MEMORIAL TÉCNICO DE PROJETO ESTRUTURAL

Responsável Técnico

Coordenador

Eng.° Civil Eduardo Wegner Vargas

CREA/RS n° 159.984

MEMORIAL TÉCNICO

PROJETO ESTRUTURAL

1. DADOS GERAIS

Obra: Ampliação da casa de bombas

Cidade/UF: Canoas-RS

Área:70,64m^2

Contratante: Prefeitura Municipal de São Gabriel

Contratado: Urbana Logística Ambiental do Brasil Ltda.

Resp.Técnico: Eng. Civil Eduardo Wegner Vargas – CREA/RS 159.984

2. OBJETIVO DO MEMORIAL TÉCNICO

O objetivo desta memória de cálculo é apresentar as especificações de materiais, critérios de cálculo, o modelo estrutural e os principais resultados de análise e dimensionamento dos elementos da estrutura em concreto armado.

O projeto estrutural proposto apresenta um total de 03 pranchas, contemplando todos os elementos estruturais necessários.

Para a análise estrutural e dimensionamento estrutural das estruturas de concreto armado foi utilizado o sistema TQS na versão V21.

3. NORMAS RELACIONADAS AO PROJETO

Os principais critérios adotados neste projeto, referente aos materiais utilizados e dimensionamento das peças de concreto seguem prescrições normativas.

Normas:

- ABNT NBR 12655:2006 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle e recebimento - Procedimento
- ABNT NBR 14931:2004 - Execução de estruturas de concreto - Procedimento
- ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
- ABNT NBR 6120:2019 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações
- ABNT NBR 6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações

- ABNT NBR 7480:2007 - Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação

- ABNT NBR 8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimento

- ABNT NBR 6122:2019 - Projeto e execução de fundações.

4. CRITÉRIOS DE PROJETO

Trata-se de uma ampliação da escola já existente, destinada para as atividades de ensino para crianças e adolescentes. A sua estrutura é totalmente nova e desenvolvida em concreto armado com paredes de blocos cerâmicos sem a função estrutural de sustentação.

A edificação se desenvolve em um único pavimento, composto de sala de aula e dois sanitários. A sua cobertura será com telhas metálicas do tipo trapezoidal.

4.1. Critérios para a estrutura de concreto armado

4.1.1 Critérios para durabilidade

Visando garantir a durabilidade da estrutura com adequada segurança, estabilidade e aptidão em serviço durante o período correspondente a vida útil da estrutura, foram adotados critérios em relação à classe de agressividade ambiental e valores de cobrimentos das armaduras, conforme apresentado nas tabelas a seguir.

Classe de agressividade ambiental adotada:

Pavimento	Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Risco de deterioração da estrutura
Todos	II	moderada	pequeno

Cobrimentos das armaduras:

Elemento	Cobrimento (cm)		
	Peças externas	Peças internas	Peças em contato com o solo
Vigas	2.50	2.50	3.00
Pilares	2.50	2.50	3.00
Lajes	2.00	-	3.00
Sapatas	-	-	4.00

Para que a estrutura apresente bom desempenho durante sua vida útil, se faz necessário que a execução da estrutura siga fielmente todas as prescrições constantes neste projeto, bem como todas as normas pertinentes à execução de estruturas de concreto e as boas práticas de execução.

4.1.2. Propriedades do concreto

O concreto considerado neste projeto e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir.

Características do concreto:

fck (kgf/cm^2)	Ecs (kgf/cm^2)	fct (kgf/cm^2)	Abatimento (cm)	Coeficiente de dilatação térmica (/°C)
250	241.500	26	5.00	0.00001

4.1.3. Propriedades do aço

O aço considerado neste projeto para dimensionamento das peças em concreto armado e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir:

Características do aço:

Categoria	Massa específica (kgf/m^3)	Módulo de elasticidade (kgf/cm^2)	fyk (kgf/cm^2)
CA-50	7.850	2.100.000	5.000
CA-60	7.850	2.100.000	6.000

4.1.4. Ações de carregamento

Para obtenção dos valores de cálculo das ações, foram definidos coeficientes de ponderação, conforme apresentado na tabela a seguir.

Coeficientes de ponderação das ações:

Ação	Coeficientes de ponderação			Fatores de combinação		
	Desfavorável	Favorável	Fundações	Psi0	Psi1	Psi2
Peso próprio (G1)	1.30	1.00	1.00	-	-	-
Adicional (G2)	1.40	1.00	1.00	-	-	-
Solo (S)	1.40	1.00	1.00	-	-	-
Retração (R)	1.20	0.00	1.00	-	-	-
Acidental (Q)	1.40	-	1.00	0.70	0.60	0.40
Água (A)	1.20	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Subpressão (AS)	1.10	-	1.00	1.00	1.00	1.00
Temperatura 1 (T1)	1.20	-	1.00	0.60	0.50	0.30
Temperatura 2 (T2)	1.20	-	1.00	0.60	0.50	0.30
Vento X+ (V1)	1.40	-	1.00	0.60	0.30	0.00
Vento X- (V2)	1.40	-	1.00	0.60	0.30	0.00
Vento Y+ (V3)	1.40	-	1.00	0.60	0.30	0.00
Vento Y- (V4)	1.40	-	1.00	0.60	0.30	0.00

Desaprumo X+ (D1)	1.40	1.00	1.00	-	-	-
Desaprumo X- (D2)	1.40	1.00	1.00	-	-	-
Desaprumo Y+ (D3)	1.40	1.00	1.00	-	-	-
Desaprumo Y- (D4)	1.40	1.00	1.00	-	-	-

4.1.5. Combinações de ações

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

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/PERMACID/PP_V+PERM_V+ACID_V

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

4.1.6. Carregamentos previstos

As sobrecargas previstas sobre a estrutura foram determinadas a partir da NBR 6120. Para lajes de cobertura, foi considerado uma sobrecarga de 50kgf/m^2 e 150kgf/m^2 de carregamento permanente referente as telhas e treliças. Para as paredes foi considerado o peso de alvenaria de tijolos furados, com a respectiva espessura do projeto arquitetônico e informada ao programa TQS.

Foram contabilizadas também, as cargas de revestimentos, peso próprio e ação do vento.

4.1.7. Ação do vento

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

- Velocidade básica (m/s): 45;
- Fator topográfico (S1): 1,0;
- Categoria de rugosidade (S2): III
- Classe da edificação (S2): A - Maior dimensão horizontal ou vertical < 20m;
- Fator estatístico (S3): 1,00

4.1.8. Imperfeições globais

Imperfeições geométricas globais devido ao desaprumo dos elementos verticais para verificação do estado limite último da estrutura.

Parâmetros adotados para consideração das imperfeições globais:

Parâmetros	Valor adotado	Observações
Direções de aplicação	Direção X Direção Y	Ver combinações de ações.

5. MODELO DE ANÁLISE – CONCRETO ARMADO

A análise da estrutura foi realizada a partir da criação de um modelo de pórtico, sendo a estrutura formada por pilares e vigas admitidos como elementos lineares representados por seus eixos longitudinais. A modelagem das lajes de concreto do pavimento foi realizada pelo processo da analogia de grelha, onde as lajes são discretizadas em faixas substituídas por elementos estruturais de barras, obtendo-se assim uma grelha de barras plana interconectadas.

Para a avaliação das deformações dos pavimentos em serviço, também foram realizadas análises considerando a não-linearidade física, onde através de incrementos de carga, as inércias reais das seções são estimadas considerando as armaduras de projeto e a fissuração nos estádios I, II ou III.

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

5.1 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: 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.

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

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

Neste modelo foram utilizados os coeficientes de não linearidade física conforme apresentados na tabela a seguir:

Elemento estrutural	***Coef. NLF***
Pilares	0,80
Vigas	0,40
Lajes	0,30

O módulo de elasticidade utilizado no modelo foi de secante, de acordo com o fck do elemento estrutural.

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

6. FUNDAÇÕES

Para este projeto, foram adotadas fundações superficiais do tipo sapatas para todos os pilares desta edificação devido as baixas cargas na fundação.

Devido à inexistência de relatório de sondagem do terreno da obra em questão, as sapatas foram dimensionadas considerando-se um solo com tensão admissível de 2 kgf/cm^2, conforme orientação passada pelos responsáveis técnicos da prefeitura.

As sapatas deverão ser assentadas em solo de boa qualidade e compatível com a tensão considerada. A partir disso, pode ocorrer uma variação no nível das sapatas e, consequentemente, no comprimento das armaduras de arranque dos pilares de concreto armado.

7. RECOMENDAÇÕES FINAIS

Quaisquer alterações devem ser autorizadas pelo responsável técnico em concordância com a fiscalização.

Todas as medidas deverão ser conferidas no local, no momento da obra e, no caso de não conformidade, o responsável pelo projeto deverá ser comunicado.

8. RESUMO DOS MATERIAIS

Os quantitativos formas e aço dos elementos estruturais em geral são fornecidos pelo programa TQS. Os quantitativos de materiais a serem utilizados, bem como o volume de concreto e o peso de aço necessários estão incorporadas nas plantas correspondentes e também serão listados abaixo:

Concreto Magro

Sapatas	0,35m^3
Vigas do Térreo	0,34m^3
Total -	**0,69m^3**

Concreto Estrutural C25

Sapatas	2,40m^3
Térreo – TQS:	
Vigas	2,80m^3
Pilares	0,20m^3
Cobertura – TQS:	
Vigas	2,80m^3
Pilares	0,80m^3
Lajes	2,40m^3
Total -	**11,40m^3**
Formas	
Térreo – TQS:	
Vigas	33,50m^2
Pilares	2,65m^2
Cobertura – TQS:	
Vigas	38,50m^2
Pilares	16,70m^2
Total -	**55,20m^2**
Aço CA-50/60	
Prancha 01	106kg
Prancha 02	201kg
Prancha 03	368kg
Total -	**675kg**