





**REFORMA E AMPLIÇÃO DA P.E.M.  
MONSENHOR MENDONÇA**

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

AGOSTO DE 2019

## Referências Cadastrais

Cliente	Prefeitura Municipal de Pouso Alegre
Localização	Pouso Alegre, Minas Gerais
Título	Reforma e Ampliação da P.E.M. Monsenhor Mendonça
Contato	Leila Fátima Fonseca
E-mail	educação@pousoalegre.mg.gov.br
Líder do Projeto:	Denis de Souza Silva
Coordenador:	Aloísio Caetano Ferreira
Projeto/centro de custo:	26/2019-08.03
Data do documento:	16/08/2019

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

Normando M. M. Neto	Arquiteto
Marcos Campos	Engenheiro Ambiental
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
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



## Índice

<b>Apresentação .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Descrição do Projeto Estrutural .....</b>	<b>3</b>
1.1. Dados da Obra	3
1.2. Objetivo do Memorial	3
1.3. Normas Relacionadas ao Projeto	4
1.4. Critérios para Durabilidade	4
1.5. Propriedades do Concreto	5
1.6. Propriedades do Aço	5
1.7. Ações de Carregamento	6
1.8. Combinações das Ações	7
1.9. Carregamento nas Laje	9
1.10. Carregamento da Alvenaria de Vedação	10
1.11. Resumo dos Materiais	10

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1.1: Níveis de Projeto .....</b>	<b>3</b>
<b>Tabela 1.2: Classe de Agressividade. NBR 6118/2014.....</b>	<b>4</b>
<b>Tabela 1.3: Cobrimento das Armaduras. NBR 6118/2014.....</b>	<b>5</b>
<b>Tabela 1.4: Definição do concreto. ....</b>	<b>5</b>
<b>Tabela 1.4: Características do Aço. ....</b>	<b>6</b>
<b>Tabela 1.6: Descrição dos coeficientes de ponderação.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabela 1.7: Caracterização da envoltória de combinações utilizadas em projeto.....</b>	<b>7</b>
<b>Tabela 1.8: Carregamento nas Lajes. ....</b>	<b>9</b>
<b>Tabela 1.9: Carga de paredes.....</b>	<b>10</b>
<b>Tabela 1.10: Resumo dos materiais in loco. ....</b>	<b>10</b>
<b>Tabela 1.11: Resumo dos materiais pré-fabricados.....</b>	<b>10</b>

## Apresentação

A Pré-Escola Municipal Monsenhor Mendonça foi inaugurada em 19 de março de 1974. Possui 426 alunos da pró-infância distribuídos nos dois turnos, incluindo a unidade da Rua do Rosário. Sua denominação homenageia o sacerdote pouso-alegrense Antonio Furtado de Mendonça. Está localizada na Praça João Pinheiro, no bairro Santa Cruz, no centro do município de Pouso Alegre, como apresenta a Figura 1.



**Figura 1 - Localização P.E.M. Monsenhor Mendonça**

Fonte: Google Earth

Atualmente, a Pré Escola possui um lote de área total de 1501,33 m<sup>2</sup>, e uma área construída de 615,70 m<sup>2</sup>, contando com nove salas de aula, secretaria, diretoria, cozinha, banheiros, sala de professores, depósitos, área de serviço e um pátio de recreação.



**Figura 2 - Pré Escola Municipal Monsenhor Mendonça**

Fonte: Prefeitura Municipal de Pouso Alegre



# 1. Descrição do Projeto Estrutural

## 1.1. Dados da Obra

A obra refere-se a uma estrutura convencional projetada em concreto armado.

O projeto é composto por pavimentos conforme descrito na tabela a seguir, é de suma importância enfatizar que os níveis inferiores de projeto descritos na tabela a seguir devem ser verificados in situ e comparado ao projeto arquitetônico do mesmo, isso ocorre devido a imprecisão das medidas no local, assim como a declividade do terreno.

Os níveis abaixo referem-se ao topo do pavimento, ou seja, o topo da laje.

**Tabela 1.1: Níveis de Projeto**

Pavimento	Altura (m)	Nível (m)
Reservatório	1,80	6,60
Platibanda	1,20	4,80
Forro	3,20	3,60
Muro	2,20	2,60
Baldrame	0,40	SOLO
Fundação	0,00	VERIFICAR

## 1.2. Objetivo do Memorial

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.





### 1.3. 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 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 6122:1996 – Projeto e Execução de Fundações

\*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.

### 1.4. 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 1.2: Classe de Agressividade. NBR 6118/2014.**

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



Tabela 1.3: Cobrimento das Armaduras. NBR 6118/2014

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

\*Foi considerado o cobrimento de 2,00 centímetros para a laje devido a ser pré-fabricada.

## 1.5. 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 1.4: Definição do concreto.

fck (MPa)	Ecs (MPa)	fct (MPa)	Abatimento (cm)	Coefficiente de dilatação térmica (°C)
25	24150	3	+ -10	0.00001

## 1.6. 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:

**Tabela 1.5: Características do Aço.**

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

## 1.7. Ações de Carregamento

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

**Tabela 1.6: 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	-	-	-



## 1.8. 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 1.7: 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+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	$G1+G2+0.4Q+0.3V1+D1$ $G1+G2+0.4Q+0.3V2+D2$ $G1+G2+0.4Q+0.3V3+D3$ $G1+G2+0.4Q+0.3V4+D4$ $G1+G2+0.4Q+V1+0.3D1$ $G1+G2+0.4Q+V2+0.3D2$ $G1+G2+0.4Q+V3+0.3D3$ $G1+G2+0.4Q+V4+0.3D4$ $G1+G2+D1$ $G1+G2+D2$ $G1+G2+D3$ $G1+G2+D4$ $G1+G2+Q+0.3V1+0.3D1$ $G1+G2+Q+0.3V2+0.3D2$ $G1+G2+Q+0.3V3+0.3D3$ $G1+G2+Q+0.3V4+0.3D4$ $G1+G2+Q+D1$ $G1+G2+Q+D2$ $G1+G2+Q+D3$ $G1+G2+Q+D4$



## 1.9. Carregamento nas Laje

O projeto apresenta apenas a laje que suporta o reservatório de 1000 L, sendo do tipo treliçada

**Tabela 1.8: Carregamento nas Lajes.**

Lajes								
Nome	Tipo	Dados			Sobrecarga (kN/m <sup>2</sup> )			
		Altura (cm)	Elevação (m)	Peso próprio (kN/m <sup>2</sup> )	Adicional	Acidental	Localizada	Água
L1	Treliçada 2D	20	0.00	2.41	1.00	0.50	-	10.00
L2	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	0.00
L3	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	0.00
L4	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	0.00
L5	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	0.00
L6	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	0.00
L7	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	10.00
L8	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	10.00
L9	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	10.00
L10	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	10.00
L11	Treliçada 1D	20	0.00	2.02	1.00	0.50	-	0.00
L12	Treliçada 1D	20	0.00	2.09	1.00	0.50	-	0.00
L13	Treliçada 1D	20	0.00	2.09	1.00	0.50	-	0.00
L14	Treliçada 1D	20	0.00	2.09	1.00	0.50	-	0.00
L15	Treliçada 1D	20	0.00	2.09	1.00	0.50	-	0.00



## 1.10. Carregamento da Alvenaria de Vedação

Tabela 1.9: Carga de paredes.

Pavimentos	Paredes	
	Espessura (m)	Peso específico (kN/m <sup>3</sup> )
Baldrame	0.18	12.11

## 1.11. Resumo dos Materiais

Tabela 1.10: Resumo dos materiais in loco.

		Vigas	Pilares	Lajes	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	2.524,6	1.934,1	68,4	171,4	4.698,5
	CA60	0,0	0,0	551,2	201,7	752,9
	Total	2.524,6	1.934,1	619,6	373,1	5.451,4
Volume concreto (m <sup>3</sup> )	C-25	28,6	9,9	17,1	17,8	73,4
Área de forma (m <sup>2</sup> )		451,8	190,7	0,0	89,6	732,1
Consumo de aço (kg/m <sup>3</sup> )		88,2	194,5	36,3	21,0	74,3

Tabela 1.11: Resumo dos materiais pré-fabricados.

		Lajes PM	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	105,1	105,1
	CA60	82,2	82,2
	Total	187,3	187,3
Peso treliças (kg)	CA60	649,8	0,0
Volume concreto (m <sup>3</sup> )	C-25	0,0	0,0
Área de forma (m <sup>2</sup> )		0,0	0,0
Consumo de aço (kg/m <sup>3</sup> )		0,0	0,0