



**REFORMA E AMPLIAÇÃO DO CEM
PROF.^a TEREZINHA BARROSO
HARDY**

**RELATÓRIO TÉCNICO DO PROJETO
DE ESTRUTURA EM CONCRETO
ARMADO E METÁLICA**

OUTUBRO DE 2019

Referências Cadastrais

| | |
|--------------------------|--|
| Cliente | Prefeitura Municipal de Pouso Alegre |
| Localização | Pouso Alegre, Minas Gerais |
| Título | Reforma do CEM Prof. ^a Terezinha Barroso Hardy. |
| Contato | Leila de Fátima Fonseca. |
| E-mail | educação@pousoalegre.mg.gov.br |
| Líder do Projeto: | Denis de Souza Silva |
| Coordenador: | Aloísio Caetano Ferreira |
| Projeto/centro de custo: | 26/2019-45.01 |
| Data do documento: | 29/10/2019 |

| | | |
|-----------------------|--------------------------|------------------------|
| Elaborador/Autor | Flávia Cristina Barbosa | Engenheira Civil |
| Verificador/aprovador | Aloisio Caetano Ferreira | Coordenador do projeto |

Isenção de Responsabilidade:

Este documento é confidencial, destinando-se ao uso exclusivo do cliente, não podendo ser reproduzido por qualquer meio (impresso, eletrônico e afins) ainda que em parte, sem a prévia autorização escrita do cliente.

Este documento foi preparado pela Dac Engenharia com observância das normas técnicas de Pouso Alegre e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a Dac Engenharia isenta-se de qualquer responsabilidade civil e criminal perante o cliente ou terceiros pela utilização deste documento, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado.



Equipe Técnica

Responsável Técnico – Projetos Cíveis

| | |
|---|---------|
| Flávia Cristina Barbosa Engenheira Civil | |
| Nº CREA: MG 187.842/D | Nº ART: |

Coordenação

| | |
|--------------------------|--------------------|
| Aloisio Caetano Ferreira | |
| Nº CREA: MG 97.132/D | Engenheiro Hídrico |

Elaboração

| | |
|----------------------------|---------------------------|
| Denis de Souza Silva | Engenheiro Hídrico |
| German Lozano | Engenheiro Mecânico |
| William Baradel Lari | Engenheiro Civil |
| Fabiana Yoshinaga | Engenheira Civil |
| Camila Andrade | Engenheira Civil |
| Thais Coimbra | Engenheira Civil |
| Diego Moutinho Caetano | Engenheiro Civil |
| Felipe Guimarães Alexandre | Engenheiro Civil |
| Mara Lucy | Engenheira Civil |
| Jonas Guerreiro Gonçalves | Engenheiro Civil |
| Renato Silveira | Estag. Engenharia Civil |
| Igor Paiva Lopes | Estag. Engenharia Hídrica |
| Marta Ribeiro | Estag. Engenharia Civil |
| Guilherme Bertoni | Estag. Engenharia Civil |
| Bianca Baruk | Estag. Engenharia Civil |
| Pedro Justiniano | Estag. Engenharia Civil |
| Lucas Simões Kubo | Estag. Engenharia Civil |



Índice

| | | |
|-----------|---|----------|
| 1. | Descrição do Projeto Estrutural - Concreto | 1 |
| 1.1. | Dados da Obra | 1 |
| 1.2. | Normas Relacionadas ao Projeto | 1 |
| 1.3. | Critérios para Durabilidade | 2 |
| 1.4. | Propriedades do Concreto | 2 |
| 1.5. | Propriedades do Aço | 3 |
| 1.5.1. | Estruturas de Concreto Armado..... | 3 |
| 1.5.2. | Estrutura Metálica..... | 3 |
| 1.6. | Ações de Carregamento | 3 |
| 1.7. | Combinações das Ações | 4 |
| 1.8. | Carregamento da Alvenaria de Vedação | 6 |

Lista de Tabelas

| | |
|---|----------|
| Tabela 1.1: Classe de Agressividade. NBR 6118/2014..... | 2 |
| Tabela 1.2: Cobrimento das Armaduras. NBR 6118/2014 | 2 |
| Tabela 1.3: Definição do concreto. | 3 |
| Tabela 1.4: Características do Aço..... | 3 |
| Tabela 1.5: Descrição dos coeficientes de ponderação. | 4 |
| Tabela 1.6: Caracterização da envoltória de combinações utilizadas em projeto..... | 4 |
| Tabela 1.7: Carga de paredes. | 6 |



1. Descrição do Projeto Estrutural - Concreto

1.1. Dados da Obra

O objetivo deste memorial 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 para a base dos elementos de vedação e também os critérios adotados para o dimensionamento da estrutura metálica da cobertura do ginásio.

1.2. 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 6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento
- ABNT NBR 6120:1980* - 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 6122:2010 – Projeto e Execução de Fundações
- ABNT NBR 8800:2008 – Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios.

*Foi levado em consideração para o presente projeto a versão da ABNT NBR 6120 versão consulta pública, a qual está em fase final de desenvolvimento. Apresenta maior diversidade e critérios para as cargas.



1.3. 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.

Tabela 1.1: Classe de Agressividade. NBR 6118/2014.

| Pavimento | Classe de agressividade ambiental | Agressividade | Risco de deterioração da estrutura |
|-----------|-----------------------------------|---------------|------------------------------------|
| Todos | I | Leve | Leve |

Tabela 1.2: Cobrimento das Armaduras. NBR 6118/2014

| Elemento | Cobrimento (m) | | |
|----------|----------------|----------------|-----------------------------|
| | Peças externas | Peças internas | Peças em contato com o solo |
| Vigas | 0.025 | 0.025 | 0.03 |
| Pilares | 0.025 | 0.025 | 0.045 |
| Lajes | 0.020* | - | 0.035 |
| Blocos | - | - | 0.030 |

1.4. Propriedades do Concreto

O concreto considerado neste projeto e que será empregado na construção deve atender as características da tabela a seguir, o cimento utilizado foi o CP-II tomando como agregado o granito.

Características do concreto para as estruturas em geral.

**Tabela 1.3: Definição do concreto.**

| fck (MPa) | Ecs (MPa) | fct (MPa) | Abatimento (cm) | Coefficiente de dilatação térmica (°C) |
|--------------|--------------|--------------|--------------------|--|
| 25 | 24150 | 3 | +7cm | 0.00001 |

1.5. Propriedades do Aço

1.5.1. Estruturas de Concreto Armado

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:

Tabela 1.4: Características do Aço.

| Categoria | Massa específica (kN/m ³) | Módulo de elasticidade (MPa) | Fyk (MPa) |
|-----------|---|------------------------------------|--------------|
| CA50 | 79 | 210000 | 500 |
| CA60 | 79 | 210000 | 600 |

1.5.2. Estrutura Metálica

A estrutura da cobertura do ginásio é composta por quatro pórticos com os perfis principais dobrados com dimensões “U” 120x50x4,75, e compostos por cantoneiras duplas “L” 25,40x3,18 para as montantes e diagonais.

O material é aço carbono ASTM A36.

A cobertura é composta de telhas metálicas trapezoidais do tipo TR 40.

1.6. Ações de Carregamento

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



Tabela 1.5: Descrição dos coeficientes de ponderação.

| Ação | Coeficientes de ponderação | | | | Fatores de combinação | | |
|--------------------|----------------------------|-----------|-----------|------------|-----------------------|------|------|
| | Desfavorável | Favorável | Fundações | Construção | Psi0 | Psi1 | Psi2 |
| Peso próprio (G1) | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.30 | - | - | - |
| Adicional (G2) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | 1.30 | - | - | - |
| Solo (S) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | 1.30 | - | - | - |
| Retração (R) | 1.20 | 0.00 | 1.00 | 1.20 | - | - | - |
| Acidental (Q) | 1.40 | - | 1.00 | 1.20 | 0.50 | 0.40 | 0.30 |
| Água (A) | 1.20 | - | 1.00 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Subpressão (AS) | 1.10 | - | 1.00 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Temperatura 1 (T1) | 1.20 | - | 1.00 | 1.20 | 0.60 | 0.50 | 0.30 |
| Temperatura 2 (T2) | 1.20 | - | 1.00 | 1.20 | 0.60 | 0.50 | 0.30 |
| Vento X+ (V1) | 1.40 | - | 1.00 | 0.00 | 0.60 | 0.30 | 0.00 |
| Vento X- (V2) | 1.40 | - | 1.00 | 0.00 | 0.60 | 0.30 | 0.00 |
| Vento Y+ (V3) | 1.40 | - | 1.00 | 0.00 | 0.60 | 0.30 | 0.00 |
| Vento Y- (V4) | 1.40 | - | 1.00 | 0.00 | 0.60 | 0.30 | 0.00 |
| Desaprumo X+ (D1) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | - | - | - |
| Desaprumo X- (D2) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | - | - | - |
| Desaprumo Y+ (D3) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | - | - | - |
| Desaprumo Y- (D4) | 1.40 | 1.00 | 1.00 | 0.00 | - | - | - |

1.7. Combinações das Ações

A partir das ações de carregamento definidas, obteve-se as seguintes combinações para análise e dimensionamento da estrutura nos estados limites (ELU) últimos e de serviço (ELS).

Tabela 1.6: Caracterização da envoltória de combinações utilizadas em projeto.

| Tipo | Combinações |
|---------|-------------------------------|
| Últimas | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+0.84V1+1.4D1 |
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+0.84V2+1.4D2 |
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+0.84V3+1.4D3 |
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+0.84V4+1.4D4 |
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+1.4V1+0.84D1 |
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+1.4V2+0.84D2 |
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+1.4V3+0.84D3 |
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+1.4V4+0.84D4 |



| | |
|------------|---|
| | 1.3G1+1.4G2+0.7Q+1.4V4+0.84D4 1.3G1+1.4G2+1.4D1 1.3G1+1.4G2+1.4D2 1.3G1+1.4G2+1.4D3 1.3G1+1.4G2+1.4D4 1.3G1+1.4G2+1.4Q+0.84V1+0.84D1 1.3G1+1.4G2+1.4Q+0.84V2+0.84D2 1.3G1+1.4G2+1.4Q+0.84V3+0.84D3 1.3G1+1.4G2+1.4Q+0.84V4+0.84D4 1.3G1+1.4G2+1.4Q+1.4D1 1.3G1+1.4G2+1.4Q+1.4D2 1.3G1+1.4G2+1.4Q+1.4D3 1.3G1+1.4G2+1.4Q+1.4D4 1.3G1+1.4G2+1.4Q+D1 1.3G1+1.4G2+1.4Q+D2 1.3G1+1.4G2+1.4Q+D3 1.3G1+1.4G2+1.4Q+D4 1.3G1+1.4G2+D1 1.3G1+1.4G2+D2 1.3G1+1.4G2+D3 1.3G1+1.4G2+D4 G1+G2+0.7Q+0.84V1+1.4D1 G1+G2+0.7Q+0.84V2+1.4D2 G1+G2+0.7Q+0.84V3+1.4D3 G1+G2+0.7Q+0.84V4+1.4D4 G1+G2+0.7Q+1.4V1+0.84D1 G1+G2+0.7Q+1.4V2+0.84D2 G1+G2+0.7Q+1.4V3+0.84D3 G1+G2+0.7Q+1.4V4+0.84D4 G1+G2+1.4D1 G1+G2+1.4D2 G1+G2+1.4D3 G1+G2+1.4D4 G1+G2+1.4Q+0.84V1+0.84D1 G1+G2+1.4Q+0.84V2+0.84D2 G1+G2+1.4Q+0.84V3+0.84D3 G1+G2+1.4Q+0.84V4+0.84D4 G1+G2+1.4Q+1.4D1 G1+G2+1.4Q+1.4D2 G1+G2+1.4Q+1.4D3 G1+G2+1.4Q+1.4D4 |
| Construção | 1.3G1+1.3G2 1.3G1+1.3G2+0.6Q 1.3G1+1.3G2+1.2Q |
| Fundações | G1+G2+0.5Q+0.6V1+D1 G1+G2+0.5Q+0.6V2+D2 G1+G2+0.5Q+0.6V3+D3 G1+G2+0.5Q+0.6V4+D4 G1+G2+0.5Q+V1+0.6D1 G1+G2+0.5Q+V2+0.6D2 G1+G2+0.5Q+V3+0.6D3 G1+G2+0.5Q+V4+0.6D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4 G1+G2+Q+0.6V1+0.6D1 G1+G2+Q+0.6V2+0.6D2 G1+G2+Q+0.6V3+0.6D3 G1+G2+Q+0.6V4+0.6D4 G1+G2+Q+D1 G1+G2+Q+D2 G1+G2+Q+D3 G1+G2+Q+D4 |



| | |
|-------------|--|
| Frequentes | G1+G2+0.3Q+0.3V1 G1+G2+0.3Q+0.3V2 G1+G2+0.3Q+0.3V3 G1+G2+0.3Q+0.3V4 G1+G2+0.4Q+D1 G1+G2+0.4Q+D2 G1+G2+0.4Q+D3 G1+G2+0.4Q+D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4 |
| Quase perm. | G1+G2+0.3Q+D1 G1+G2+0.3Q+D2 G1+G2+0.3Q+D3 G1+G2+0.3Q+D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4 |
| Raras | G1+G2+0.4Q+0.3V1+D1 G1+G2+0.4Q+0.3V2+D2 G1+G2+0.4Q+0.3V3+D3 G1+G2+0.4Q+0.3V4+D4 G1+G2+0.4Q+V1+0.3D1 G1+G2+0.4Q+V2+0.3D2 G1+G2+0.4Q+V3+0.3D3 G1+G2+0.4Q+V4+0.3D4 G1+G2+D1 G1+G2+D2 G1+G2+D3 G1+G2+D4 G1+G2+Q+0.3V1+0.3D1 G1+G2+Q+0.3V2+0.3D2 G1+G2+Q+0.3V3+0.3D3 G1+G2+Q+0.3V4+0.3D4 G1+G2+Q+D1 G1+G2+Q+D2 G1+G2+Q+D3 G1+G2+Q+D4 |

1.8. Carregamento da Alvenaria de Vedação

Tabela 1.7: Carga de paredes.

| Pavimentos | Paredes | |
|---------------|---------------|--------------------------------------|
| | Espessura (m) | Peso específico (kN/m ³) |
| Baldrame/topo | 0,16 | 9,00 |