



**REFORMA E AMPLIAÇÃO DO CIEM
ANNA VIANA DE ANDRADE**

**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 do CIEM Anna Viana de Andrade-R01
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:	26/2019-08.01
Data do documento:	02/08/2019

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: 5311212

Responsável Técnico – Projeto Elétrico

Adriano Marcelo de Campos Engenheiro Eletricista	
Nº CREA: MG 147.362/D	Nº ART: 5311361

Coordenação

Aloisio Caetano Ferreira Engenheiro Hídrico	
Nº CREA: MG 97.132/D	Nº ART: 5308334

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
Mara Lucy	Engenheira Civil
Renato Silveira	Estag. Engenharia Civil
Lucas Simões Kubo	Estag. Engenharia Civil
Igor Paiva Lopes	Estag. Engenharia Hídrica
Jacqueline Barcheri	Estag. Arquitetura
Marta Ribeiro	Estag. Engenharia Civil
Guilherme Bertone	Estag. Engenharia Civil



Índice

1.	Descrição do Projeto Estrutural	1
1.1.	Dados da Obra	1
1.2.	Objetivo do Memorial	1
1.3.	Normas Relacionadas ao Projeto	2
1.4.	Critérios para Durabilidade	2
1.5.	Propriedades do Concreto	3
1.6.	Propriedades do Aço	4
1.7.	Ações de Carregamento	4
1.8.	Combinações das Ações	5
1.9.	Carregamento nas Laje	7
1.10.	Carregamento da Alvenaria de Vedação	7
1.11.	Resumo dos Materiais	7

Lista de Tabelas

Tabela 1.1: Níveis de Projeto	1
Tabela 1.2: Classe de Agressividade. NBR 6118/2014.....	2
Tabela 1.3: Cobrimento das Armaduras. NBR 6118/2014	3
Tabela 1.4: Definição do concreto.	3
Tabela 1.4: Características do Aço.	4
Tabela 1.6: Descrição dos coeficientes de ponderação.	4
Tabela 1.7: Caracterização da envoltória de combinações utilizadas em projeto.....	5
Tabela 1.8: Carregamento nas Lajes.	7
Tabela 1.9: Carga de paredes.	7
Tabela 1.10: Resumo dos materiais.....	7



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.

Tabela 1.1: Níveis de Projeto

Pavimento	Altura (m)	Nível (m)
Topo Torre	2,50	5,80
Térreo/Forro	3,30	3,30
Baldrame	0,50*	+0,00
Fundação	VERIFICAR	VERIFICAR

*Esse valor refere-se ao nível máximo da altura das vigas baldrames, o nível zero (terreno), deve ser considerado no topo do pavimento.

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	+6cm	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 ³)	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-	1.40	1.00	1.00	0.00	-	-	-



(D2)							
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.

Nome	Tipo	Altura (cm)	Peso próprio (kN/m ²)	Acidental	Permanente	Água
L1	Treliçada 1D	16	1.82	0.50	1.00	10.00

1.10. Carregamento da Alvenaria de Vedação

Tabela 1.9: Carga de paredes.

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

1.11. Resumo dos Materiais

Tabela 1.10: Resumo dos materiais.

		Vigas	Pilares	Lajes	Fundações	Total
Peso total + 10% (kg)	CA50	2.539,5	1.786,5	14,8	211,3	4.552,1
	CA60	0,0	0,0	3,9	19,5	23,4
	Total	2.539,5	1.786,5	18,7	230,8	4.575,5
Volume concreto (m ³)	C-25	23,1	11,2	0,2	11,9	46,4
Área de forma (m ²)		368,9	214,5	0,0	69,9	653,3
Consumo de aço (kg/m ³)		109,7	159,3	93,5	19,4	98,6