escavações provisórias será executado de forma controlada, com todos os cuidados necessários, de modo a impedir deslocamentos que afetem a própria estrutura, edificações ou logradouros adjacentes.
- Os serviços incluem o fornecimento de ferramentas, equipamentos e mão-de-obra para execução dos serviços de escavação até a cota indicada no projeto, incluindo depósito do material ao lado da vala para posterior reaterro, carga, transporte até a área de bota-fora, descarga e espalhamento do material excedente.
- A contratada executará todo movimento de terra necessário e indispensável para o nivelamento do terreno nas cotas fixadas pelo projeto arquitetônico.
- As áreas externas, quando não perfeitamente caracterizadas em plantas, serão regularizadas de forma a permitir, sempre, fácil acesso e perfeito escoamento das águas superficiais.

- Os serviços serão executados por profissionais especializados.
- Deverão ser atendidas as orientações da Norma Regulamentadora NR-16.

## APLICAÇÃO

- A escavação de valas e carga de material é destinado à execução das vigas baldrame.

### 15.1.1.2.2. CONCRETO MAGRO

## NORMAS

- NBR 6181:2003 – Classificação de meios corrosivos.
- NBR 6118:2014 – Projetos de Estrutura de concreto – Procedimento.
- NBR 15696:2009 – Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.
- NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

## DEFINIÇÃO

- Denomina-se lastro a camada de concreto “magro”, sem função estrutural, que se emprega sobre o terreno, antes da execução de elemento de fundação.

## ESPECIFICAÇÃO

- Lastro de Concreto Magro com  $f_{ck} > 10 \text{ Mpa}$ .

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Tem a finalidade de regularizar e proteger a superfície de contato entre solo e concreto dos elementos de fundação de acordo com item 7.7.3 da NBR 6122:2010.

## EXECUÇÃO

- O fundo da vala deverá ser limpo de matérias soltos e lama, e compactado com vibrador mecânico para a execução do concreto magro.
- Sobre o fundo das valas deve-se aplicar uma camada de concreto magro com  $f_{ck} > 10$  MPa e espessura mínima de 5 cm.
- O preparo do concreto será feito mecanicamente.
- A superfície acabada será desempenada e deverá ser nivelada na cota de fundo do elemento estrutural de fundação.
- A área de contato do concreto magro deve ser maior do que a área da base do elemento estrutural de fundação, ultrapassando, em no mínimo 5 cm as faces externas das formas.

## APLICAÇÃO

- Em elementos vigas de baldrame, vigas de pavimento rígido, elementos estruturais de fundação, conforme especificado em projeto de estrutura.

### 15.1.1.2.3. CONCRETO FCK 30,0 MPA

## NORMAS

- NBR 7212:2012 – Execução de concreto dosado em central – Procedimento.
- NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto. – Procedimento
- NBR 12654:1992 – Controle Tecnológico de Materiais Componentes do Concreto
- NBR 12655:2006 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento
- NBR NM 67:1998 – Concreto – Determinação da Consistência pelo Abatimento do Tronco de Cone
- NBR NM 33:1998 – Concreto – Amostragem de concreto fresco
- NBR 11768:2011 – Aditivos químicos para concreto de cimento Portland – Requisitos

- NBR 7211:2009 – Agregado para concreto – Especificação

- NBR 9935:2011 – Agregados – Terminologia
- NBR 6118:2014 – Projetos de Estrutura de concreto – Procedimento
- NBR 5739:2007 - Ensaio a compressão de Corpos Cilíndricos
- NBR 8593: 2009 - Concreto para fins estruturais – Classificação pela massa específica, por grupos de resistência e consistência.

## ESPECIFICAÇÃO

Concreto usinado bombeado  $f_{ck}=30$  MPa, inclusive lançamento e adensamento. Para vigas baldrame, pilares, vigas, lajes e pavimentos com tráfego de veículos.

## EXECUÇÃO

- O concreto será preparado por empresa de serviços de concretagem.
- Deve-se satisfazer as condições de resistência fixadas pelo cálculo estrutural, bem como as condições de durabilidade e impermeabilidade adequadas às condições de exposição.
- Deve-se obedecer rigorosamente às normas da ABNT, em especial a NBR-7212:2012.
- O “slump test” deve ser conforme recomendações da NBRNM67 (1998).
- A amostragem do concreto deve seguir recomendações da NBRNM33 (1998).
- Nenhum conjunto de elementos estruturais pode ser concretado sem a perfeita disposição, dimensões, ligações e escoramentos das formas e armaduras correspondentes, sendo necessário também o exame da correta colocação das tubulações elétricas, hidráulicas e outras, que ficarão embutidas na massa de concreto.
- Conferir as medidas e posição das formas, verificando se as suas dimensões estão dentro das tolerâncias previstas no projeto. As formas devem estar limpas e suas juntas, vedadas.
- A aplicação do desmoldante deve ser feita antes da colocação da armadura. Recomenda-se desmoldante cuja composição básica é emulsão de

ácidos graxos. Atentar para o uso de agentes desmoldantes conforme item 7.2.7 da NBR 14931:2004.

- Assim que o concreto é colocado nas formas, deve-se iniciar o adensamento de modo a torná-lo o mais compacto possível. O método mais utilizado é por meio de vibradores de imersão.

- Cuidados no adensamento com vibradores de imersão:

- ✓ Quando forem utilizados vibradores de imersão, a espessura da camada deve ser aproximadamente igual a 3/4 do comprimento da agulha. Ao vibrar uma camada de concreto, o vibrador deve penetrar cerca de 10 cm na camada anterior

- ✓ Tanto a falta como o excesso de vibração são prejudiciais ao concreto.

- ✓ Devem ser tomados os seguintes cuidados durante o adensamento com vibradores de imersão:

- Preferencialmente aplicar o vibrador na posição vertical.

- Vibrar o maior número possível de pontos ao longo do elemento estrutural;

- Retirar o vibrador lentamente, mantendo-o sempre ligado, a fim de que a cavidade formada pela agulha se feche novamente;

- Não permitir que o vibrador entre em contato com a parede da forma, para evitar a formação de bolhas de ar na superfície da peça, mas promover um adensamento uniforme e adequado de toda a massa de concreto, observando cantos e arestas, de maneira que não se formem vazios;

- Mudar o vibrador de posição quando a superfície se apresentar brilhante.

## CURA E CUIDADOS ESPECIAIS

- Enquanto não atingir endurecimento satisfatório, o concreto deve ser curado e protegido contra agentes prejudiciais para:

- ✓ Evitar a perda de água pela superfície exposta;

- ✓ Assegurar uma superfície com resistência adequada;

- ✓ Assegurar a formação de uma capa superficial durável;
- ✓ Suportar a carga imposta ao elemento estrutural nesse estágio.
- Os agentes deletérios mais comuns ao concreto em seu início de vida são: mudanças bruscas de temperatura, secagem, chuva forte, água torrencial, congelamento, agentes químicos, bem como choques e vibrações de intensidade tal que possam produzir fissuras na massa de concreto ou prejudicar a sua aderência à armadura.
- Elementos estruturais de superfície devem ser curados até que atinjam resistência características à compressão ( $f_{ck}$ ), de acordo com NBR 12655/2006, igual ou maior que 15 MPa.

## TEMPO DE PERMANÊNCIA DE ESCORAMENTOS e FORMAS

- Escoramentos e formas não devem ser removidos, em nenhum caso, até que o concreto tenha adquirido resistência suficiente para:
  - ✓ Suportar a carga imposta ao elemento estrutural nesse estágio;
  - ✓ Evitar deformações que excedam as tolerâncias especificadas;
  - ✓ Resistir a danos para a superfície durante a remoção.
- Deve ser dada especial atenção ao tempo especificado para a retirada do escoramento e das formas que possam impedir a livre movimentação de juntas de retração ou dilatação, bem como de articulações;
- A retirada das formas e do escoramento só pode ser feita quando o concreto estiver suficientemente endurecido para resistir às ações que sobre ele atuarem e não conduzir a deformações inaceitáveis, tendo em vista o baixo valor do módulo de elasticidade do concreto ( $E_{ci}$ ) e a maior probabilidade de grande deformação diferida no tempo quando o concreto é solicitado com pouca idade;

## ENSAIO DE CONSISTÊNCIA

- Dever ser realizados ensaios de consistência pelo abatimento do tronco de cone, conforme a ABNT NBR NM 67;
- O concreto preparado por empresa de serviços de concretagem deve ser realizados ensaios de consistência a cada betonada.

## ENSAIO DE RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

- Os resultados dos ensaios de resistência, conforme NBR 5739, realizados em amostras formadas como descrito 6.2.1 e 6.2.2, da NBR 12655:2006, devem ser utilizados para aceitação ou rejeição dos lotes;

## CONDIÇÕES DE PREPARO DO CONCRETO

- Será utilizada a condição A para o preparo do concreto, aplicáveis às classes C10 à C80.

## APLICAÇÃO

Conforme especificado em projeto de estrutura.

### 15.1.1.2.4. FORMA EM COMPENSADO RESINADO

## NORMAS

- NBR 7190:1997 – Projeto de estruturas de madeira.
- NBR 7203:1982 – Madeira serrada e beneficiada.
- NBR 15696:2009 – Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.
- NBR 14931:2004 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento
- NBR 6118: 2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento
- Consultar regulamentações, leis e decretos locais que estabeleçam procedimentos para aquisição de produtos e subprodutos de madeira de origem nativa.

## DEFINIÇÃO

- Estruturas provisórias que servem para moldar o concreto fresco, resistindo a todas as ações provenientes das cargas variáveis resultantes das pressões do lançamento do concreto fresco, até que o concreto se torne autoportante.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Recomenda-se que toda madeira usada para formas e escoramentos seja oriunda de reflorestamento e, na impossibilidade, seja originada de florestas nativas, porém com planos de manejo sustentados devidamente aprovados pelos órgãos competentes e comprovados pelo fornecedor da madeira.
- Deverão ser empregadas madeiras recebidas com umidade máxima de 18 %, considerando a umidade relativa do ambiente entre 75 % e 85%, classe de umidade 3, de acordo com a NBR 7190:1997.

## EXECUÇÃO

- A execução das formas e seus escoramentos deve garantir nivelamento, prumo, esquadro, paralelismo, alinhamento das peças e impedir o aparecimento de ondulações na superfície do concreto acabado.
- As formas devem ser executadas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões de projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Devem ser projetadas para que sua remoção não cause danos ao concreto e que comportem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto, sem sofrer deformação.
- As dimensões, nivelamento e verticalidade das formas devem ser verificados cuidadosamente, atendendo prescrições da NBR 15696-2009.
- A construtora deve dimensionar os travamentos e escoramentos das formas de acordo com os esforços e por meio de elementos de resistência adequada e em quantidade suficiente, considerando o efeito do adensamento, atendendo prescrições da NBR 15696-2009.
- As cotas de níveis devem obedecer, rigorosamente, o projeto executivo de estrutura.
- A superfície interna das formas deve ser limpa e deve-se verificar a condição de estanqueidade das juntas, de maneira a evitar a perda de pasta ou argamassa; nas formas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas devem ser deixadas aberturas provisórias próximas ao fundo, para limpeza.
- Formas construídas com materiais que absorvam umidade ou facilitem a evaporação devem ser molhadas até a saturação para minimizar a perda de água do concreto, fazendo-se furos para escoamento de água em excesso, salvo especificação contrária em projeto;

- As tubulações de bombeamento do concreto nunca devem ser fixadas ao escoramento ou às formas e sim aos pilares concretados;
- Durante a concretagem, evitar acúmulo de concreto para que as sobrecargas de projeto não sejam ultrapassadas.
- Utilizar amarrações passantes na peça a ser concretada, protegidas por tubos plásticos, para retirada posterior; esse tipo de amarração não pode ser empregado nos reservatórios.
- Pontaletes com mais de 3m de altura devem ser contraventados para impedir a flambagem. As formas de tábua maciça devem ser escovadas, rejuntadas e molhadas, antes da concretagem para não haver absorção da água destinada à hidratação do concreto.
- As juntas das formas devem ser fechadas para evitar o vazamento da nata de cimento. Pode ser utilizada mata-juntas, fita adesiva e até mastiques elásticos.
- A aplicação do desmoldante deve ser feita antes da colocação da armadura. Recomenda-se desmoldante cuja composição básica é emulsão de ácidos graxos. Atentar para o uso de agentes desmoldantes conforme item 7.2.7 da NBR 14931:2004.
- As escoras deverão ficar apoiadas sobre calços de madeira assentados sobre terra apiloada ou sobre contrapiso de concreto, ficando uma pequena folga entre a escora e o calço para a introdução de cunhas de madeira.
- Atentar para as tolerâncias dimensionais conforme item 9.2.4 da NBR 14931:2004.
- Resíduos de madeira devem ser retirados da obra e destinados de forma adequada.
- As tábuas de madeira não poderão apresentar nós soltos.

#### APLICAÇÃO

- As formas serão utilizadas para a execução de todos os elementos de concreto armado, conforme indicado em projeto de estrutura.

#### 15.1.1.2.5. FORNECIMENTO E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50/60

Idem ao item 15.1.1.1.3

#### 15.1.1.2.6. REATERRO EM SOLO

##### NORMAS:

- NBR-5681:1980 – Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificação;
- NBR-7182:1986 – Solo – ensaio de compactação;
- NBR-12102:1991 – Solo – Controle de compactação pelo método de Hilf – Método de ensaio;
- NBR-6459 – Solo – determinação do limite de liquidez;
- NBR-7180 – Solo – determinação do limite de plasticidade;
- NBR-7181 – Solo – análise granulométrica;
- NBR-7182 – Solo – ensaio de compactação;
- NBR-5661 – Controle tecnológico da execução de aterros em obras de edificações;
- NBR 6457 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;
- NBR-9061:1988 – Segurança de escavação a céu aberto;
- NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na Indústria da construção;
- NBR-6122:2010 – Projeto e execução de fundações;

##### DEFINIÇÃO

- O reaterro de valas consiste no enchimento de valas com solo devidamente compactado.

##### ESPECIFICAÇÃO

- Reaterro e compactação mecânico de valas com compactador manual tipo soquete vibratório. A ser realizado depois da execução das vigas de baldrame, vigas do pavimento rígido, fundações.

##### EXECUÇÃO

- O lançamento do solo será executado em camadas com espessuras uniformes e controladas por meio de pontaletes.
- As camadas do aterro serão horizontais, devendo ser iniciadas nas cotas mais baixas.
- As camadas, depois de compactadas com placa vibratória, não terão espessuras superiores a 20 cm para solos granulares e 30 cm para solos coesivos.
- Será mantida a homogeneidade das camadas a serem compactadas, tanto no que se refere à umidade quanto ao material.
- Antes da execução dos serviços estarão disponíveis todos as ferramentas, equipamentos e mão-de-obra necessários para homogeneização, umedecimento, compactação, nivelamento e arremates.

## APLICAÇÃO

- Reaterro das valas da execução das vigas baldrame, fundações, dentre outros, após concretagem das mesmas, conforme projeto de estrutura concreto.

### 15.1.2. SUPERESTRUTURA

#### 15.1.2.1. CONCRETO FCK 30,0 MPA

Idem ao item 15.1.1.2.3

#### 15.1.2.2. FORMA EM COMPENSADO RESINADO

Idem ao item 15.1.1.2.4

#### 15.1.2.3. FORNECIMENTO E ARMAÇÃO DE AÇO CA-50/60

Idem ao item 15.1.1.1.3

#### 15.1.2.4. ESCORAMENTO PARA LAJES

## NORMAS

- NBR 7190:1997 – Projeto de estruturas de madeira;
- NBR 7203:1982 – Madeira serrada e beneficiada;
- NBR 15696:2009 – Formas e escoramentos para estrutura de concreto – Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
- NBR 6118:2007 – Projetos de Estrutura de concreto – Procedimento.

## DEFINIÇÃO

• Estruturas provisórias com capacidade de resistir e transmitir às bases de apoio da estrutura do escoramento todas as ações provenientes das cargas permanentes e variáveis resultantes do lançamento do concreto fresco sobre as formas horizontais e verticais, até que o concreto se torne autoportante.

## ESPECIFICAÇÃO

- Escoramento formas até  $h = 3,30\text{m}$ , com madeira de 3ª qualidade, não aparelhada, aproveitamento tabuas 3x e prumos 4x.
- Deverão ser empregadas madeiras recebidas com umidade máxima de 18 %, considerando a umidade relativa do ambiente entre 75 % e 85%, classe de umidade 3, de acordo com a NBR 7190:1997.

## EXECUÇÃO

- A execução das formas e seus escoramentos deve garantir nivelamento, prumo, esquadro, paralelismo, alinhamento das peças e impedir o aparecimento de ondulações na superfície do concreto acabado.
- As formas devem ser executadas de modo que o concreto acabado tenha as formas e as dimensões de projeto, esteja de acordo com alinhamento e cotas e apresente uma superfície lisa e uniforme. Devem ser projetadas para que sua remoção não cause danos ao concreto e que comportem o efeito da vibração de adensamento e da carga do concreto, sem sofrer deformação.
- As dimensões, nivelamento e verticalidade das formas devem ser verificados cuidadosamente, atendendo prescrições da NBR 15696-2009.

- A construtora deve dimensionar os travamentos e escoramentos das formas de acordo com os esforços e por meio de elementos de resistência adequada e em quantidade suficiente, considerando o efeito do adensamento, atendendo prescrições da NBR 15696-2009.
- As cotas de níveis devem obedecer, rigorosamente, o projeto executivo de estrutura.
- A superfície interna das formas deve ser limpa e deve-se verificar a condição de estanqueidade das juntas, de maneira a evitar a perda de pasta ou argamassa; nas formas de paredes, pilares e vigas estreitas e altas devem ser deixadas aberturas provisórias próximas ao fundo, para limpeza.
- Formas construídas com materiais que absorvam umidade ou facilitem a evaporação devem ser molhadas até a saturação para minimizar a perda de água do concreto, fazendo-se furos para escoamento de água em excesso, salvo especificação contrária em projeto;
- As tubulações de bombeamento do concreto nunca devem ser fixadas ao escoramento ou às formas e sim aos pilares concretados;
- Durante a concretagem, evitar acúmulo de concreto para que as sobrecargas de projeto não sejam ultrapassadas.
- Utilizar amarrações passantes na peça a ser concretada, protegidas por tubos plásticos, para retirada posterior; esse tipo de amarração não pode ser empregado nos reservatórios.
- Pontaletes com mais de 3m de altura devem ser contraventados para impedir a flambagem. As formas de tábua maciça devem ser escovadas, rejuntadas e molhadas, antes da concretagem para não haver absorção da água destinada à hidratação do concreto.
- As juntas das formas devem ser fechadas para evitar o vazamento da nata de cimento. Pode ser utilizada mata-juntas, fita adesiva e até mastiques elásticos.
- A aplicação do desmoldante deve ser feita antes da colocação da armadura. Recomenda-se desmoldante cuja composição básica é emulsão de ácidos graxos. Atentar para o uso de agentes desmoldantes conforme item 7.2.7 da NBR 14931:2004.

- As escoras deverão ficar apoiadas sobre calços de madeira assentados sobre terra apiloada ou sobre contrapiso de concreto, ficando uma pequena folga entre a escora e o calço para a introdução de cunhas de madeira.
- Atentar para as tolerâncias dimensionais conforme item 9.2.4 da NBR 14931:2004.
- Resíduos de madeira devem ser retirados da obra e destinados de forma adequada.
- As tábuas de madeira não poderão apresentar nós soltos.

## APLICAÇÃO

- Conforme especificado em projeto estrutural.

### 15.1.2.5. INSTALAÇÃO DE ANDAIMES METÁLICOS

#### NORMAS

- NBR 6494 – Segurança nos andaimes;
- EN 12810-1:2003 Façade scaffolds made of prefabricated components Part 1: Products specifications;
- EN 12811-1:2003 Temporary works equipment Part 1: Scaffolds - Performance requirements and general design.
- NR 18 - Condições e meio ambiente de trabalho na Indústria da construção;
- NBR 7678 - Segurança na execução de obras e serviços de construção;

#### DEFINIÇÃO

- A instalação de andaimes metálicos destina-se a criar um lugar de trabalho com acesso seguro e adequado para o trabalho que está a ser executado, protegendo as pessoas do risco de queda em altura, armazenamento temporário e em segurança de equipamentos e materiais necessários às tarefas em curso, além de proteger outros trabalhadores e terceiros situados nos níveis inferiores contra a queda de objetos.

## ESPECIFICAÇÃO

- Locação e instalação de andaimes tubulares metálicos com tubos horizontais e verticais em aço carbono, plataforma, guarda corpo, protetor lateral contra queda e base (sapatas fixas, sapatas ajustáveis ou rodízios).

## EXECUÇÃO

- Os andaimes metálicos devem ser montados em torres verticais, devidamente apoiados em sapatas ou rodízios sobre a base sólida capaz de resistir aos esforços solicitados;

- A estrutura dos andaimes deve ser fixada à construção por meio de amarração, as torres de andaimes sem amarração não podem exceder a altura especificada pelo fabricante, assim como a carga máxima kg/m;

- Todas as torres devem ser devidamente ligadas entre si através de barras de ligação e contraventadas através da diagonal ligando os dois quadros paralelos fazendo a diagonal.

- O piso de trabalho dos andaimes deve ter forração completa, antiderrapante, ser nivelada e fixada de modo seguro e resistente;

- O Paineis de guarda-corpo deve satisfazer as exigências da NR 18;

- Após o encaixe dos últimos painéis, conforme a medida planejada, encaixar as ligações travando os painéis.

## APLICAÇÃO

- Conforme especificado em projeto estrutural para execução da superestrutura.

### III. CRITÉRIOS DE MEDIÇÃO E PAGAMENTO

Os critérios de medição dos serviços de Fundação e Estrutura de Concreto Armado, consistem na execução, entrega e aceite dos eventos abaixo listados, devidamente ajustados com as condições operacionais do Aeroporto e definidos na Estrutura Analítica de Projeto (EAP), a serem apurados mensalmente, conforme Cronograma Físico-Financeiro.

Item	Descrição	Critério de Medição e Pagamento
15.1.1.1.	Execução das Estacas do Prédio Unificado	Será medido e pago o <u>evento</u> global de execução das Estacas do Prédio Unificado, composto pelos serviços de escavação, concretagem, armação e arrasamento das estacas. Inclui os custos diretos e indiretos de todas as operações e equipamentos, encargos gerais, mão-de-obra e leis sociais, necessárias à completa execução dos serviços.
15.1.1.2.	Execução dos Blocos de Fundação e Vigas Baldrame do Prédio Unificado	Será medido e pago o <u>evento</u> global de execução de blocos de fundação e vigas baldrame do Prédio Unificado, composto pelos serviços de escavação, forma, concretagem, armação e reaterro em solo. Inclui os custos diretos e indiretos de todas as operações e equipamentos, encargos gerais, mão-de-obra e leis sociais, necessárias à completa execução dos serviços.
15.1.2.	Execução da Supraestrutura do Prédio Unificado	Será medido e pago o <u>evento</u> global de execução da Supraestrutura do Prédio Unificado, composto pelos serviços de execução de pilares, vigas e lajes com a utilização de escoramentos e andaimes. Inclui os custos diretos e indiretos de todas as operações e equipamentos, encargos gerais, mão-de-obra e leis sociais, necessárias à completa execução dos serviços.

#### **IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As estruturas discriminadas e apresentadas no presente memorial e os projetos detalhados seguem rigorosamente as normativas vigentes no que tange ao Projeto de Fundação e Estruturas de Concreto Armado. Quaisquer modificações ou alterações a serem realizadas deverão ser objeto de consulta e aprovação formal e por escrito do projetista responsável.

## V. TERMO DE ENCERRAMENTO

O presente relatório, denominado **Especificações Técnicas Específicas – PRÉDIO UNIFICADO KF/CUT** é composto por 34 folhas, incluindo esta, numeradas sequencialmente de 1 a 34.

Porto Alegre, março de 2020.