



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

MEMORIAL DESCRITIVO (ANEXO MEMORIAL DESCRITIVO ARQUITETÔNICO)

02 – PROJETO ESTRUTURAL MURO CONCRETO ARMADO PRÉ-FABRICADO

SOP-EEEM CAPÃO NOVO-EST-MURO

Escola: EEEM CAPÃO NOVO
Endereço: Rua Bem-te-vi, nº 1400 – Capão Novo
Município: Capão da Canoa/RS.
CROP:
Processo PROA:
Processo SGO:

Área de intervenção: 117,88 m



Página 1 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS
SUMÁRIO

6. PROJETOS DE ESTRUTURAS	03
6.1 ESTRUTURAS COCRETO ARMADO	03
6.1.1 PARÂMETROS DE PROJETO	03
6.1.2 MATERIAIS	06
6.1.2 PARAMETROS DE DIMENSIONAMENTO	07
6.1.2 AÇÕES E COMBINAÇÕES	08
6.1.2 MODELO ESTRUTURAL	09
6.1.2 ESTABILIDADE GLOBAL	10
6.1.2 COPORTAMENTO EM SERVIÇO ELS	12
6.1.2 PARAMETROS QUALITATIVOS	14
6.1.2 QUANTITATIVO DOS MATERIAIS POR ELEMENTOS	14

APRESENTAÇÃO

O presente Memorial Descritivo é parte integrante do Projeto Modelo de Quadra Completa para contratação de empresa para execução de projeto executivo com as especificar de materiais, métodos, finalidades específicas, critérios, condições e procedimentos técnicos. Execução em locais não definidos.

OBJETO

O presente projeto propõe-se a construção de muro de concreto armado pré-fabricado tipo gradil no alinhamento com a Rua das Petúncias e tipo painel fechado nas divisas. Projeto completo de suas estruturas de concreto armado e fundações profundas com blocos e estacas de concreto armado.

DISPOSIÇÕES GERAIS

Todas as obras e serviços deverão ser executados rigorosamente em conformidade com os projetos fornecidos, com os demais projetos complementares e outros projetos e/ou detalhes a serem elaborados e/ou modificados pela SOP-DPE, com as prescrições contidas no presente memorial e demais memoriais específicos de projetos fornecido se/ou a serem elaborados, com as normas técnicas da ABNT, outras normas abaixo citadas em cada caso particular ou suas sucessoras e Legislações Federal, Estadual, Municipal, vigentes e pertinentes.

Todos os materiais e serviços a serem empregados deverão satisfazer as exigências da ABNT. Junto à obra deverá ficar uma via deste Memorial Descritivo, e dos projetos devidamente aprovados pela fiscalização da obra, acompanhados pelas Anotações de Responsabilidade Técnica (ART e/ou RRT) responsável pelo projeto e pela execução da obra.





25190000070171



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

6. PROJETOS DE ESTRUTURAS

NORMAS UTILIZADAS:

Os presentes projetos seguiram as recomendações das normas a seguir:

- NBR 6118 – Projeto de Estruturas de Concreto–Procedimento;
- NBR 6120 – Cargas Para o Cálculo de Estruturas de Edificações;
- NBR 7211 – Agregados para Concreto–Especificação;
- NBR 7215 – Resistência a Compressão do Cimento Portland;
- NBR 8681 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR 7480 – Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado;
- NBR 7212 – Concreto Dosado em Central – Preparo Fornecimento e Controle;
- NBR 12655/2015 – Controle Tecnológico do Concreto;
- NBR 8800/08 - Projeto e execução de estruturas de aço de edifícios;
- NBR 6122/86 - Projeto e execução de Fundações;
- NBR 6123/23 - Forças devidas ao Vento em Edificações;
- NBR 7486 - Aço Destinado a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado;
- NBR 14611/ - Dimensionamento de Estruturas de Aço Construídos por Perfis Formados a Frio;
- NBR 14611/ - Desenhos Técnicos Representações Simplificada em Estruturas Metálicas;
- NBR 15696/ - Fôrmas e escoramentos para estruturas de concreto - Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos;
- NBR 11851:1991 - Chapas de aço acalmado, de alta resistência mecânica, com requisitos de tenacidade, para estruturas soldadas – Especificação;

6.1. ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

6.1.1 PARÂMETROS DE PROJETO

- Projeto, dimensionamento e procedimentos executivos.

Conforme NBR 6118/2014, foi considerada para efeitos de cálculo do projeto estrutural em concreto armado a **classe de agressividade ambiental III**. A estrutura será executada em concreto armado classe C30 ($f_{ck}=30\text{MPa}$), aço CA-50 e CA-60 e fôrmas apropriadas metálicas e de madeira, executadas rigorosamente conforme projeto básico estrutural.

O sistema estrutural utilizado para o cálculo dos esforços solicitantes nas estruturas, foi cálculo por pórtico espacial. O software de dimensionamento e detalhamento estrutural utilizado como ferramenta produtiva foi o TQS Versão 23 da TQS informática Ltda.



Página 3 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

O construtor deverá obedecer às NORMAS vigentes pertinentes à execução (cura, escoramentos, apoios, traspasse de emendas da armadura, raios dos pinos para dobras e ganchos, fator água / cimento etc.).

A qualidade dos materiais como concreto, aço e madeira deverão ser inspecionados e acompanhados no seu preparo para uso na obra, por profissional legalmente habilitado junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia – CREA-RS.

- O concreto armado resulta da introdução do ferro na massa do concreto, de modo a conseguir que cada um destes materiais desempenhe as funções que o cálculo lhe atribui. A mistura é feita a seco, juntando-se depois água em quantidade suficiente (a relação ou o fator água cimento é de capital importância na resistência dos concretos).

- A concretagem seguirá um planejamento prévio para transporte, lançamento e adensamento.

- O concreto utilizado nas estruturas deve ser usinado com controle dos materiais, granulometria, umidade, taxa água cimento e slump de acordo com NBR 7212. Controle tecnológico conforme NBR 12.655/2012.

- As peças devem estar totalmente concluídas, acabadas conforme projeto para lançamento do concreto.

- A colocação do concreto é feita em camadas horizontais, uma após outra, com a presteza necessária, para que se ligue intimamente, sendo fortemente comprimido ou vibrado, enquanto estiver fresco.

- A imersão do concreto deve ser feita com o máximo cuidado, para evitar a diluição ou deslavamento.

- Não se deve empregar qualquer camada antes de ser varrida e extraída a borra depositada sobre a camada anterior. Cada camada é sempre assentada em condições de fazer liga com a anterior e, se esta estiver solidificada, deve ser primeiramente picada, varrida e umedecida antes de receber a nova camada de concreto.

- Qualquer construção sobre o concreto, só deve começar depois de verificada sua solidificação.

- Os diversos aglomerados devem ser cuidadosamente medidos ou pesados e perfeitamente misturados, na dosagem indicada, de modo a oferecer massa plástica e homogênea, de cor uniforme, que se adaptem às fôrmas, sem ocasionar a separação entre os elementos.

- Quando a mistura for feita à mão, deve ser sobre o estrado de madeira ou equivalente, de modo a evitar a agregação de qualquer material estranho.

- Quando forem usadas betoneiras ou misturadores mecânicos, a massa só é considerada em boas condições após certo número de revoluções, até que a consistência seja adequada.

- A colocação nas fôrmas é feita com cuidados necessários, para não deformar, deslocar a armadura ou danificar as fôrmas.

- No caso de suspensão do serviço, que só se faz nas partes menos fatigadas da construção, são deixadas, antes da pega, amarrações convenientes, com superfícies rugosas para a continuação do trabalho, aplicando-se produtos a base de epóxi para perfeita junção entre o concreto antigo e o novo.

- Quando for transportado por gravidade, é indispensável, que seja novamente misturado à mão, antes de ser aplicado.

- Cuidados necessários devem ser tomados, para que a massa se mantenha úmida, no mínimo, durante os sete primeiros dias.

○ **Armaduras:**

- O ferro para armadura, antes de ser empregado deve ser limpo retirando-se as crostas de

Página 4 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS





25190000070171



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

barro, manchas de óleo, graxas etc.

- As armaduras devem ocupar exatamente a posição que o cálculo determinar, sendo para tal, fortemente amarrado com arame.

- Não se dobram bruscamente, sendo recusados os vergalhões que apresentarem ângulos vivos.

- Não é permitida emenda de vergalhões nas secções de tensão ou tração máxima.

- Os ferros utilizados nas armaduras serão CA-50 ou CA-60 conforme projeto estrutural.

○ **Fôrmas e escoramentos:**

As fôrmas deverão ser executadas de modo que as suas dimensões internas sejam exatamente iguais as das estruturas de concreto armado que nelas se vão fundir.

Deverão ser estanques, para que não permitam perda de material;





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

As diversas fôrmas e escoramentos deverão ser construídos de modo a oferecer a necessária resistência à carga do concreto armado e as sobrecargas eventuais, durante o período da construção.

O fundo da cava deve estar perfeitamente nivelado e ser inicialmente apiloado e compactado e após deverá receber uma camada de brita ou concreto magro de 5 cm, para após receber as fundações da obra.

○ **Retirada das fôrmas e escoramentos:**

A retirada das fôrmas e escoramentos, deve ser executada sem choques, pôr meio de esforços puramente estáticos e somente depois que o concreto tenha adquirido resistência para suportar, sem inconvenientes, os esforços aos quais é submetido.

Fixam-se os seguintes períodos para retirada das fôrmas e escoramentos:

- _3 dias completos, para as tábuas laterais das colunas, pilares e vigas;
- _8 dias completos para as lajes;
- _28 dias completos, para as escoras das vigas e lajes de grandes vãos.

Uma vez retirada os seus lugares, as escoras não devem ser repostas.

Não é permitida a colocação de cargas sobre as peças recentemente concretadas.

O escoramento não deve transmitir as cargas diretamente ao terreno e sim por intermédio de um pranchão ou tábuas de boas condições e devem ser mantidas em posições convenientes.

As fôrmas, para as peças de grandes vãos devem ter contra flecha tal que, depois de sua retirada, tomem as peças, a posição projetada.

○ **Especificações da superestrutura:**

● **Resistência do concreto aos 28 dias:**

- **Vigas:** 25 MPa
- **Pilares:** 25 MPa
- **Lajes:** 25 MPa

● **Classe de agressividade do ambiente: II-Moderado (Urbano)**

- **Vigas:** 3,5 centímetros
- **Pilares:** 3,0 centímetros
- **Lajes:** 2,5 centímetros

● **Tipos de lajes utilizadas:**

- **Maciças**

● **Fundações:**

- **Vigas:** 30 MPa
- **Pilares:** 30MPa
- **Blocos:** 30 MPa
- **Estacas:** 30 MPa

6.2 MATERIAIS

6.2.1 Concreto

A seguir são apresentados os valores de fck utilizados para cada um dos elementos estruturais, para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Lajes (MPa)	Vigas (MPa)	Fundações (MPa)
Térreo	30	30	30
Fundacao	30	30	30





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Piso	Pavimento	fck do pilar (MPa)
1	Térreo	30
0	Fundacao	30

6.2.2 Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

	AlfaE	Ecs (MPa)	Eci(MPa)	Gc(MPa)
C0	1	0	0	0
C30	1	26838	30672	11183

6.2.3 Aço de armadura passiva

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	Es (MPa)	fyk (MPa)	Massa específica (kgf/m³)	n1
CA-25	210000	250	7850	1,00
CA-50	210000	500	7850	2,25
CA-60	210000	600	7850	1,40

6.3.4 Aço de armadura ativa

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

Tipo de barra	Ep (MPa)	fpyk (MPa)	fptk (MPa)	Massa específica (kgf/m³)	n1
CP190-12,7	200000	1750	1900	7850	1,0

6.4 PARÂMETRO DE DURABILIDADE

6.4.1 Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: **III - Forte**.

6.4.2 Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente.

A seguir são apresentados os valores de cobrimento utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

Elemento Estrutural	Cobrimento (cm)
Lajes convencionais (superior / inferior)	4 / 4
Lajes protendidas (superior / inferior)	4.5 / 4.5
Vigas	4,0
Pilares	4,0
Fundações	4,0

6.4.3 Cobrimentos diferenciados por pavimentos

A seguir são apresentados os valores de cobrimentos diferenciados utilizados nos pavimentos. Caso os valores apresentados sejam zero (0), o valor geral foi utilizado:

Pavimento	Vigas (cm)	Laje Inf. (cm)	Laje Sup. (cm)	Laje Prot. Inf. (cm)	Laje Prot. Sup. (cm)
Térreo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fundacao	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

6.3 AÇÕES E COMBINAÇÕES

6.3.1 Carga vertical

A seguir são apresentadas as cargas médias utilizadas em cada um dos pavimentos para o dimensionamento da estrutura.

A carga média de um pavimento é a razão entre as todas as cargas verticais características (peso próprio, permanentes ou acidentais) pela área total estimada do pavimento.

Pavimento	Peso Próprio (tf/m ²)	Permanente (tf/m ²)	Acidental (tf/m ²)
Térreo	0,64	0,57	0,00
Fundacao	0,00	0,00	0,00

As cargas apresentadas foram obtidas do modelo dos pavimentos e não apresentam o peso próprio dos pilares.

6.3.2 Vento

A seguir são apresentados os fatores de cálculo utilizados para definição das ações de vento incidentes sobre a estrutura.

- Velocidade básica: 45 m/s;
- Fator topográfico (S1): 1,0;
- Categoria de rugosidade (S2): I - Superfícies lisas de grandes dimensões, com mais de 5km de extensão;
- A - Maior dimensão horizontal ou vertical < 20,0 m;
- Fator estatístico (S3): 1,10 - Edificações onde se exige maior segurança. Hospitais, quartéis, forças de segurança, comunicação, etc.

Na tabela que se segue são apresentados os valores de coeficiente de arrasto, área de projeção do edifício e pressão calculada com os fatores apresentados anteriormente:

Caso	Ângulo (°):	Coef. arrasto	Área (m ²):	Pressão (tf/m ²):
5	90	1,00	0,0	0,000
6	270	1,00	0,0	0,000
7	0	1,00	0,0	0,000
8	180	1,00	0,0	0,000

6.3.3 Desaprumo global

Nenhum caso de desaprumo global foi considerado na análise estrutural do edifício.

6.3.4 Empuxo

Nenhum caso de empuxo foi considerado na análise estrutural do edifício.

6.3.5 Incêndio

TRRF: 120,0

6.3.6 Cargas adicionais

Nenhum caso adicional foi considerado na análise estrutural do edifício.

6.3.7 Carregamentos nos pavimentos

Outros carregamentos considerados nos modelos dos pavimentos são apresentados a seguir:

Pavimento	Temperatura	Retração	Protensão	Dinâmica
Térreo	Não	Não	Não	Não
Fundacao	Não	Não	Não	Não

6.3.8 Resumo de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Tipo	Descrição	N. Combinações
ELU1	Verificações de estado limite último - Vigas e lajes	20
ELU2	Verificações de estado limite último - Pilares e fundações	20



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

FOGO	Verificações em situação de incêndio	2
ELS	Verificações de estado limite de serviço	12
COMBFLU	Cálculo de fluência (método geral)	2
LAJEPRO	Combinações p/ flechas em lajes protendidas	0

6.3.9 *Lista de combinações no modelo global*

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

ELU1/PERM/PP+PERM

ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT1

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT2

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT3

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT4

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT1

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT2

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT3

ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.8ACID+VENT4

FOGO/PERMVAR/PP+PERM+0.6ACID

ELS/CFREQ/PP+PERM+0.7ACID

ELS/CFREQ/PP+PERM+0.6ACID+0.3VENT1

ELS/CFREQ/PP+PERM+0.6ACID+0.3VENT2

ELS/CFREQ/PP+PERM+0.6ACID+0.3VENT3

ELS/CFREQ/PP+PERM+0.6ACID+0.3VENT4

ELS/CQPERM/PP+PERM+0.6ACID

COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+0.6ACID

ELU1/PERM/PP_V+PERM_V

ELU1/PERMACID/PP_V+PERM_V+ACID_V





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT1

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT2

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT3

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0.6VENT4

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.8ACID_V+VENT1

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.8ACID_V+VENT2

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.8ACID_V+VENT3

ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.8ACID_V+VENT4

FOGO/PERMVAR/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V

ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V

ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V+0.3VENT1

ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V+0.3VENT2

ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V+0.3VENT3

ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V+0.3VENT4

ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V

COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+0.6ACID_V

6.4 MODELO ESTRUTURAL

6.4.1 Explicações

Na análise estrutural do edifício foi utilizado o 'Modelo 4' do sistema TQS. Este modelo consiste em dois modelos de cálculo:

- Modelo de grelha para os pavimentos;
- Modelo de pórtico espacial para a análise global.

O edifício será modelado por um único pórtico espacial mais os modelos dos pavimentos. O pórtico será composto apenas por barras que simulam as vigas e pilares da estrutura, com o efeito de diafragma rígido das lajes devidamente incorporado ao modelo. Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas e pilares serão calculados com o pórtico espacial.

Nas lajes, somente os efeitos gerados pelas ações verticais serão calculados. Nos pavimentos simulados por grelha de lajes, os esforços resultantes das barras de lajes sobre as vigas serão transferidos como cargas para o pórtico espacial, ou seja, há uma 'certa' integração entre ambos os modelos (pórtico e grelha). Para os



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

demais tipos de modelos de pavimentos, as cargas das lajes serão transferidas para o pórtico por meio de quinhos de carga.

Tratamento especial para vigas de transição e que suportam tirantes pode ter sido considerado e são apontados no item 'Critérios de projeto'. A flexibilização das ligações viga-pilar, a separação de modelos específicos para análises ELU e ELS e os coeficientes de não-linearidade física também são apontados a seguir.

6.5 Modelo estrutural dos pavimentos

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Nestes modelos as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos pilares existentes.

A seguir são apresentados o tipo de modelo estrutural utilizado em cada um dos pavimentos:

Pavimento	Descrição do Modelo	Modelo Estrutural
Térreo	Modelo de lajes planas	Grelha (3 graus de liberdade)
Fundação	Modelo de lajes planas	Grelha (3 graus de liberdade)

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes à flexão e cisalhamento.

Nestes modelos foi utilizado o módulo de elasticidade secante do concreto. A seguir são apresentados os valores utilizados para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Módulo de elasticidade adotado (MPa)
Térreo	26838
fundação	26838

6.4.2 Modelo estrutural global

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, pilares e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais (vento).

Os pórticos espaciais foram modelados com todos os pavimentos do edifício, para a avaliação dos efeitos das ações horizontais e os efeitos de redistribuição de esforços em toda a estrutura devido aos carregamentos verticais.

As cargas verticais atuantes nas vigas e pilares do pórtico foram extraídas de modelos de grelha de cada um dos pavimentos.

Foram utilizados dois modelos de pórtico espacial em cada etapa construtiva: um específico para análises de Estado Limite Último - ELU e outro para o Estado Limite de Serviço - ELS. As características de cada um destes modelos são apresentadas a seguir.

6.4.4 Critérios de projeto

A seguir são apresentadas algumas considerações de projeto utilizadas para a análise estrutura do edifício em questão:

- Flexibilização das ligações viga/pilar : Sim;
- Modelo enrijecido para viga de transição: Sim
- Método para análise de 2ª. Ordem global: P-Delta
- Análise por efeito incremental: Não
- Análise com interação fundação-estrutura: Não

6.4.5 Modelo ELU

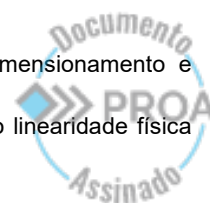
O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Nos elementos de concreto moldado in-loco foram utilizados os coeficientes de não linearidade física conforme apresentados na tabela a seguir:

Elemento estrutural Moldado in-loco	Coef. NLF
--	------------------

Página 11 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Pilares	0,80
Vigas	0,40
Lajes	0,30

O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi o secante, de acordo com o fck do elemento estrutural (já apresentado anteriormente).

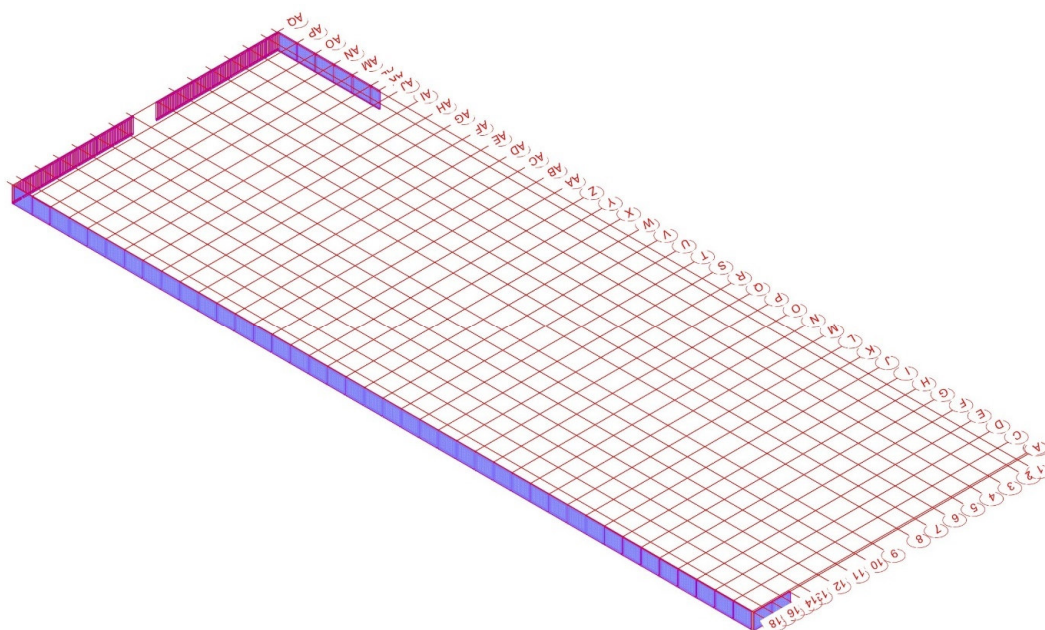
6.4.6 Modelo ELS

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento do edifício. Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

6.4.7 Consideração das fundações

Todas as fundações foram consideradas rigidamente conectadas à base.

6.4.8 Modelo 3D



6.4.9 Esforços de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras dos pilares são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2); neste conjunto de combinações são aplicadas as reduções de sobrecarga, caso o projeto esteja utilizando este artifício.

6.4.10 ESTABILIDADE GLOBAL

A seguir são apresentados os principais parâmetros de instabilidade obtidos da análise estrutural do edifício.

Parâmetro	Valor
GamaZ	0,00
FAVt	0,00
Alfa	0,00





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Na tabela anterior são apresentados somente os valores máximos obtidos para os coeficientes.

GamaZ é o parâmetro para avaliação da estabilidade de uma estrutura. Ele NÃO considera os deslocamentos horizontais provocados pelas cargas verticais (calculado p/ casos de vento), conforme definido no item 15.5.3 da NBR 6118.

FAVt é o fator de amplificação de esforços horizontais que pode considerar os deslocamentos horizontais gerados pelas cargas verticais (calculado p/ combinações ELU com a mesma formulação do GamaZ).

Alfa é o parâmetro de instabilidade de uma estrutura reticulada conforme definido pelo item 15.5.2 da NBR 6118.

6.5 OBSERVAÇÕES SOBRE A EXECUÇÃO

6.5.1 GENERALIDADES

- a. A obra somente iniciará após a entrega da ART de Execução por parte da Contratada.
- b. 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.
- c. O profissional credenciado para dirigir os trabalhos por parte da Contratada deverá dar assistência à obra, devendo se fazer 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 à Fiscalização problemas constatados e possíveis soluções.
- d. 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.
- e. Qualquer alteração ou inclusão de serviço que venha acarretar custo para a Contratante somente será aceito após apresentação de orçamento, e autorizada pela Fiscalização por meio escrito, sob pena de não aceitação em caso de desacordo.
- f. 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 prédio.

6.5.2 SEGURANÇA DO TRABALHO

Todo e qualquer serviço realizado deverá obedecer às Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NRs) relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, em especial a NR-18 (condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção) e a NR-10 (segurança em instalações e serviços em eletricidade). 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, 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.

6.5.3 ESCAVAÇÃO, ATERRO E REATERRO

Página 13 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Os parâmetros de resistência dos solos de aterro e fundação deverão ser iguais ou superiores aos valores utilizados nas análises de estabilidade caso contrário, o estudo perderá sua validade e deverá ser revisado;

Em todos os locais onde houver necessidade de aterro, de acordo com os projetos, deverá ser preenchido com solo compactado apiloado manualmente (com soquete de no mínimo 10 kg). Foi prevista uma tensão admissível de 0,1 MPa (1 kgf/cm²);

Os solos utilizados como reaterro não deverão apresentar matéria orgânica e outras impurezas, e deverão apresentar expansividade inferior a 2,0% (ensaio CBR);

O aterro deverá ser compactado em camadas com espessura máxima acabada de 25 cm, até atingir o grau de compactação mínima de 98% em relação à energia normal de compactação, e desvio de umidade máxima de 2% junto a face, com largura de 1,00 m (um metro);

A compactação deve ser processada através de uso de placas vibratórias ou sapos mecânicos, para evitar dano pela proximidade de rolo compactador;

A execução da face, da colocação dos gabiões e a execução do aterro devem ser simultâneas, ou seja, o levantamento dos muros deve ser concomitantemente com a execução do aterro;

A estrutura de concreto do muro da divisa (sapatas e pilares), deve ser executada anteriormente ao início da execução da colocação dos gabiões e aterro;

Para execução da estrutura aqui apresentada, deverão ser realizados ensaios de campo e laboratório a fim de verificar e confirmar as características dos solos e o nível freático;

A topografia de terreno natural e as cotas do leito do arroio do projeto deverão ser confirmadas pela locação da estrutura proposta;

Escavações próximas a estrutura proposta não deverão comprometer a integridade da mesma;

Deverá ser previsto cobertura vegetal só taludes expostos para proteção contra erosão superficial.

6.5.4 LASTRO DE BRITA SOB VIGAS E BLOCOS

Sob o fundo de vigas e blocos deverá ser prevista camada de 5 cm de brita socada e lona plástica (separando a brita do concreto estrutural), que tem a função de proteger o concreto armado e evitar perda de água durante a cura.

6.5.5 FORMAS

As formas devem seguir as prescrições da NBR 14931 e da NBR 15696 e devem se adaptar ao formato e às dimensões das peças estabelecidas no Projeto. As formas devem ser suficientemente estanques, de modo a impedir a perda de pasta de cimento.

Para a confecção das formas, deverão ser utilizadas chapas de madeira compensada plastificada com 18 mm de espessura.

Os elementos estruturantes das formas devem ser dispostos de modo a manter o formato e a posição da forma durante toda sua utilização.

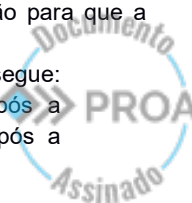
Caso seja aplicado desmoldante, o qual deve ser feito antes da montagem das formas, deverá ser observado as recomendações do fabricante quanto à quantidade a ser empregada, vida útil após sua utilização e durabilidade à chuva ou molhagem. Deve-se ter cuidado durante a aplicação para que a película formada seja contínua e o produto não entre em contato com as armaduras.

A desforma das peças concretadas deverá obedecer, rigorosamente, o que segue:

Laterais de blocos de fundação: só poderão ser retiradas 5 (cinco) dias após a concretagem. Fundo e laterais de vigas: só poderão ser retiradas 28 dias após a concretagem.

Página 14 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

6.5.6 ESCORAMENTO

O escoramento deve seguir as prescrições da NBR 14931 e da NBR 15696. Deve ser realizado com escoras metálicas reguláveis.

A retirada total do escoramento deverá ser realizada no mínimo 28 dias após a concretagem.

6.5.7 FUNDAÇÕES

O projeto das fundações foi elaborado baseado em sondagem de simples reconhecimento SPT, pela empresa R.M. Sondagens e Fundações, sediada na Rua Vergueiros, 391 – Tramandaí/RS, relatório técnico executado em 27/11/2024 com resultado de 6 (seis) furos no terreno da E.E.E.M. Capão Novo. Foi adotado fundações profunda com estacas de concreto armado do tipo “ESCAVADA – ENCAMIZADA” conforme projeto apresentado na prancha 01/03 em anexo.

6.5.8 ARMADURA

Será utilizado aço CA-50 e CA-60, conforme o Projeto.

A armadura deve obedecer rigorosamente às dimensões e posições propostas no Projeto (pranchas) e deverá ser respeitado o cobrimento das armaduras de acordo com o Projeto.

As barras de aço devem ser armazenadas na obra em galpões pelo menor tempo possível. Devem ser colocadas sobre travessas de madeira de modo que fiquem erguidas em relação ao piso cerca de 20 cm, no mínimo.

Antes do preparo e montagem da armadura, as barras devem estar isentas de qualquer material que possa prejudicar a aderência com o concreto, tais como: Produtos de corrosão (crostas de ferrugem), terra, areia, óleos e graxa. Para o corte, o equipamento utilizado deve ser adequado ao diâmetro das barras a fim de garantir um acabamento adequado e sem esmagamento. Após o corte, as barras devem ser retificadas sobre uma mesa de pranchões com o auxílio de martelos ou marretas. O dobramento das barras (para confecção dos ganchos) pode ser executado em bancadas dotadas de pinos ou com equipamento específico para tal finalidade, seguindo as exigências da NBR 6118 no que tange aos diâmetros dos pinos de dobramento.

6.5.9 CONCRETO

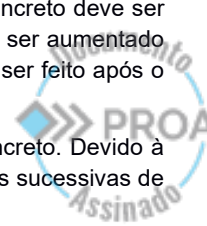
O traço do concreto deverá ser composto de forma a atingir o fck de 25 MPa. O consumo mínimo de cimento deve ser de 300 kg/m³ e o fator a/c máximo de 0,60, respectivamente. O diâmetro máximo do agregado graúdo deve estar entre 9,5 e 19 mm e o teor de exsudação deve ser menor que 4%. O abatimento ou slump test (conforme NBR NM 67) deve estar entre 10 a 14 cm.

O concreto deve ser lançado o mais rápido possível após o amassamento. Não é permitido intervalo superior a 2 (duas) horas entre o final do amassamento e o lançamento, e o concreto deve ser sempre mantido sob agitação. Se forem utilizados retardadores de pega, o prazo poderá ser aumentado de acordo com as características do aditivo. De maneira nenhuma o lançamento poderá ser feito após o início da pega do concreto.

De maneira nenhuma o lançamento poderá ser feito após o início da pega do concreto. Devido à utilização de vibrador de imersão, o lançamento do concreto deve se realizar em camadas sucessivas de altura aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha.

Página 15 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS





25190000070171



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

Antes do lançamento do concreto, deverão ser conferidas as posições das formas quanto ao prumo, nível e esquadro. As formas deverão estar limpas nas faces em contato com o concreto e deverão ser molhadas até a saturação, para que não absorvam a água necessária à hidratação do cimento. Deverão ser conferidas também as posições e quantidades de armaduras e garantir o cobrimento as mesmas através da utilização (obrigatória) de espaçadores plásticos.

Deve ser previsto controle tecnológico do concreto. De maneira nenhuma o lançamento poderá ser feito após o início da pega do concreto. Devido à utilização de vibrador de imersão, o lançamento do concreto deve se realizar em camadas sucessivas de altura aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha.

Deve ser previsto controle tecnológico do concreto, em conformidade com a NBR 12655.



Página 16 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

6.5.10 ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO

As estruturas de concreto armado deverão ser executadas de acordo com as normas indicadas em projeto e no presente memorial descritivo, bem como, deverão estar de acordo com os projetos estruturais. De maneira nenhuma o lançamento poderá ser feito após o início da pega do concreto. Devido à utilização de vibrador de imersão, o lançamento do concreto deve se realizar em camadas sucessivas de altura aproximadamente igual a $\frac{3}{4}$ do comprimento da agulha.

Antes do lançamento do concreto, deverão ser conferidas as posições das formas quanto ao prumo, nível e esquadro. As formas deverão estar limpas nas faces em contato com o concreto e deverão ser molhadas até a saturação, para que não absorvam a água necessária à hidratação do cimento. Deverão ser conferidas também as posições e quantidades de armaduras e garantir o cobrimento das mesmas através da utilização (obrigatória) de espaçadores plásticos.

6.5.11 TRANSPORTE, RECEBIMENTO E ARMAZENAMENTO:

É de responsabilidade da Contratada o transporte adequado e seguro de todos os materiais, evitando danos durante a carga, transporte e descarga. O material enviado à obra deverá ser acompanhado do pessoal e equipamento necessário à descarga. Os materiais deverão ser armazenados na obra sobre estrados de madeira e protegidos contra intempéries e sujeira. A segurança e a guarda destes materiais são de exclusiva responsabilidade da Contratada, porém deverá atender aos requisitos de acesso e utilização.

6.5.12 EQUIPAMENTOS

A Contratada será responsável pelo emprego, segurança, manutenção e capacidade dos equipamentos necessários para a execução da obra. Atenção especial deverá ser dada à proteção dos transeuntes e veículos. A Contratada será responsável por qualquer dano que venha a ocorrer. A Fiscalização, a qualquer momento, poderá exigir segurança adicional.

6.5.13 SERVIÇOS FINAIS E EVENTUAIS

Concluídos os serviços, a área da obra deverá ser desativada com a imediata retirada das máquinas, equipamentos, restos de materiais e entulhos em geral, deixando-a perfeitamente limpa e em condições de ser utilizada pela Contratante.

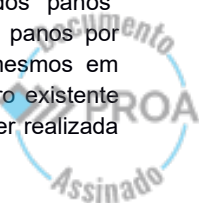
6.5.14 OBSERVAÇÕES FINAIS

Todas as árvores e/ou semelhantes adjacentes/próximas aos muros de contenção deverão ser removidas. Inclusive suas raízes, afim de evitar interferências das mesmas e possíveis danos na estrutura.

Durante a execução dos muros de contenção, jamais deverão ser executados “panos” adjacentes, sendo sempre obrigatória a execução simultânea de no máximo dois panos por “fachada/rua/lado”, o mais distante possível, iniciando pelas extremidades dos mesmos em direção ao centro. Deverá ainda ser realizado o escoramento lateral de todo o muro existente durante a execução dos muros novos, visto que a remoção do muro antigo deverá ser realizada de maneira parcial, conforme a necessidade para execução do muro novo.

Página 18 de 18

CAFF – Centro Administrativo Fernando Ferrari
Av. Borges de Medeiros, nº 1501 – 3º andar – Ala Sul
Bairro Praia de Belas – Porto Alegre/RS





ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DE OBRAS PÚBLICAS
DEPARTAMENTO DE PROJETOS EM PRÉDIOS DA EDUCAÇÃO
DIVISÃO DE PROJETOS ESTRUTURAIS

As complementações que se fizerem necessárias para viabilizar o Projeto deverão ser solicitadas ao Fiscal da SOP, antes do início da obra, para análise pelo setor competente.

Todos os materiais empregados na construção do prédio devem estar de acordo com as Normas Técnicas Brasileiras, para o uso específico.

6.5.15 DOCUMENTOS QUE COMPÕEM O PROJETO:

6.5.15.1 PRANCHAS COM DETALHAMENTO GRAFICO:

- SOP-EEEM CAPAO NOVO-EST 001-MURO-R00;
- SOP-EEEM CAPAO NOVO-EST 002-MURO-R00;
- SOP-EEEM CAPAO NOVO-EST 003-MURO-R00;

6.5.15.2 RELATÓRIOS DA ANÁLISE ESTRUTURAL:

- *M D estrutura de concreto muro pré-fabricado;*
- *Projeto Combinações Adotadas;*
- *Projeto deslocamentos Horizontais;*
- *Projeto Estabilidade Global;*
- *Relatório forças devido ao vento;*
- *Memorial de Cálculo;*

6.5.15.3 PLANILHAS:

- *Projeto Resumo Materiais. Obs.: apresentados nas pranchas.*

Porto Alegre, 07 de abril de 2025.

Secretaria de Obras Públicas
Subsecretaria de Educação-Divisão de Projetos

José Américo Fechner Rodrigues
ENGENHEIRO CIVIL – CREA/RS 048690
Divisão de Prédios da Educação





25190000070171

Nome do documento: M D ESTRUTURA MURO DE CONCRETO PRE-FABRICADO.pdf

Documento assinado por

Órgão/Grupo/Matrícula

Data

Jose Americo Fechner Rodrigues

SOP / FT PPCI / 375600902

05/05/2025 10:22:49

