



**Anotação de Responsabilidade Técnica - ART**  
**Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977**  
**Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul**



**ART Número**

**13373084**

**Órgão Público**

<b>Tipo:</b> OBRA OU SERVIÇO	<b>Participação Técnica:</b> INDIVIDUAL/PRINCIPAL
<b>Convênio:</b> NÃO É CONVÊNIO	<b>Motivo:</b> NORMAL

<b>Contratado</b>
<b>Carteira:</b> RS077568 <b>Profissional:</b> SERGIO HENRIQUE SANTA ROSA <b>E-mail:</b> sergiosr2067@gmail.com
<b>RNP:</b> 2204871745 <b>Título:</b> Engenheiro Civil
<b>Empresa:</b> NENHUMA EMPRESA <b>Nr.Reg.:</b>

<b>Contratante</b>
<b>Nome:</b> SECRETARIA DE SISTEMAS PENAL E SOCIOEDUCATIVO <b>E-mail:</b>
<b>Endereço:</b> AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 1501 11º ANDAR <b>Telefone:</b> 51 32887265 <b>CPF/CNPJ:</b> 32613632000117
<b>Cidade:</b> PORTO ALEGRE <b>Bairro:</b> PRAIA DE BELAS <b>CEP:</b> 90110150 <b>UF:</b> RS

<b>Identificação da Obra/Serviço</b>
<b>Proprietário:</b> SUPERINTENDÊNCIA DOS SERVIÇOS PENITENCIÁRIOS
<b>Endereço da Obra/Serviço:</b> Avenida ROCIO 1100 <b>CPF/CNPJ:</b> 17176399000169
<b>Cidade:</b> PORTO ALEGRE <b>Bairro:</b> VILA JOÃO PESSOA <b>CEP:</b> 91510090 <b>UF:</b> RS
<b>Finalidade:</b> PÚBLICO <b>Vlr Contrato(R\$):</b> 1,00 <b>Honorários(R\$):</b>
<b>Data Início:</b> 09/09/2024 <b>Prev.Fim:</b> 30/09/2024 <b>Ent.Classe:</b> SENGE-RS

<b>Atividade Técnica</b>	<b>Descrição da Obra/Serviço</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unid.</b>
Projeto	Estruturas - Concreto Armado	207,51	M²
Projeto	PROA 24/0602-0001460-3 CPPA - PAVILHÃO DE TRABALHO		
Projeto	Fundações Profundas	207,51	M²

**ART registrada (paga) no CREA-RS em 10/09/2024**

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima  SERGIO HENRIQUE SANTA ROSA Profissional	De acordo  SECRETARIA DE SISTEMAS PENAL E SOCIOEDUCATIVO Contratante
--------------	--	---

**A AUTENTICIDADE DESTA ART PODE SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK SOCIEDADE - ART CONSULTA.**





24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA\_PAVTRABALHO\_ART-ESTRUTURAL.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:19







24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-001-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:19







24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-002-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:19





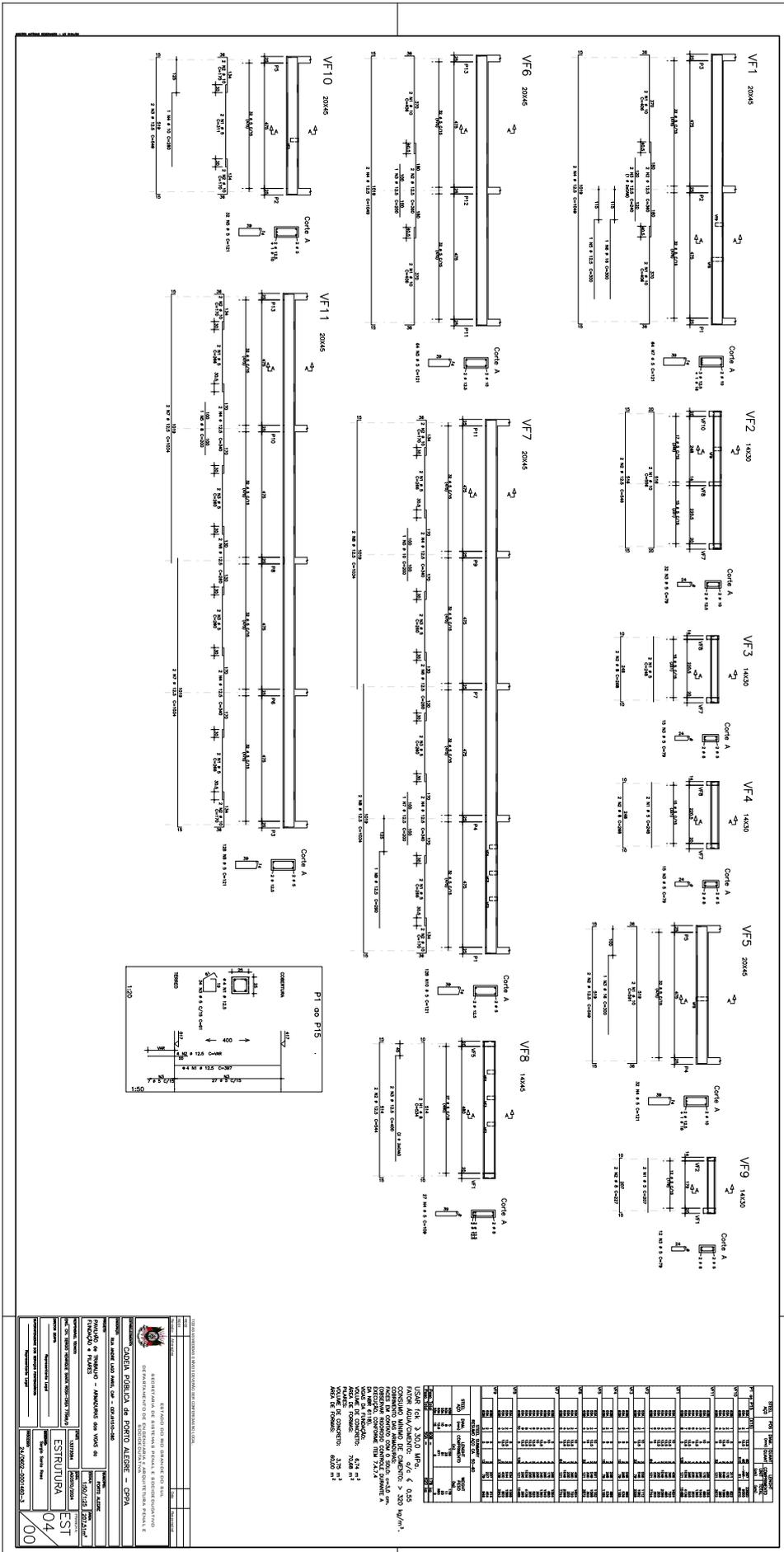


24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-003-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:20







24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-004-R00.pdf

**Documento assinado por**

**Órgão/Grupo/Matrícula**

**Data**

Sergio Henrique Santa Rosa

SSPS / DEAPS / 4632320

26/03/2025 16:55:20







24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-005-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:20







**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-006-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:21







**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-007-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:21







**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-008-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:21







24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-009-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:22







24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-010-R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:23







24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_FUN-001\_R01.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:23





## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1. APRESENTAÇÃO

Estas especificações referem-se aos serviços dos Projetos Estrutural e de Fundações, ART nº 13373084, a serem executados para a construção da Muralha Interna da Cadeia Pública de Porto Alegre – CPPA, localizado na Rua André Lago Paris, CAP – CEP.: 91510-080, Vila João Pessoa, na cidade de Porto Alegre/RS.

Os projetos foram elaborados em conformidade com as recomendações da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, principalmente as normas:

NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento.

NBR 6123 – Forças devidas ao Vento em edificações – Procedimento.

NBR 6122 – Projeto e execução de fundações.

NBR 9061 Segurança de Escavações a céu aberto – Procedimentos

NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento.

NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 16868-1 – Alvenaria estrutural - Parte 1: Projeto.

NBR 16868-2 – Alvenaria estrutural - Parte 2: Execução e controle de obras.

NBR 16868-3 – Alvenaria estrutural - Parte 3: Métodos de ensaio.

#### 1.1 Autoria do Projeto

O Projeto é de autoria do Engº Sergio Henrique Santa Rosa, CREA/RS 077568/D, do Departamento de Engenharia e Arquitetura Penal e Socioeducativa - DEAPS, da Secretaria de Sistemas Penal e Socioeducativo – SSPS do RS.

O projeto estrutural foi executado com base no projeto arquitetônico de autoria da Arqª Samantha Terra, CAU/BR nº A549436.



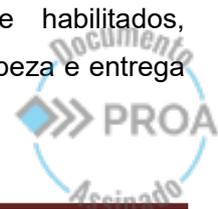


## 1.2 Alterações dos Projetos

Nenhuma alteração nos Projetos poderá ser realizada sem a autorização do DEAPS/SSPS. A Empresa só poderá fazer a alteração se esta for aprovada pelo setor de Projeto Estrutural do DEAPS/SSPS.

## 1.3 Responsabilidades da empresa

- Executar todos os serviços descritos empregando mão de obra qualificada e equipamentos para a boa execução da obra, respeitando as especificações e os desenhos dos projetos;
- Fornecer toda a mão de obra, material, maquinário, ferramentas e transportes necessários para que os serviços tenham um andamento compatível com o cronograma;
- Prestar toda a assistência técnica e administrativa para o andamento rápido e seguro da obra e serviços;
- Retirar imediatamente da obra qualquer material que for rejeitado em inspeção pela Fiscalização;
- Desfazer ou corrigir as obras e serviços rejeitados pela Fiscalização, dentro do prazo estabelecido, arcando com as despesas de material e de mão de obra envolvidos;
- Acatar prontamente as exigências e observações da Fiscalização, baseadas nas especificações, projeto e regras técnicas;
- Manter, no escritório da obra, uma cópia do projeto da estrutura de concreto armado para a consulta da Fiscalização;
- A obra somente iniciará após a entrega da ART/RRT de execução por parte da Contratada;
- A obra deverá ser executada por profissionais devidamente habilitados, abrangendo todos os serviços, desde a instalação da obra até a limpeza e entrega da estrutura, em perfeito e completo funcionamento;





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

- O profissional credenciado para dirigir os trabalhos por parte da Contratada deverá dar assistência a obra, devendo fazer-se presente em todas as etapas da construção e acompanhar as vistorias efetuadas pela Fiscalização, assim como realizar a compatibilização in loco, observar e prever eventuais problemas, sendo sempre recomendável que apresente a Fiscalização, os problemas constatados juntamente com as possíveis soluções;
- Todas as ordens de serviço ou comunicações da Fiscalização à Contratada, ou vice-versa, como alterações de materiais, adição ou supressão de serviços, serão transmitidas por escrito, e somente assim produzirão seus efeitos;
- Qualquer alteração ou inclusão de serviço, que venha acarretar custo para o contratante somente será aceito após apresentação de orçamento, e autorizada pela Fiscalização por meio escrito, sob pena de não aceitação em caso de desacordo;
- As áreas a serem trabalhadas e as áreas adjacentes, onde houver passagem de materiais e operários deverão ser protegidas contra possíveis impactos, poeira e respingos. Estas proteções deverão ser instaladas de modo a não deixar marcas ou lesões na superfície do material a ser protegido, não prejudicar a passagem de pessoal ou dificultar o uso das demais dependências do complexo prisional.

#### **1.4 Segurança do trabalho**

Todo e qualquer serviço realizado deverá obedecer às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NRs), aprovada pela Portaria 3214, de 08 de junho de 1978, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, em especial a NR-18 (condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção), NR-10 (instalações e serviços em eletricidade) e a NR-35 (trabalho em altura). A Fiscalização poderá paralisar a obra se a contratada não mantiver suas atividades dentro de padrões de segurança exigidos por lei.

Fica a Contratada responsável pelo fornecimento e manutenção do uso pelos operários de equipamentos de proteção individual estabelecidos em norma regulamentadora do Ministério do Trabalho, tais como: capacetes de segurança,



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

protetores faciais, óculos de segurança contra impactos, luvas e mangas de proteção, botas de borrachas, calçados de couro, cintos de segurança, máscaras, avental de raspa de couro e outros que se fizerem necessários.

## **2 SERVIÇOS INICIAIS**

### **2.1 Levantamento topográfico**

É responsabilidade do Executante a quantificação dos movimentos de terra (corte, aterro, explosão de rocha, bota-fora e/ou aquisição, se necessário). Os níveis marcados na Planta de Implantação deverão ser rigorosamente obedecidos. O Executante deverá confirmar os níveis constantes no projeto arquitetônico com a execução de um levantamento topográfico no local antes do início dos trabalhos de fundação.

### **2.2 Movimentos de terra**

#### **2.2.1 Preparo do terreno**

Serão efetuados, pelo Executante, todos os cortes, escavações e aterros necessários à obtenção dos níveis do terreno indicados no Projeto incluindo transporte, descarga e substituição dos materiais instáveis por outros.

#### **2.2.2 Cortes e escavações**

Os materiais escavados nos cortes poderão ser aproveitados nos aterros, em áreas de canteiros e passeios. Os volumes excedentes serão depositados em lugares determinados pela Fiscalização.

Corte em rocha com explosivos, quando for o caso, será conforme avaliação do Relatório de Sondagem. Será feita a remoção de 30 cm do material existente e reaterro com terra vegetal nas áreas destinadas a ajardinamento, indicada na Planta de Implantação.

#### **2.2.3 Reaterro das cavas de fundação**

Concluídas as fundações, as cavas serão reaterradas em camadas compactadas de 20 cm de espessura máxima, molhadas e apiloadas de modo a serem evitadas posteriores





fendas, trincas e desníveis, por recalque, das camadas aterradas. Nestes reaterros não serão admitidos solos que contenham matéria orgânica.

### 3 FUNDAÇÕES EM ESTACAS ESCAVADAS COM O USO DE FLUIDO ESTABILIZANTE

#### 3.1 Fundações

O projeto foi elaborado com base na sondagem da empresa Solosul Sondagens, perfil de sondagem SP04 executado em julho de 2022, e na planta de cargas do projeto estrutural. Conforme indicado na prancha nº01/01 do projeto de fundações, arquivo **SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_FUN-001\_R00**, foi prevista a utilização de estacas escavadas com o uso de fluido estabilizante, diâmetro de 40 cm, armadas, escavadas até atingir a profundidade de 7,50 m concretados, comprimento estimado, ou o impenetrável. Caso se atinja material impenetrável antes dos 7,50 m concretados (comprimento estimado), deve-se consultar imediatamente o projetista para que seja analisada a situação e eventualmente indicada solução alternativa.

Os comprimentos previstos para as estacas deverão ser confirmados “*in loco*” pelo engenheiro responsável pela execução das mesmas, após a execução das estacas-provas que deverão ser escolhidas previamente.

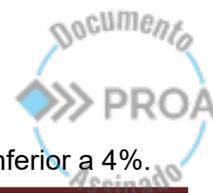
O projeto das estacas escavadas considerou a contribuição da resistência de ponta na determinação da carga admissível.

Para a verificação do ELU, considerou-se  $P_{adm} = (R_p + R_i) / 2$ , com  $R_p$  igual ao valor calculado da resistência de ponta.

O executor deve, antes da execução, assegurar que serão cumpridos os procedimentos executivos mínimos, especificados no anexo J, item J.3.3.

O concreto utilizado nas estacas deverá ter as seguintes características:

- Resistência característica – **C30** -  $f_{ck} > \text{ou} = 30 \text{ MPa}$
- Relação água/cimento:  $a/c \leq 0,6$
- Consumo mínimo de cimento  $> 400 \text{ kg/m}^3$
- Diâmetro de agregados de 9,5mm a 25mm e teor de exsudação inferior a 4%.





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

- Abatimento entre 220mm e 260mm S220

As recomendações da NBR6122 referentes à execução e controle, Anexo J, devem ser obedecidas.

### **3.2 Locação das Estacas Escavadas**

A locação das estacas escavadas deverá obedecer à planta de Locação e Cargas dos Pilares, planta **SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-010\_R00**, constante do projeto estrutural.

A locação das estacas deverá ser feita cuidadosamente por meio de instrumentos apropriados (teodolito, trena, etc). Tanto a marcação dos eixos quanto o nivelamento do gabarito deverá ser executado por pessoal habilitado, com conhecimento e prática em serviços desta natureza, capaz de fazer um perfeito trabalho. Quando da cravação das estacas, verificar o prumo, alinhamento e profundidade anotando em planilha específica. Este serviço deverá ser acompanhado de perto pelo engenheiro residente e pelo mestre de obras e fiscalizado por fiscal da Secretaria de Obras Públicas (SOP/RS).

### **3.3 Concreto dos Blocos**

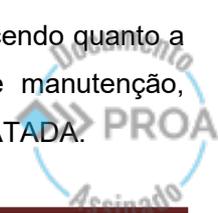
O concreto utilizado nos blocos deverá ter as seguintes características:

- Resistência característica -  $f_{ck} > \text{ou} = 30 \text{ MPa}$
- Relação água/cimento:  $a/c \leq 0,55$
- Módulo de Elasticidade na Desforma:  $E_{ci} = 31 \text{ GPa}$
- Consumo mínimo de cimento  $> 320 \text{ kg/m}^3$

As armaduras serão de aço CA-60B (diâmetro 5.0mm) e CA-50A (diâmetros 6.3mm, 8mm, 10 mm, 12.5mm, 16mm e 20mm).

### **3.4 Mobilização/Desmobilização de Equipamento e Equipe**

Todos os serviços de mobilização / desmobilização de equipamentos são de responsabilidade e custos exclusivos da CONTRATADA, o mesmo acontecendo quanto a alojamento e alimentação da equipe de trabalho. Eventuais custos de manutenção, energia, combustível e água serão também de ônus exclusivos da CONTRATADA.





### **3.4.1 Escavação das cavas**

Para escavação em solo, caso se utilize equipamentos mecânicos, a profundidade de escavação com esses equipamentos deve 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.

Para as escavações dos blocos e vigas de baldrames, deverá se considerar 30 cm de abertura lateral de cada lado para cálculo de volume de abertura. As cavas para fundações e outras partes da obra, previstas abaixo do nível do terreno, serão executadas de acordo com as indicações constantes do projeto de fundações, demais projetos da obra e com a natureza do terreno encontrado e volume de trabalho executado.

Se forem encontrados materiais estranhos às constituições normais do terreno, deverão ser removidos sem ônus adicional ao preço das escavações, salvo casos excepcionais a critério da Fiscalização.

### **3.4.2 Regularização e apiloamento de fundo de vala**

Após a escavação, o fundo da escavação dos blocos e das valas das vigas deverá ser regularizado, de acordo com a profundidade constante no projeto de estrutura/arquitetura, para posterior apiloamento do fundo de vala, corrigindo-se possíveis falhas.

Na execução, as escavações deverão ser abundantemente molhadas com a finalidade de localizar possíveis elementos estranhos (raízes de árvores, formigueiros, etc.) não aflorados, que serão acusados por percolação de água; após o que deverá ser fortemente apiloado com maço de 10 kg ou compactador CM-20.

### **3.4.3 Lastro de Concreto Magro**

Após a inspeção do fundo das escavações dos blocos e das vigas de baldrame, deverá ser executado um lastro de concreto magro de 5 cm de espessura, com traço 1:3:5, cimento, areia e brita – relação água/cimento igual a 0,6.





#### **3.4.4 Formas para os blocos**

Não será permitido a concretagem de elementos de fundação sem fôrmas, sob pena de demolição e não aceitação dos serviços. As fôrmas dos blocos deverão ser em chapa compensada resinada 14 mm, obedecendo às especificações a seguir:

- O cimbramento deverá ser feito com sarrafos 2,5 cm x 5 cm, de forma que não haja desalinhamento e deformação das formas durante a concretagem.
- A emenda da forma deverá estar perfeitamente alinhada e bem fechada, de modo a não haver escoamento do concreto durante a concretagem.
- Os cantos deverão estar perfeitamente travados;
- Após a concretagem as formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro.

#### **3.4.5 Armaduras**

A armadura deverá estar convenientemente limpa, isenta de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação. As armaduras deverão ser executadas mantendo os afastamentos exigidos por Norma, de forma a não sofrer ações de umidade oriunda do terreno. As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento de projeto.

A armadura deverá estar muito bem posicionada para que o recobrimento mínimo da armadura seja obedecido, conforme a NBR 6118. As emendas de armadura, quando necessárias, também deverão ser executadas segundo especificações da NBR 6118;

#### **3.4.6 Concretagem**

Os blocos deverão ser moldados "in loco" com concreto usinado, com controle de qualidade, e recobrimento de armadura conforme projeto estrutural.

Os blocos de fundação deverão ser executados sobre um lastro de concreto magro, com 5 cm de espessura. O concreto deverá ser lançado nas formas de acordo com cada situação, com utilização de vibradores de imersão de 35 a 38 mm, evitando a segregação do mesmo.



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser conforme especificado no projeto estrutural,  $f_{ck} = 30,0$  MPa, com consumo mínimo de  $320 \text{ kg/m}^3$ , fator  $a/c < \text{ou} = 0,55$ . O concreto deverá ser bem vibrado, para que seja evitado o aparecimento de bicheiras ou segregações. Dever-se-á evitar que o vibrador encoste-se à forma e as armaduras; as concretagens só poderão ser executadas mediante conferência e aprovação das armaduras pelo engenheiro residente de obra, sob pena de demolição da estrutura e não aceitação dos serviços. Todos os serviços de concretagens deverão obedecer às normas brasileiras pertinentes ao assunto, com retirada de corpo de prova, de acordo com a NBR 6118, para posterior rompimento aos 28 dias.

### **3.4.7 Ensaios de Compressão**

Deverão ser retirados corpos de prova para ensaio, aos 7 e 28 dias, para a verificação da resistência final (**fck**) especificada em projeto. Estes ensaios de resistência a compressão do concreto lançado deverão ser elaborados por laboratórios tecnológicos independentes e certificados pelo INMETRO, sendo entregues a fiscalização técnica.

### **3.4.8 Reaterro e Compactação**

Após a cura dos blocos, deve ser procedido o reaterro compactado da cava em camadas com altura máxima de 0,20m, com material isento de substâncias orgânicas, adequadamente umedecidas e perfeitamente adensadas por meio de soquetes manuais ou mecânicos, com o fim de evitar posteriores fendas, trincas e desníveis por recalque das camadas aterradas, até atingir a cota de nível do piso.

## **4 ESTRUTURA**

O projeto das estruturas para a Muralha Interna da Cadeia Pública de Porto Alegre – CPPA será executado conforme mostram as plantas de fôrmas do projeto estrutural com pilares e vigas de concreto armado moldados in loco.

### **4.1 Sistema de Fôrmas**





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

O sistema de fôrmas, que compreende as fôrmas, o escoramento, o cimbramento e os andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos, deve ser projetado e construído de modo a ter:

1. Resistência às ações a que possa ser submetido durante o processo de construção, considerando:
  - Ação de fatores ambientais;
  - Carga da estrutura auxiliar;
  - Cargas das partes da estrutura permanente a serem suportadas pela estrutura auxiliar até que o concreto atinja as características estabelecidas pelo projeto estrutural;
  - Efeitos dinâmicos acidentais produzidos pelo lançamento e adensamento do concreto, em especial o efeito do adensamento sobre o empuxo do concreto nas fôrmas;
2. Rigidez suficiente para assegurar que as tolerâncias especificadas para a estrutura no item 9.2.4 da NBR14931/2004 e nas especificações do projeto estrutural sejam satisfeitas e a integridade dos elementos estruturais não seja afetada.

O formato, a função, a aparência e a durabilidade de uma estrutura de concreto permanente não devem ser prejudicados devido a qualquer problema com as fôrmas, o escoramento ou sua remoção.

No plano de obra deve constar a descrição do método a ser seguido para construir e remover estruturas auxiliares, devendo ser especificados os requisitos para manuseio, ajuste, contraflecha intencional, desforma e remoção. A retirada de fôrmas e escoramentos deve ser executada de modo a respeitar o comportamento da estrutura em serviço. No caso de dúvidas quanto ao modo de funcionamento de uma estrutura específica, o engenheiro responsável pela execução da obra deve entrar em contato com o projetista estrutural. Esta retirada de fôrmas e escoramento deverá ser cuidadosamente estudada, tendo em vista o módulo de elasticidade do concreto ( $E_c$ ) no momento da desforma, e a maior probabilidade de grande deformação diferida no tempo, quando o concreto é solicitado com pouca idade.





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

As fôrmas das estruturas serão estanques para não haver vazamento da pasta de cimento.

A posição das fôrmas – prumo e nível – será verificada especialmente durante o processo de lançamento do concreto. Quando necessária, a correção será feita com emprego de cunhas, escoras, etc.

A aplicação do agente protetor de fôrmas será anterior à colocação das armaduras e precederá de 4 (quatro) horas no mínimo, ao lançamento do concreto, para evitar que o agente protetor tenha contato com a armadura. A precisão de colocação das fôrmas será de mais ou menos 5 mm. A estanqueidade das juntas será obtida com o emprego de calafetadores, como fitas adesivas tipo crepe ou outro dispositivo eficiente. Para obter superfícies lisas, os pregos serão rebatidos de modo a ficarem embutidos nas fôrmas, sendo o rebaixo calafetado como referido acima, ou dispositivo equivalente.

As fôrmas devem ser limpas antes da concretagem. Não serão reaproveitadas chapas que não estejam em perfeitas condições (lascas, rugas, etc.).

Deverá ser obedecido o recobrimento das armaduras especificado no Projeto Estrutural.

As fôrmas serão mantidas úmidas, desde o início do lançamento até o endurecimento do concreto, e protegidas da ação dos raios solares, com sacos, lonas ou filme opaco de poliuretano.

O nivelamento, o prumo, a estanqueidade das juntas, a precisão de execução e limpeza, deverão ser rigorosamente obedecidas para que a concretagem fique perfeitamente bem executada.

A desforma das peças concretadas deverá obedecer rigorosamente ao que segue:

Laterais de vigas e pilares: só poderão ser retiradas sete dias após a concretagem.

Fundo das vigas e o seu escoramento: poderão ser retirados 28 dias após a concretagem.

Lajes: manter 100% escorado até o décimo quinto dia da concretagem, após manter 60% do escoramento total até o vigésimo segundo dia da concretagem, após manter 20% do escoramento total até o vigésimo oitavo dia da concretagem, quando a estrutura poderá ter o seu escoramento retirado na totalidade.

## **4.2 Armaduras**





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

Deverão obedecer às bitolas definidas no Projeto Estrutural, atendendo a NBR 6118 e NBR 7480 e serão do tipo CA50 e CA60.

Devem ser deixadas esperas de ferro para amarração das alvenarias com a estrutura de concreto, onde for necessário.

É obrigatório o uso de espaçadores, preferencialmente plásticos, na confecção de toda a estrutura, garantido o recobrimento das armaduras, indicado no projeto estrutural.

#### **4.3 Concreto**

O concreto deverá ser dosado em central (usinado), de modo a garantir controle da qualidade do mesmo, e ter resistência característica à compressão (fck) mínima de 30 MPa. O traço do concreto deverá ser composto de forma a atingir a resistência indicada no projeto.

O concreto utilizado na estrutura deverá ser submetido aos ensaios de controle de aceitação, ensaio de consistência representado pelo ensaio de abatimento (slump test) e ensaio de resistência à compressão, com a moldagem dos corpos de prova para rompimento aos 7 e aos 28 dias para a aferição da resistência à compressão especificada no projeto.

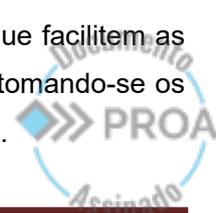
Deverá o executante obedecer criteriosamente às informações técnicas fornecidas e indicadas nas plantas do projeto estrutural.

O concreto utilizado na estrutura deverá ter as seguintes características:

- Resistência característica - fck > ou = 30 Mpa
- Relação água/cimento: a/c ≤ 0,55
- Módulo de Elasticidade na Desforma: Eci = 31 GPa
- Consumo mínimo de cimento >320 kg/m<sup>3</sup>

Durante a execução da obra, deverão ser seguidas as referências normativas da NBR 6118 e da NBR 14931.

O concreto quando fresco deverá oferecer condições tais de plasticidade que facilitem as operações de manuseio. Este deve ser adensado por meio de vibradores, tomando-se os cuidados necessários para que não ocorra vibração da armadura das peças.





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

Após a cura e endurecimento, o concreto deverá apresentar características de durabilidade, impermeabilidade, constância de volume e atingir a resistência mecânica definida no Projeto Estrutural.

Não devem ser observados nichos (vazios) de concretagem nos elementos após a desforma dos mesmos. A execução de qualquer parte da estrutura, quanto à sua resistência e estabilidade, implica total responsabilidade da contratada, que deverá apresentar a respectiva ART.

A estrutura deverá ser locada com rigor, responsabilizando-se a contratada por qualquer desvio de alinhamento, prumo ou nível. Correrá por conta da contratada a reexecução dos serviços julgados imperfeitos pelos fiscais da SOP. A estrutura de concreto somente será liberada após a desforma, a fim de que se comprove a boa qualidade da concretagem.

#### **4.4 Cura**

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.

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.

O endurecimento do concreto pode ser acelerado por meio de tratamento térmico ou pelo uso de aditivos que não contenham cloreto de cálcio em sua composição e devidamente controlado, não se dispensando as medidas de proteção contra a secagem.

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

No caso de utilização de água, esta deve ser potável ou satisfazer às exigências da ABNT NBR 12654.

#### **4.5 Retiradas das fôrmas e do escoramento.**





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

Fôrmas e escoramentos devem ser removidos de acordo com o plano de desforma previamente estabelecido e de maneira a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura.

Para efetuar sua remoção devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Peso próprio da estrutura ou da parte a ser suportada por um determinado elemento estrutural;
- Cargas devidas a fôrmas ainda não retiradas de outros elementos estruturais (pavimentos);
- Sobrecargas de execução, como movimentação de operários e material sobre o elemento estrutural;
- Sequência de retirada das fôrmas e escoramentos e a possível permanência de escoramentos localizados;
- Operações particulares e localizadas de retirada de fôrmas (como locais de difícil acesso);
- Condições ambientais a que será submetido o concreto após a retirada das fôrmas e as condições de cura;
- Possíveis exigências relativas a tratamentos superficiais posteriores.

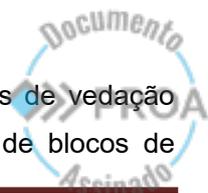
#### **4.6 Ensaios de Compressão**

Deverão ser retirados corpos de prova para ensaio, aos 7 e aos 28 dias, para a verificação da resistência final (**fck**) especificada em projeto. Estes ensaios de resistência a compressão do concreto lançado deverão ser elaborados por laboratórios tecnológicos independentes e certificados pelo INMETRO, sendo entregue a fiscalização técnica.

## **5 ALVENARIAS**

### **5.1 Alvenarias**

As alvenarias existentes na muralha interna foram consideradas elementos de vedação sem função estrutural. As alvenarias serão executadas com a utilização de blocos de





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

concreto vazados conforme especificado no projeto arquitetônico. A muralha interna terá duas alturas conforme mostrado nas plantas do projeto estrutural. O primeiro trecho de muralha com 12,30 m de comprimento terá altura igual a 6,65 m, neste trecho os vazios dos blocos serão preenchidos com graute até o nível intermediário (nível 484). No segundo trecho da muralha interna, com comprimento de 43,715 m, a altura da muralha será de 4,20 m. Neste trecho da muralha todos os blocos deverão ter os vazios preenchidos por graute.

O peso específico utilizado para a obtenção dos carregamentos devidos as alvenarias foi de 15,0 kN/m<sup>3</sup> para os blocos vazados sem graute e de 24,0 kN/m<sup>3</sup> para os blocos vazados preenchidos com graute.

Os blocos de concreto deverão apresentar as seguintes resistências características para este projeto:

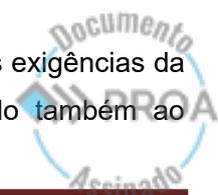
- Resistência característica do bloco de concreto -  $f_{bk} > 6,0$  Mpa
- Resistência característica da argamassa de assentamento -  $f_{ak} > 7,0$  Mpa
- Resistência característica do graute -  $f_{gk} > 25,0$  Mpa

## **6 OBSERVAÇÕES**

Todos os projetos necessários para complementar o Projeto Arquitetônico e Estrutural, que venham viabilizar a execução e que sejam executados pela EMPRESA CONTRATADA, deverão ser entregues no DEAPS/SSPS juntamente com as ARTs de todos os responsáveis técnicos para análise pelo setor competente e arquivamento no DEAPS/SSPS devidamente aprovados, antes do início da obra.

## **7 RECEBIMENTO DA ESTRUTURA DE CONCRETO**

A estrutura de concreto armado deve ser recebida desde que cumpridas as exigências da NBR 14931, verificadas no documento de “como construído”, atendendo também ao





GOVERNO DO ESTADO  
**RIO GRANDE DO SUL**  
SECRETARIA DE SISTEMAS  
PENAL E SOCIOEDUCATIVO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

estabelecido nas especificações de projeto e nas normas de projeto, em especial na NBR 6118.

Porto Alegre, 10 de setembro de 2024.

---

**Sergio Henrique Santa Rosa**  
Eng. Civil – CREA/RS 77.568-D – ID: 4632320  
DEAPS/SSPS





**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-Muralha Interna\_Memorial Estrutural\_R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:24





## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

### 1. APRESENTAÇÃO

Estas especificações referem-se aos serviços dos Projetos Estrutural e de Fundações, ART nº 13373084, a serem executados para a construção do Pavilhão de Trabalho na Cadeia Pública de Porto Alegre – CPPA, localizado na Rua André Lago Paris, CAP – CEP.: 91510-080, Vila João Pessoa, na cidade de Porto Alegre/RS.

Os projetos foram elaborados em conformidade com as recomendações da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, principalmente as normas:

NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 6120 – Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento.

NBR 6123 – Forças devidas ao Vento em edificações – Procedimento.

NBR 6122 – Projeto e execução de fundações.

NBR 9061 Segurança de Escavações a céu aberto – Procedimentos

NBR 12655 – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - Procedimento.

NBR 14931 – Execução de estruturas de concreto – Procedimento.

NBR 16868-1 – Alvenaria estrutural - Parte 1: Projeto.

NBR 16868-2 – Alvenaria estrutural - Parte 2: Execução e controle de obras.

NBR 16868-3 – Alvenaria estrutural - Parte 3: Métodos de ensaio.

#### 1.1 Autoria do Projeto

O Projeto é de autoria do Engº Sergio Henrique Santa Rosa, CREA/RS 077568/D, do Departamento de Engenharia e Arquitetura Penal e Socioeducativa - DEAPS, da Secretaria de Sistemas Penal e Socioeducativo – SSPS do RS.

O projeto estrutural foi executado com base no projeto arquitetônico de autoria da Arqª Samantha Terra, CAU/BR nº A549436.



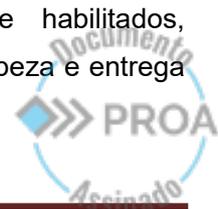


## 1.2 Alterações dos Projetos

Nenhuma alteração nos Projetos poderá ser realizada sem a autorização do DEAPS/SSPS. A Empresa só poderá fazer a alteração se esta for aprovada pelo setor de Projeto Estrutural do DEAPS/SSPS.

## 1.3 Responsabilidades da empresa

- Executar todos os serviços descritos empregando mão de obra qualificada e equipamentos para a boa execução da obra, respeitando as especificações e os desenhos dos projetos;
- Fornecer toda a mão de obra, material, maquinário, ferramentas e transportes necessários para que os serviços tenham um andamento compatível com o cronograma;
- Prestar toda a assistência técnica e administrativa para o andamento rápido e seguro da obra e serviços;
- Retirar imediatamente da obra qualquer material que for rejeitado em inspeção pela Fiscalização;
- Desfazer ou corrigir as obras e serviços rejeitados pela Fiscalização, dentro do prazo estabelecido, arcando com as despesas de material e de mão de obra envolvidos;
- Acatar prontamente as exigências e observações da Fiscalização, baseadas nas especificações, projeto e regras técnicas;
- Manter, no escritório da obra, uma cópia do projeto da estrutura de concreto armado para a consulta da Fiscalização;
- A obra somente iniciará após a entrega da ART/RRT de execução por parte da Contratada;
- A obra deverá ser executada por profissionais devidamente habilitados, abrangendo todos os serviços, desde a instalação da obra até a limpeza e entrega da estrutura, em perfeito e completo funcionamento;





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

- O profissional credenciado para dirigir os trabalhos por parte da Contratada deverá dar assistência a obra, devendo fazer-se presente em todas as etapas da construção e acompanhar as vistorias efetuadas pela Fiscalização, assim como realizar a compatibilização in loco, observar e prever eventuais problemas, sendo sempre recomendável que apresente a Fiscalização, os problemas constatados juntamente com as possíveis soluções;
- Todas as ordens de serviço ou comunicações da Fiscalização à Contratada, ou vice-versa, como alterações de materiais, adição ou supressão de serviços, serão transmitidas por escrito, e somente assim produzirão seus efeitos;
- Qualquer alteração ou inclusão de serviço, que venha acarretar custo para o contratante somente será aceito após apresentação de orçamento, e autorizada pela Fiscalização por meio escrito, sob pena de não aceitação em caso de desacordo;
- As áreas a serem trabalhadas e as áreas adjacentes, onde houver passagem de materiais e operários deverão ser protegidas contra possíveis impactos, poeira e respingos. Estas proteções deverão ser instaladas de modo a não deixar marcas ou lesões na superfície do material a ser protegido, não prejudicar a passagem de pessoal ou dificultar o uso das demais dependências do complexo prisional.

#### **1.4 Segurança do trabalho**

Todo e qualquer serviço realizado deverá obedecer às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NRs), aprovada pela Portaria 3214, de 08 de junho de 1978, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, em especial a NR-18 (condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção), NR-10 (instalações e serviços em eletricidade) e a NR-35 (trabalho em altura). A Fiscalização poderá paralisar a obra se a contratada não mantiver suas atividades dentro de padrões de segurança exigidos por lei.

Fica a Contratada responsável pelo fornecimento e manutenção do uso pelos operários de equipamentos de proteção individual estabelecidos em norma regulamentadora do Ministério do Trabalho, tais como: capacetes de segurança,



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

protetores faciais, óculos de segurança contra impactos, luvas e mangas de proteção, botas de borrachas, calçados de couro, cintos de segurança, máscaras, avental de raspa de couro e outros que se fizerem necessários.

## **2 SERVIÇOS INICIAIS**

### **2.1 Levantamento topográfico**

É responsabilidade do Executante a quantificação dos movimentos de terra (corte, aterro, explosão de rocha, bota-fora e/ou aquisição, se necessário). Os níveis marcados na Planta de Implantação deverão ser rigorosamente obedecidos.

### **2.2 Movimentos de terra**

#### **2.2.1 Preparo do terreno**

Serão efetuados, pelo Executante, todos os cortes, escavações e aterros necessários à obtenção dos níveis do terreno indicados no Projeto incluindo transporte, descarga e substituição dos materiais instáveis por outros.

#### **2.2.2 Cortes e escavações**

Os materiais escavados nos cortes poderão ser aproveitados nos aterros, em áreas de canteiros e passeios. Os volumes excedentes serão depositados em lugares determinados pela Fiscalização.

Corte em rocha com explosivos, quando for o caso, será conforme avaliação do Relatório de Sondagem. Será feita a remoção de 30 cm do material existente e reaterro com terra vegetal nas áreas destinadas a ajardinamento, indicada na Planta de Implantação.

#### **2.2.3 Reaterro das cavas de fundação**

Concluídas as fundações, as cavas serão reaterradas em camadas compactadas de 20 cm de espessura máxima, molhadas e apiloadas de modo a serem evitadas posteriores fendas, trincas e desníveis, por recalque, das camadas aterradas. Nestes reaterros não serão admitidos solos que contenham matéria orgânica.



### 3 FUNDAÇÕES EM ESTACAS ESCAVADAS COM O USO DE FLUIDO ESTABILIZANTE

#### 3.1 Fundações

O projeto foi elaborado com base na sondagem da empresa Solosul Sondagens, perfil de sondagem SP04 executado em julho de 2022, e na planta de cargas do projeto estrutural. Conforme indicado na prancha nº01 do projeto de fundações, arquivo **SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_FUN-001\_R00**, foi prevista a utilização de estacas escavadas com o uso de fluido estabilizante, diâmetro de 30 cm, escavadas até atingir a profundidade de 7,50 m concretados, comprimento estimado, ou o impenetrável. Caso se atinja material impenetrável antes dos 7,50 m concretados (comprimento estimado), deve-se consultar imediatamente o projetista para que seja analisada a situação e eventualmente indicada solução alternativa.

Os comprimentos previstos para as estacas deverão ser confirmados “*in loco*” pelo engenheiro responsável pela execução das mesmas, após a execução das estacas-provas que deverão ser escolhidas previamente.

O projeto das estacas escavadas considerou a contribuição da resistência de ponta na determinação da carga admissível.

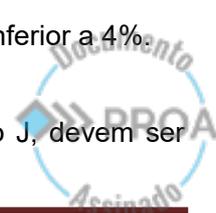
Para a verificação do ELU, considerou-se  $P_{adm} = (R_p + R_i) / 2$ , com  $R_p$  igual ao valor calculado da resistência de ponta.

O executor deve, antes da execução, assegurar que serão cumpridos os procedimentos executivos mínimos, especificados no anexo J, item J.3.3.

O concreto utilizado nas estacas deverá ter as seguintes características:

- Resistência característica – **C30** -  $f_{ck} > \text{ou} = 30 \text{ MPa}$
- Relação água/cimento:  $a/c \leq 0,6$
- Consumo mínimo de cimento  $> 400 \text{ kg/m}^3$
- Diâmetro de agregados de 9,5mm a 25mm e teor de exsudação inferior a 4%
- Abatimento entre 220mm e 260mm S220

As recomendações da NBR6122 referentes à execução e controle, Anexo J, devem ser obedecidas.





### 3.2 Locação das Estacas Escavadas

A locação das estacas escavadas deverá obedecer à planta de Locação e Cargas dos Pilares, planta **SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_FUNPEN\_EST-001\_R00**, constante do projeto estrutural.

A locação das estacas deverá ser feita cuidadosamente por meio de instrumentos apropriados (teodolito, trena, etc). Tanto a marcação dos eixos quanto o nivelamento do gabarito deverá ser executado por pessoal habilitado, com conhecimento e prática em serviços desta natureza, capaz de fazer um perfeito trabalho. Quando da cravação das estacas, verificar o prumo, alinhamento e profundidade anotando em planilha específica. Este serviço deverá ser acompanhado de perto pelo engenheiro residente e pelo mestre de obras e fiscalizado por fiscal da Secretaria de Obras Públicas (SOP/RS).

### 3.3 Concreto dos Blocos

O concreto utilizado nos blocos deverá ter as seguintes características:

- Resistência característica -  $f_{ck} > \text{ou} = 30 \text{ MPa}$
- Relação água/cimento:  $a/c \leq 0,55$
- Módulo de Elasticidade na Desforma:  $E_{ci} = 31 \text{ GPa}$
- Consumo mínimo de cimento  $>320 \text{ kg/m}^3$

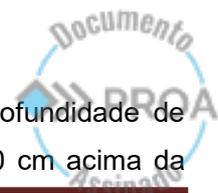
As armaduras serão de aço CA-60B (diâmetro 5.0mm) e CA-50A (diâmetros 6.3mm, 8mm, 10 mm, 12.5mm, 16mm e 20mm).

### 3.4 Mobilização/Desmobilização de Equipamento e Equipe

Todos os serviços de mobilização / desmobilização de equipamentos são de responsabilidade e custos exclusivos da CONTRATADA, o mesmo acontecendo quanto a alojamento e alimentação da equipe de trabalho. Eventuais custos de manutenção, energia, combustível e água serão também de ônus exclusivos da CONTRATADA.

#### 3.4.1 Escavação das cavas

Para escavação em solo, caso se utilize equipamentos mecânicos, a profundidade de escavação com esses equipamentos deve ser paralisada a no mínimo 30 cm acima da





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

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.

Para as escavações dos blocos e vigas de baldrames, deverá se considerar 30 cm de abertura lateral de cada lado para cálculo de volume de abertura. As cavas para fundações e outras partes da obra, previstas abaixo do nível do terreno, serão executadas de acordo com as indicações constantes do projeto de fundações, demais projetos da obra e com a natureza do terreno encontrado e volume de trabalho executado.

Se forem encontrados materiais estranhos às constituições normais do terreno, deverão ser removidos sem ônus adicional ao preço das escavações, salvo casos excepcionais a critério da Fiscalização.

**3.4.2 Regularização e apiloamento de fundo de vala**

Após a escavação, o fundo da escavação dos blocos e das valas das vigas deverá ser regularizado, de acordo com a profundidade constante no projeto de estrutura/arquitetura, para posterior apiloamento do fundo de vala, corrigindo-se possíveis falhas.

Na execução, as escavações deverão ser abundantemente molhadas com a finalidade de localizar possíveis elementos estranhos (raízes de árvores, formigueiros, etc.) não aflorados, que serão acusados por percolação de água; após o que deverá ser fortemente apiloado com maço de 10 kg ou compactador CM-20.

**3.4.3 Lastro de Concreto Magro**

Após a inspeção do fundo das escavações dos blocos e das vigas de baldrame, deverá ser executado um lastro de concreto magro de 5 cm de espessura, com traço 1:3:5, cimento, areia e brita – relação água/cimento igual a 0,6.





#### **3.4.4 Formas para os blocos**

Não será permitido a concretagem de elementos de fundação sem fôrmas, sob pena de demolição e não aceitação dos serviços. As fôrmas dos blocos deverão ser em chapa compensada resinada 14 mm, obedecendo às especificações a seguir:

- O cimbramento deverá ser feito com sarrafos 2,5 cm x 5 cm, de forma que não haja desalinhamento e deformação das formas durante a concretagem.
- A emenda da forma deverá estar perfeitamente alinhada e bem fechada, de modo a não haver escoamento do concreto durante a concretagem.
- Os cantos deverão estar perfeitamente travados;
- Após a concretagem as formas deverão ser desmontadas e limpas para aproveitamento futuro.

#### **3.4.5 Armaduras**

A armadura deverá estar convenientemente limpa, isenta de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando-se as escamas eventualmente destacadas por oxidação. As armaduras deverão ser executadas mantendo os afastamentos exigidos por Norma, de forma a não sofrer ações de umidade oriunda do terreno. As armaduras deverão ser acondicionadas, de maneira a não sofrer agressões de intempéries, colocadas às formas com uso de espaçadores de plástico ou cimento, conforme espaçamento de projeto.

A armadura deverá estar muito bem posicionada para que o recobrimento mínimo da armadura seja obedecido, conforme a NBR 6118. As emendas de armadura, quando necessárias, também deverão ser executadas segundo especificações da NBR 6118;

#### **3.4.6 Concretagem**

Os blocos deverão ser moldados “in loco” com concreto usinado, com controle de qualidade, e recobrimento de armadura conforme projeto estrutural.

Os blocos de fundação deverão ser executados sobre um lastro de concreto magro, com 5 cm de espessura. O concreto deverá ser lançado nas formas de acordo com cada situação, com utilização de vibradores de imersão de 35 a 38 mm, evitando a segregação do mesmo.



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

A resistência característica do concreto aos 28 dias deverá ser conforme especificado no projeto estrutural,  $f_{ck} = 30,0$  MPa, com consumo mínimo de  $320 \text{ kg/m}^3$ , fator  $a/c < \text{ou} = 0,55$ . O concreto deverá ser bem vibrado, para que seja evitado o aparecimento de bicheiras ou segregações. Dever-se-á evitar que o vibrador encoste-se à forma e as armaduras; as concretagens só poderão ser executadas mediante conferência e aprovação das armaduras pelo engenheiro residente de obra, sob pena de demolição da estrutura e não aceitação dos serviços. Todos os serviços de concretagens deverão obedecer às normas brasileiras pertinentes ao assunto, com retirada de corpo de prova, de acordo com a NBR 6118, para posterior rompimento aos 28 dias.

### **3.4.7 Ensaios de Compressão**

Deverão ser retirados corpos de prova para ensaio, aos 7 e 28 dias, para a verificação da resistência final (**fck**) especificada em projeto. Estes ensaios de resistência a compressão do concreto lançado deverão ser elaborados por laboratórios tecnológicos independentes e certificados pelo INMETRO, sendo entregues a fiscalização técnica.

### **3.4.8 Reaterro e Compactação**

Após a cura dos blocos, deve ser procedido o reaterro compactado da cava em camadas com altura máxima de 0,20m, com material isento de substâncias orgânicas, adequadamente umedecidas e perfeitamente adensadas por meio de soquetes manuais ou mecânicos, com o fim de evitar posteriores fendas, trincas e desníveis por recalque das camadas aterradas, até atingir a cota de nível do piso.

## **4 ESTRUTURA**

O projeto das estruturas para o prédio do Pavilhão de Trabalho anexo a Cadeia Pública de Porto Alegre – CPPA será executado conforme mostram as plantas de fôrmas do projeto estrutural com pilares, vigas, lajes e contrapiso de concreto armado moldados in loco.





#### 4.1 Contrapiso Armado

Após cortar, nivelar e compactar o solo natural, colocar camada de brita graduada e areia regular com espessura de 10 cm compactada com grau de compactação mínimo GC > 95% do proctor modificado. Entre a camada da sub-base e o concreto da laje colocar uma lona de polietileno com espessura 0,2 mm. O Concreto utilizado no contrapiso deverá ter as seguintes características:

- Resistência característica - fck > ou = 30 Mpa
- Relação água/cimento: a/c ≤ 0,55
- Módulo de Elasticidade na Desforma: Eci = 31 GPa
- Consumo mínimo de cimento >320 kg/m<sup>3</sup>

O contrapiso de Concreto na área de produção e armazenamento terá espessura de 16 cm de altura e será armado com telas soldadas. A armadura inferior será com tela soldada Q196 (φ5 C/10) e a armadura superior utilizará a tela soldada Q159 (φ4.5 C/10) conforme detalhe geral na planta de *Fôrmas e Armaduras dos Contrapisos*. O contrapiso da área de controle e banheiros, terá espessura de 12 cm armado com tela soldada Q92 (φ4.2 C/15) conforme detalhe geral.

#### 4.2 Sistema de Fôrmas

O sistema de fôrmas, que compreende as fôrmas, o escoramento, o cimbramento e os andaimes, incluindo seus apoios, bem como as uniões entre os diversos elementos, deve ser projetado e construído de modo a ter:

1. Resistência às ações a que possa ser submetido durante o processo de construção, considerando:
  - Ação de fatores ambientais;
  - Carga da estrutura auxiliar;
  - Cargas das partes da estrutura permanente a serem suportadas pela estrutura auxiliar até que o concreto atinja as características estabelecidas pelo projeto estrutural;





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

- Efeitos dinâmicos acidentais produzidos pelo lançamento e adensamento do concreto, em especial o efeito do adensamento sobre o empuxo do concreto nas fôrmas;
- 2. Rigidez suficiente para assegurar que as tolerâncias especificadas para a estrutura no item 9.2.4 da NBR14931/2004 e nas especificações do projeto estrutural sejam satisfeitas e a integridade dos elementos estruturais não seja afetada.

O formato, a função, a aparência e a durabilidade de uma estrutura de concreto permanente não devem ser prejudicados devido a qualquer problema com as fôrmas, o escoramento ou sua remoção.

No plano de obra deve constar a descrição do método a ser seguido para construir e remover estruturas auxiliares, devendo ser especificados os requisitos para manuseio, ajuste, contraflecha intencional, desforma e remoção. A retirada de fôrmas e escoramentos deve ser executada de modo a respeitar o comportamento da estrutura em serviço. No caso de dúvidas quanto ao modo de funcionamento de uma estrutura específica, o engenheiro responsável pela execução da obra deve entrar em contato com o projetista estrutural. Esta retirada de fôrmas e escoramento deverá ser cuidadosamente estudada, tendo em vista o módulo de elasticidade do concreto ( $E_c$ ) no momento da desforma, e a maior probabilidade de grande deformação diferida no tempo, quando o concreto é solicitado com pouca idade.

As fôrmas das estruturas serão estanques para não haver vazamento da pasta de cimento.

A posição das fôrmas – prumo e nível – será verificada especialmente durante o processo de lançamento do concreto. Quando necessária, a correção será feita com emprego de cunhas, escoras, etc.

A aplicação do agente protetor de fôrmas será anterior à colocação das armaduras e precederá de 4 (quatro) horas no mínimo, ao lançamento do concreto, para evitar que o agente protetor tenha contato com a armadura. A precisão de colocação das fôrmas será de mais ou menos 5 mm. A estanqueidade das juntas será obtida com o emprego de calafetadores, como fitas adesivas tipo crepe ou outro dispositivo eficiente. Para obter



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

superfícies lisas, os pregos serão rebatidos de modo a ficarem embutidos nas fôrmas, sendo o rebaixo calafetado como referido acima, ou dispositivo equivalente.

As fôrmas devem ser limpas antes da concretagem. Não serão reaproveitadas chapas que não estejam em perfeitas condições (lascas, rugas, etc.).

Deverá ser obedecido o recobrimento das armaduras especificado no Projeto Estrutural.

As fôrmas serão mantidas úmidas, desde o início do lançamento até o endurecimento do concreto, e protegidas da ação dos raios solares, com sacos, lonas ou filme opaco de poliuretano.

O nivelamento, o prumo, a estanqueidade das juntas, a precisão de execução e limpeza, deverão ser rigorosamente obedecidas para que a concretagem fique perfeitamente bem executada.

A desforma das peças concretadas deverá obedecer rigorosamente ao que segue:

Laterais de vigas e pilares: só poderão ser retiradas sete dias após a concretagem.

Fundo das vigas e o seu escoramento: poderão ser retirados 28 dias após a concretagem.

Lajes: manter 100% escorado até o décimo quinto dia da concretagem, após manter 60% do escoramento total até o vigésimo segundo dia da concretagem, após manter 20% do escoramento total até o vigésimo oitavo dia da concretagem, quando a estrutura poderá ter o seu escoramento retirado na totalidade.

#### **4.3 Armaduras**

Deverão obedecer às bitolas definidas no Projeto Estrutural, atendendo a NBR 6118 e NBR 7480 e serão do tipo CA50 e CA60.

Devem ser deixadas esperas de ferro para amarração das alvenarias com a estrutura de concreto, onde for necessário.

É obrigatório o uso de espaçadores, preferencialmente plásticos, na confecção de toda a estrutura, garantido o recobrimento das armaduras, indicado no projeto estrutural.

#### **4.4 Concreto**

O concreto deverá ser dosado em central (usinado), de modo a garantir controle da qualidade do mesmo, e ter resistência característica à compressão (fck) mínima de 30



**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

MPa. O traço do concreto deverá ser composto de forma a atingir a resistência indicada no projeto.

O concreto utilizado na estrutura deverá ser submetido aos ensaios de controle de aceitação, ensaio de consistência representado pelo ensaio de abatimento (slump test) e ensaio de resistência à compressão, com a moldagem dos corpos de prova para rompimento aos 7 e aos 28 dias para a aferição da resistência à compressão especificada no projeto.

Deverá o executante obedecer criteriosamente às informações técnicas fornecidas e indicadas nas plantas do projeto estrutural.

O concreto utilizado na estrutura deverá ter as seguintes características:

- Resistência característica -  $f_{ck} > \text{ou} = 30 \text{ Mpa}$
- Relação água/cimento:  $a/c \leq 0,55$
- Módulo de Elasticidade na Desforma:  $E_{ci} = 31 \text{ GPa}$
- Consumo mínimo de cimento  $>320 \text{ kg/m}^3$

Durante a execução da obra, deverão ser seguidas as referências normativas da NBR 6118 e da NBR 14931.

O concreto quando fresco deverá oferecer condições tais de plasticidade que facilitem as operações de manuseio. Este deve ser adensado por meio de vibradores, tomando-se os cuidados necessários para que não ocorra vibração da armadura das peças.

Após a cura e endurecimento, o concreto deverá apresentar características de durabilidade, impermeabilidade, constância de volume e atingir a resistência mecânica definida no Projeto Estrutural.

Não devem ser observados nichos (vazios) de concretagem nos elementos após a desforma dos mesmos. A execução de qualquer parte da estrutura, quanto à sua resistência e estabilidade, implica total responsabilidade da contratada, que deverá apresentar a respectiva ART.

A estrutura deverá ser locada com rigor, responsabilizando-se a contratada por qualquer desvio de alinhamento, prumo ou nível. Correrá por conta da contratada a reexecução dos serviços julgados imperfeitos pelos fiscais da SOP. A estrutura de concreto somente será liberada após a desforma, a fim de que se comprove a boa qualidade da concretagem.



#### 4.5 Cura

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.

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.

O endurecimento do concreto pode ser acelerado por meio de tratamento térmico ou pelo uso de aditivos que não contenham cloreto de cálcio em sua composição e devidamente controlado, não se dispensando as medidas de proteção contra a secagem.

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

No caso de utilização de água, esta deve ser potável ou satisfazer às exigências da ABNT NBR 12654.

#### 4.6 Retiradas das fôrmas e do escoramento.

Fôrmas e escoramentos devem ser removidos de acordo com o plano de desforma previamente estabelecido e de maneira a não comprometer a segurança e o desempenho em serviço da estrutura.

Para efetuar sua remoção devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Peso próprio da estrutura ou da parte a ser suportada por um determinado elemento estrutural;
- Cargas devidas a fôrmas ainda não retiradas de outros elementos estruturais (pavimentos);
- Sobrecargas de execução, como movimentação de operários e material sobre o elemento estrutural;





**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA PENAL E SOCIOEDUCATIVA**

- Sequência de retirada das fôrmas e escoramentos e a possível permanência de escoramentos localizados;
- Operações particulares e localizadas de retirada de fôrmas (como locais de difícil acesso);
- Condições ambientais a que será submetido o concreto após a retirada das fôrmas e as condições de cura;
- Possíveis exigências relativas a tratamentos superficiais posteriores.

#### **4.7 Ensaios de Compressão**

Deverão ser retirados corpos de prova para ensaio, aos 7 e aos 28 dias, para a verificação da resistência final (**fck**) especificada em projeto. Estes ensaios de resistência a compressão do concreto lançado deverão ser elaborados por laboratórios tecnológicos independentes e certificados pelo INMETRO, sendo entregue a fiscalização técnica.

## **5 ALVENARIAS**

### **5.1 Alvenarias**

As alvenarias existentes na edificação foram consideradas elementos de vedação sem função estrutural. As alvenarias serão executadas com a utilização de blocos de concreto vazados conforme especificado no projeto arquitetônico.

O peso específico utilizado para a obtenção dos carregamentos devidos as alvenarias foi de 15,0 kN/m<sup>3</sup>.

A capacidade de suporte da alvenaria considerada neste projeto:

Resistencia do Bloco de Concreto vazados: 6,0 MPa.





## 6 SOBRECARGAS NAS LAJES

### 6.1 Sobrecargas nas lajes do Contrapiso (Térreo)

A sobrecarga prevista para o contrapiso do pavimento térreo foi de revestimento + carga variável = 5,00 kN/m<sup>2</sup>.

### 6.2 Sobrecargas nas lajes do forro

Nas lajes da cobertura foi considerada uma sobrecarga de reboco inferior + carga variável + telhado = 2,00 kN/m<sup>2</sup>.

## 7 OBSERVAÇÕES

Todos os projetos necessários para complementar o Projeto Arquitetônico e Estrutural, que venham viabilizar a execução e que sejam executados pela EMPRESA CONTRATADA, deverão ser entregues no DEAPS/SSPS juntamente com as ARTs de todos os responsáveis técnicos para análise pelo setor competente e arquivamento no DEAPS/SSPS devidamente aprovados, antes do início da obra.

## 8 RECEBIMENTO DA ESTRUTURA DE CONCRETO

A estrutura de concreto armado deve ser recebida desde que cumpridas as exigências da NBR 14931, verificadas no documento de “como construído”, atendendo também ao estabelecido nas especificações de projeto e nas normas de projeto, em especial na NBR 6118.

Porto Alegre, 10 de setembro de 2024.

---

**Sergio Henrique Santa Rosa**  
Eng. Civil – CREA/RS 77.568-D – ID: 4632320  
DEAPS/SSPS





24060200014603

**Nome do documento:** SSPS\_CPPA-PAVTRABALHO\_Memorial Estrutural\_R00.pdf

<b>Documento assinado por</b>	<b>Órgão/Grupo/Matrícula</b>	<b>Data</b>
Sergio Henrique Santa Rosa	SSPS / DEAPS / 4632320	26/03/2025 16:55:24

