



MEMÓRIA DE CÁLCULO

UFG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

CANTINA REITORA

LOCAL: CAMPUS SAMAMBAIA



INDICE REMISSIVO

Sumário

1. Dados do Empreendimento.....	3
2. Objeto do relatório	3
3. Documentos de Referência	3
4. Descrição do Empreendimento.....	3
5. Descrição da solução estrutural.....	3
6. Premissas adotadas para o projeto:.....	4
7. Resultados da Análise Estrutural;	4
8. Cargas nas Fundações	7
9. Resultados das peças estruturais	8
10. Sondagem x Fundação.....	11
11. Critérios de Execução da Estrutura de Concreto Armado	11
12. Critérios de Manutenção	15
13. Critérios de Inspeção	16
14. Considerações Finais	16
15. Bibliografia utilizada;	18
16. Termo de Entrega	19



Brasília - DF, 03 de setembro de 2013.

Ref.: Memória de Cálculo

1. Dados do Empreendimento

Nome: UFG – Cantina Reitoria
Endereço: Campus Samambaia
Proprietário: UFG – Universidade Federal de Goiás
Projeto de Arquitetura: UFG
Projeto de Estrutura: R-7 Engenharia Ltda

2. Objeto do relatório

Memória de cálculo da edificação.

3. Documentos de Referência

Para elaboração deste relatório foram consultados os seguintes documentos:

- ✓ Projetos de Arquitetura apresentados pela UFG para edificação objeto do projeto.
- ✓ Atas de reuniões a respeito do projeto;
- ✓ Normas Técnicas citadas no item 12 deste relatório.

4. Descrição do Empreendimento

Trata-se de um edifício com pavimento térreo com cobertura metálica.

5. Descrição da solução estrutural

A estrutura será em concreto armado. As dimensões das peças estão indicadas nos projetos de formas e cortes.

As fundações serão do tipo blocos sobre estacas, com estacas do tipo Strauss. As profundidades serão aquelas indicadas no projeto de fundação.



6. Premissas adotadas para o projeto:

Concreto: classe C30;

Carregamentos:

- ❖ Cargas acidentais nas lajes: 200 kgf/m² para o piso e 100 kgf/m² para cobertura;
- ❖ Cargas de revestimentos nas lajes: 120 kgf/m²;
- ❖ Peso próprio do concreto: 2500 kgf/m³;
- ❖ Peso específico das alvenarias: 1.200 Kg/m³;

Cobrimento: consideramos classe I de acordo com a NBR 6118/2003, com controle rigoroso das dimensões dos elementos;

7. Resultados da Análise Estrutural;

Verificação da Estabilidade Global da Estrutura

Eixo X (1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V1)						
Pavimento	Altura Relativa (cm)	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
			Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	721	11.77	0.32	0.19	0.26	0.01
Cobertura	510	96.73	1.16	1.54	0.07	0.12
Terreo	200	113.38	0.20	0.31	0.01	0.01

Eixo Y (1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V3)						
Pavimento	Altura Relativa (cm)	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
			Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	721	11.77	0.19	0.12	0.05	0.16
Cobertura	510	102.74	0.70	0.92	-0.04	0.21
Terreo	200	113.38	0.12	0.18	0.00	0.02

Coeficiente Gama-Z		
	Eixo X	Eixo Y
Momento de tombamento de cálculo (tf.m)	8.65	5.92
Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)	0.11	0.26
Gama-Z	1.01	1.05

Valor limite: 1.10

Gama-Z por Combinação						
Combinação	Momento de tombamento de cálculo (tf.m)		Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)		Gama-Z	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V1	8.65	9.86	0.11	0.12	1.01	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V2	8.65	9.86	0.11	0.12	1.01	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V3	8.65	9.86	-0.05	0.32	0.99	1.03
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V4	8.65	9.86	-0.05	0.32	0.99	1.03
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V1	5.19	5.92	0.06	0.13	1.01	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V2	5.19	5.92	0.06	0.13	1.01	1.02
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V3	5.19	5.92	-0.04	0.26	0.99	1.05
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V4	5.19	5.92	-0.04	0.26	0.99	1.05
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V1	8.65	9.86	0.09	0.10	1.01	1.01



Gama-Z por Combinação						
Combinação	Momento de tombamento de cálculo (tf.m)		Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)		Gama-Z	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V2	8.65	9.86	0.09	0.10	1.01	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V3	8.65	9.86	-0.06	0.28	0.99	1.03
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V4	8.65	9.86	-0.06	0.28	0.99	1.03
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V1	8.65	9.86	0.10	0.07	1.01	1.01
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V2	8.65	9.86	0.10	0.07	1.01	1.01
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V3	8.65	9.86	-0.02	0.22	1.00	1.02
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V4	8.65	9.86	-0.02	0.22	1.00	1.02
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V1	5.19	5.92	0.06	0.08	1.01	1.01
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V2	5.19	5.92	0.06	0.08	1.01	1.01
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V3	5.19	5.92	-0.02	0.18	1.00	1.03
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V4	5.19	5.92	-0.02	0.18	1.00	1.03
G1+G2+S+1.4V1	8.65	9.86	0.08	0.05	1.01	1.01
G1+G2+S+1.4V2	8.65	9.86	0.08	0.05	1.01	1.01
G1+G2+S+1.4V3	8.65	9.86	-0.03	0.19	1.00	1.02
G1+G2+S+1.4V4	8.65	9.86	-0.03	0.19	1.00	1.02

Análise da Não Linearidade Geométrica pelo Processo P-Delta

Caso 4 Acidental								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	-0.03	0.00	-0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cobertura	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.65%

Caso 6 Vento X+								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	0.16	0.00	0.16	0.00	0.23	0.00	0.23	0.00
Cobertura	0.08	0.00	0.08	0.00	0.83	0.00	0.85	0.00
Terreo	0.01	0.00	0.01	0.00	0.14	0.00	0.13	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.92%

Caso 7 Vento X-								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	-0.16	0.00	-0.16	0.00	-0.23	0.00	-0.23	0.00
Cobertura	-0.08	0.00	-0.08	0.00	-0.83	0.00	-0.85	0.00
Terreo	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.14	0.00	-0.13	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.92%

Caso 8 Vento Y+								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y



	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	0.00	0.18	0.00	0.18	0.00	0.14	0.00	0.14
Cobertura	0.00	0.11	0.00	0.11	0.00	1.10	0.00	1.13
Terreo	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.22	0.00	0.21

Varição no deslocamento do topo da edificação: 2.58%

Caso 9 Vento Y-								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	0.00	-0.18	0.00	-0.18	0.00	-0.14	0.00	-0.14
Cobertura	0.00	-0.11	0.00	-0.11	0.00	-1.10	0.00	-1.13
Terreo	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.22	0.00	-0.21

Varição no deslocamento do topo da edificação: 2.58%

Caso 10 Desaprumo X+								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	0.02	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
Cobertura	0.02	0.00	0.02	0.00	0.22	0.00	0.23	0.00
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.24	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.96%

Caso 11 Desaprumo X-								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.03	0.00	-0.03	0.00
Cobertura	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.22	0.00	-0.23	0.00
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.24	0.00	-0.24	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.96%

Caso 12 Desaprumo Y+								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.03
Cobertura	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.22	0.00	0.23
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.24

Varição no deslocamento do topo da edificação: 2.54%

Caso 13 Desaprumo Y-								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Platibanda	0.00	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-0.03
Cobertura	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.22	0.00	-0.23



Caso 13 Desaprumo Y-								
Pavimento	Deslocamentos Horizontais Médios (cm)				Esforço Aplicado (tf)			
	1a. ordem		1a. + 2a. ordem		1a. ordem		1a. + 2a. ordem	
	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.24	0.00	-0.24

Variação no deslocamento do topo da edificação: 2.54%

Deslocamentos Horizontais

Verificações	X+	X-	Y+	Y-
Altura total da edificação (cm)	721.00			
Deslocamento limite (cm)	0.42			
Deslocamento característico (cm)	0.16	-0.16	0.18	-0.18
ψ_1	0.30	0.30	0.30	0.30
Deslocamento freqüente (cm)	0.05	-0.05	0.05	-0.05

Pavimento	Altura (cm)	Deslocamento freqüente (cm)				Diferença (cm)				Limite (cm)
		X+	X-	Y+	Y-	X+	X-	Y+	Y-	
Platibanda	211.00	0.05	-0.05	0.05	-0.05	0.02	-0.02	0.02	-0.02	0.25
Cobertura	310.00	0.03	-0.03	0.03	-0.03	0.02	-0.02	0.03	-0.03	0.36
Terreo	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24

Imperfeições geométricas globais

Parâmetros	Direção X	Direção Y
Altura total da edificação (cm)	721.00	
Nº de pilares contínuos	4	
Combinação vertical	G1+G2+Q+A	
Gama-Z	1.01	1.05
Ângulo mínimo	1/400	1/400
Ângulo adotado	1/339	1/339

Pavimento	Carga vertical (tf)	Carga aplicada (tf)		Deslocamento (cm)	
		X	Y	X	Y
Platibanda	8.57	0.03	0.03	0.02	0.03
Cobertura	75.10	0.22	0.22	0.02	0.02
Terreo	82.82	0.24	0.24	0.00	0.00

8. Cargas nas Fundações

* não foram indicados os momentos nesta tabela, ver planta de locação.

Fundação		Carga Máxima (tf)	
Nome	Seção (cm)	Positiva	Negativa
P1	12 x 40	10.31	0.00
P2	12 x 40	9.07	0.00
P3	15 x 50	15.04	0.00
P4	22 x 40	15.03	0.00



Fundação		Carga Máxima (tf)	
Nome	Seção (cm)	Positiva	Negativa
P5	15 x 40	17.81	0.00
P6	12 x 40	10.98	0.00
P7	12 x 40	9.69	0.00
P8	12 x 40	19.94	0.00
P9	15 x 50	15.28	0.00
P10	15 x 45	15.43	0.00
PC1	circular	5.70	0.00
PC2	circular	7.29	0.00
PC3	circular	4.93	0.00
PC4	circular	5.91	0.00
PC5	circular	6.30	0.00
TOTAL:		166.49	

9. Resultados das peças estruturais

Vigas do pavimento Térreo

Viga	Vãos			Nós		
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als
V100	3032.77	3 ø 10.0		-5754.42 -5800.55	3 ø 12.5 3 ø 12.5	
V101	415.21	2 ø 10.0		-832.56 -327.59	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V102	1660.20	2 ø 10.0		-2514.18 -3140.53	3 ø 10.0 3 ø 10.0	
V103	1009.90 88.50	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-2760.79	3 ø 10.0	
V104	415.14	2 ø 8.0		-836.96 -326.99	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V105	846.15 204.08	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-3541.28	3 ø 10.0	
V106	2013.89	2 ø 12.5		-2747.38 -715.41 -3667.05	2 ø 12.5 2 ø 12.5 2 ø 12.5	
V107	3027.73	3 ø 10.0		-5785.40 -5772.09	3 ø 12.5 3 ø 12.5	
V108	1017.13	2 ø 10.0		-883.49 -882.73	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V109	527.86	2 ø 10.0		-1313.17 -1307.22	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V110	841.24 842.75	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-1686.06 -1779.75 -1593.19	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	
V111	1982.80	2 ø 12.5		-4554.34 -4507.90	3 ø 12.5 3 ø 12.5	
V112	331.80	2 ø 10.0				
V113	373.24	2 ø 10.0				
V114	0.11 0.11	2 ø 12.5 2 ø 12.5		-2644.15 -2469.01	2 ø 12.5 2 ø 12.5	



	0.11	2 ø 12.5			
V115	373.24	2 ø 10.0			
V116	2143.13	2 ø 12.5		-3734.39 -3957.19	2 ø 12.5 3 ø 12.5
V117	3698.24	3 ø 10.0		-7149.62 -7089.69	3 ø 16.0 3 ø 16.0
V118	979.66	2 ø 8.0		-2258.38	2 ø 10.0
V119	1396.90	2 ø 8.0		-2082.14	2 ø 10.0
V120	1695.92	2 ø 10.0		-2990.63	3 ø 10.0
V121	782.47	2 ø 8.0		-2095.20	2 ø 10.0

Vigas da Cobertura

Viga	Vãos			Nós		
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als
V200	464.71	2 ø 10.0		-1081.44 -308.70	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V201	2902.94	2 ø 12.5		-801.09 -3745.57	2 ø 10.0 3 ø 10.0	
V202	740.49 43.81	2 ø 12.5 2 ø 12.5		-4977.02	3 ø 12.5	
V203	455.68	2 ø 10.0		-1140.07 -306.07	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V204	805.36 2.02	2 ø 12.5 2 ø 12.5		-5678.12	3 ø 12.5	
V205	3120.52	2 ø 12.5		-1102.82 -2626.85	2 ø 8.0 2 ø 10.0	
V206	4004.21	3 ø 10.0		-1525.48 -1524.56	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V207	1942.06	2 ø 10.0		-2812.97 -2748.12	2 ø 10.0 2 ø 10.0	
V208	6224.22	2 ø 16.0		-5636.80 -4936.23	2 ø 12.5 2 ø 12.5	
V209	0.11 0.11 0.11	2 ø 16.0 2 ø 16.0 2 ø 16.0		-4926.63 -4355.08	2 ø 16.0 2 ø 16.0	
V210	7393.52	2 ø 16.0		-1242.96 -3294.05	2 ø 12.5 2 ø 12.5	

Pilares da Cobertura

Dados				Resultados					
Pilar	Seção (cm)	lib	vínc	Nd máx Nd mín (tf) ni Zr	MBd topo MBd base MHd topo MHd base (kgf.m)	MBsdtopo MBsdcentro MBsdbase MHsdtopo MHsdcentro MHsdbase (kgf.m)	Madtopo Madcentro Madbase MB2d MBcd MH2d MHcd (kgf.m)	Processo de Cálculo	As b(cm²) As h % armad
		esb B	esb H						
P1		310.00	RR	14.58	643	643	163		2.45



Dados					Resultados				
Pilar	Seção (cm)	lib	vínc	Nd máx Nd mín (tf) ni Zr	MBd topo MBd base	MBsdtopo MBsdcentro MBsdbase	Madtopo Madcentro Madbase	Processo de Cálculo	As b(cm ²)
		lih	vínc		MHd topo MHd base	MHsdtopo MHsdcentro MHsdbase (kgf.m)	MB2d MBcd		MH2d MHcd (kgf.m)
	12.00 X 40.00	89.38		6.09	501	257 484	82 163 390	Msd(x) = 1089 kgf.m Msd(y) = 221 kgf.m Mrd(x) = 1531 kgf.m Mrd(y) = 311 kgf.m Mrd/Msd=1.41	2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.5
P2	12.00 X 40.00	310.00 RR 89.38		12.89 5.23	163 169	43 19 48	148 158 148 328	Msd(x) = 700 kgf.m Msd(y) = 773 kgf.m Mrd(x) = 1081 kgf.m Mrd(y) = 1195 kgf.m Mrd/Msd=1.54	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 1.0
P3	15.00 X 50.00	310.00 RR 71.51		12.38 7.64	897 731	869 348 714	157 79 157 283	(*2) Msd(x) = 1231 kgf.m Msd(y) = 5527 kgf.m Mrd(x) = 1611 kgf.m Mrd(y) = 7231 kgf.m Mrd/Msd=1.31	2.45 2 ø 12.5 6.14 5 ø 12.5 1.6
P4	22.00 X 40.00	310.00 RR 48.75		10.54 6.36	3089 1510	3089 1249 1510	160 80 160 217	Msd(x) = 3249 kgf.m Msd(y) = 2964 kgf.m Mrd(x) = 3271 kgf.m Mrd(y) = 2984 kgf.m Mrd/Msd=1.01	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.1
P5	15.00 X 40.00	310.00 RR 71.51		18.47 11.55	639 617	585 234 563	231 116 231 367	Msd(x) = 980 kgf.m Msd(y) = 741 kgf.m Mrd(x) = 1706 kgf.m Mrd(y) = 1291 kgf.m Mrd/Msd=1.74	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.8
P6	12.00 X 40.00	310.00 RR 89.38		15.82 6.28	644 502	644 257 485	177 89 177 421	Msd(x) = 1108 kgf.m Msd(y) = 245 kgf.m Mrd(x) = 1554 kgf.m Mrd(y) = 344 kgf.m	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.5



Dados					Resultados				
Pilar	Seção (cm)	lib	vínc	Nd máx Nd mín (tf) ni Zr	MBd topo	MBsdtopo MBsdcentro MBsdbase	Madtopo	Processo de Cálculo	As b(cm ²)
		esb B	esb H		MHd topo		MB2d		As h
		(cm)	(cm)		(kgf.m)	(kgf.m)	(kgf.m)		% armad
						32	3	Mrd/Msd=1.40	
P7	12.00 X 40.00	310.00 RR 89.38	310.00 RR 26.82	14.05 5.41	162 168	37 18 44	161 176 161 358	Msd(x) = 763 kgf.m Msd(y) = 763 kgf.m Mrd(x) = 1370 kgf.m Mrd(y) = 1369 kgf.m Mrd/Msd=1.80	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.5
P8	12.00 X 40.00	310.00 RR 89.38	310.00 RR 26.82	23.13 14.41	435 417	376 150 354	265 168 265 588	Msd(x) = 1362 kgf.m Msd(y) = 623 kgf.m Mrd(x) = 1421 kgf.m Mrd(y) = 650 kgf.m Mrd/Msd=1.04	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 1.0
P9	15.00 X 50.00	310.00 RR 71.51	310.00 RR 21.45	13.11 8.13	1199 1010	1177 471 989	169 85 169 317	Msd(x) = 1616 kgf.m Msd(y) = 6324 kgf.m Mrd(x) = 1750 kgf.m Mrd(y) = 6850 kgf.m Mrd/Msd=1.08	2.45 2 ø 12.5 6.14 5 ø 12.5 1.6
P10	15.00 X 45.00	310.00 RR 71.51	310.00 RR 23.84	11.19 6.99	1237 954	1237 495 954	141 71 141 275	Msd(x) = 1654 kgf.m Msd(y) = 2326 kgf.m Mrd(x) = 1729 kgf.m Mrd(y) = 2433 kgf.m Mrd/Msd=1.05	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1

10. Sondagem x Fundação

Ver os projetos

11. Critérios de Execução da Estrutura de Concreto Armado

Estrutura de concreto:



Os serviços em concreto armado deverão ser executados conforme estabelecidos no projeto, seguindo-o fielmente. Deverão servir como referências as normas técnicas brasileiras vigentes, conforme prescritas pela ABNT.

Nenhum elemento estrutural poderá ser concretado sem a prévia e minuciosa verificação por parte do responsável técnico de execução da obra. Qualquer dúvida quanto a montagem das armaduras, formas e escoramento, o projetista deve ser consultado. Nesta inspeção deverão ser observadas as características das armaduras, fôrmas, bem como a correta colocação das tubulações destinadas às instalações.

Deverão ser extraídos sistematicamente corpos de prova dos concretos, para ensaio de resistência, por firma especializada e idônea, de acordo com as recomendações contidas nas Normas.

Todo Concreto estrutural deverá ser dosado em peso, não se aceitando dosagens volumétricas.

Deve-se, durante a execução da obra, verificar alguns cuidados em relação ao concreto, tais como saber transportar, estocar e manusear os materiais e peças sem que sofram estragos ou perdas.

Deve-se ainda ter total respeito ao projeto estrutural, no que diz respeito às notas indicadas nas folhas, assim como respeitar o prazo adequado para retirada de escoramento.

As dimensões das peças estruturais devem respeitar os limites de tolerâncias especificadas pela NBR 149341/2004 e indicadas aqui nas tabelas 03 e 04.

Dimensão (a) cm	Tolerância (t) mm
$a \leq 60$	± 5
$60 < a \leq 120$	± 7
$120 < a \leq 250$	± 10
$a > 250$	$\pm 0,4\%$ da dimensão

Tabela 03 – Tolerâncias dimensionais para seções transversais de elementos lineares e para espessura de elementos estruturais de superfície.

Dimensão (l) m	Tolerância (t) mm
$a \leq 3$	± 5
$3 < a \leq 5$	± 10
$5 < a \leq 15$	± 15
$a > 15$	± 20

Nota: A tolerância dimensional de elementos lineares justapostos deve ser considerada sobre a dimensão total.

Tabela 04 – Tolerâncias dimensionais para o comprimento de elementos estruturais lineares.

A tolerância individual de desaprumo e desalinhamento de elementos estruturais lineares deve ser menor ou igual a $l/500$ ou 5mm, adotando-se o menor valor.



Cobrimento:

Qualquer armadura terá cobrimento de concreto nunca menor que as espessuras prescritas no projeto e na NBR-6118/2003. De forma a garantir o cobrimento preconizado poderá ser utilizado distanciadores plásticos ou pastilhas de concreto com espessuras iguais ao cobrimento previsto.

Corte e limpeza:

As barras deverão sempre ser dobradas a frios sem utilização de maçaricos. As mesmas deverão se limpas de qualquer substância que prejudique a ardência. A limpeza não poderá ser feita na forma.

Dobramento:

O Dobramento das barras , inclusive para ganchos, deverá ser utilizado com os raios de curvaturas previsto no projeto.(vide detalhe indicado no mesmo). As barras de aço das armações deverão estar limpas e escovadas, e mantidas convenientemente afastadas entre si e das formas, conforme prescrições da NBR 6118/2003.

Emendas:

As emendas por traspasse deverão ser executadas de conformidade com projeto executivo. As emendas por soldas, caso ocorram , deverão ser executadas em conformidade com a norma NBR 6118/2003.

Fôrmas:

Os materiais de execução das fôrmas serão compatíveis com o acabamento desejado e indicado no projeto. As fôrmas poderão ser metálicas ou de madeira, limpas e armazenadas em locais abrigados afastado de unidades. A execução será de responsabilidade do responsável técnico, inclusive a estrutura de sustentação e escoramento.

As fôrmas serão construídas de modo a respeitar as dimensões, alimentas e conforme indicados no projeto e ainda de acordo com especificado no item 7.0 da NBR 14931/2004.

Deverá ser garantido a estanquidade das fôrmas, de modo a não permitir a fuga de nata de cimento. Toda vedação será garantida realizando a justaposição das peças que constituem a fôrma, evitando a calafetagem com papéis ou estopa.

Com uso adequado é permitido o reaproveitamento de fôrmas e dos materiais utilizados na construção, porém devem ser avaliadas as características geométricas e principalmente capacidade resistente quando da utilização contínua.

As contraflechas, caso existam, estabelecidas no projeto estrutural devem ser obedecidas na execução.

Escoramento:

As fôrmas deverão ser providas de escoramento e travamento convenientemente dimensionados e dispostas de modo a evitar deformações e recalques. Isto significa que



deve ser idealizado de modo a não causarem esforços não previstos no projeto estrutural. O escoramento deve ser de tal sorte que considere as deformações e a flambagem dos materiais e as vibrações a que o mesmo estará submetido.

As escoras das formas devem ser feitas visando garantir a geometria das peças e a segurança da estrutura quando de sua cura. O escoramento deve ser apoiado sobre cunhas, caixas de areia e outros dispositivos de modo a facilitar a remoção das fôrmas, não submetendo a estrutura a impactos.

A retirada do escoramento será feita de acordo com o que foi preconizado no projeto. Qualquer dúvida deverá ser levada ao projetista para que seja dado um parecer técnico. Nesse sentido devem ser considerados os seguintes aspectos:

Nenhuma carga deve ser imposta e nenhum escoramento removido de qualquer parte da estrutura enquanto não houver certeza de que os elementos estruturais e o novo sistema de escoramento têm resistência suficiente para suportar as ações a que estarão sujeitas. Esta decisão é de responsabilidade do profissional responsável.

Nenhuma ação adicional, não prevista no projeto estrutural, deve ser imposta a estrutura ou ao sistema sem que se comprove que o conjunto tem resistência suficiente para suportar as ações a que estarão sujeitas. Esta decisão é de responsabilidade do profissional responsável.

Cuidados ainda devem ser tomados para que seja respeitado o projeto de fôrma das estruturas e realizado escoramento de modo seguro; utilizando para tanto, escoras de boa qualidade e prumo.

As escoras utilizadas podem ser metálicas ou de madeiras maciças roliças, desde que compatíveis seus comprimentos e de prumos em perfeito estado. Não devem ser feitas emendas nas escoras de madeira.

Desfôrmas:

As fôrmas devem ser mantidas até que seja alcançado o período preconizado no projeto e indicado no item de critérios de projeto deste manual. A desfôrma deve seguir as providências estipuladas na NBR 6118/2003. Se forem utilizados agentes desmoldantes, estes devem ser aplicados de acordo com as especificações do fabricante. Devem ser aplicados diretamente nas fôrmas não prejudicando a superfície do concreto.

Concreto:

O concreto usinado deve respeitar as características estipuladas nos critérios de projeto, ficando a cargo da usina contratada a responsabilidade de garantir a integridade do concreto oferecido.

O concreto deve ser lançado de forma que toda a armadura, além dos componentes embutidos previstos no projeto, sejam adequadamente envolvidos na massa de concreto. Em hipótese alguma deve dar-se início ao lançamento após o início da pega do concreto, não é permitido acrescentar água na mistura de forma a retardar o tempo de pega. O concreto contaminado com solo ou qualquer outro tipo de material não deve ser lançado em hipótese alguma. Tais comentários ficam de responsabilidade do executor e responsável técnico da obra.

Caso existam, as juntas de concretagem devem ser realizadas de acordo com o item 9.7 preconizado na NBR 14931/2004.

O adensamento do concreto com vibrador deve ser feito de forma contínua e energicamente; cuidando para que o concreto preencha todos os recantos da fôrma para não formar ninhos e evitar segregação dos agregados por uma vibração



prolongada demais. Evitar a vibração da armadura para que não se forem vazios ao seu redor, com prejuízo da aderência.

Na concretagem, caso as formas sejam de materiais que absorvam umidade, devem ser molhadas até a saturação, mas sem haver excesso com poças ao longo das fôrmas. As formas devem estar limpas e deve-se verificar as condições de estanqueidade das mesmas, de modo que evite a perda de pasta ou argamassa.

Cura:

A cura deve ser realizada com maior critério possível, visando impedir a perda de água destinada à hidratação do cimento presente na mistura. Deve tomar cuidados especiais caso a cura seja realizado num período de baixa umidade relativa do ar.

Com objetiva de conter e impedir a secagem prematura, as superfícies de concreto serão abundantemente umedecidas com água durante pelo menos 3 dias após o lançamento.

Caso exista parte de concreto não protegido por fôrmas e todo aquela já desfôrmando deverá ser curado imediatamente após de endurecido o suficiente para evitar danos à superfície.

A cura adequada também será fato relevante para a redução da permeabilidade e dos efeitos da retratação do concreto, fatores que contribuem para durabilidade da estrutura.

12. Critérios de Manutenção

“A manutenção de uma edificação inclui todos os serviços realizados para prevenir ou corrigir a perda de desempenho decorrente da deterioração dos seus componentes, ou de atualizações nas necessidades dos seus usuários.” Não estão incluídos serviços realizados para alterar o uso da edificação.

Pode-se delegar a gestão da manutenção a uma empresa ou profissional legalmente habilitado de acordo com o item 5.4 da NBR 5674/1999.

A manutenção preventiva de uma edificação deve ser tomada como prioridade dos usuários da estrutura, de modo que não ocorram danos ao longo da vida útil, o que deve, na maioria das ocasiões, evitar manutenção corretiva. Esta ação de segurança significa uma economia cinco vezes mais baixa do qualquer intervenção corretiva.

Toda manutenção deve ser realizada com orientação de profissional habilitado para que sejam previstas todas ações corretas. Este profissional deve manter um cronograma das atividades atualizado, constituindo o que denominamos de sistema de manutenção, em acordo com a NBR- 5674/1999.

O proprietário deve possuir uma estrutura de documentação e registro de informações permanentemente atualizado para propiciar economia na realização dos serviços de manutenção. A documentação e registro devem conter:

- Este manual juntamente com os projetos de instalações, estrutura e fundações além do projeto arquitetônico;
- Registro de todos os serviços de manutenção realizados, guardando os relatórios e orçamentos referentes ao respectivo serviço;
- Registro das reclamações e observações de usuários da edificação e
- Relatório das inspeções realizadas na edificação, classificando –os por empresa ou profissional responsável;

Medidas protetoras podem ser utilizadas, as quais citamos aqui:



- Proteção das superfícies de concreto aparente com hidrofugantes siliconados, ou ainda com vernizes de base acrílico puro, com vernizes de base poliuretano alifático, ou com sistemas duplos, renovados periodicamente a cada 3 a 5 anos, após avaliação de um profissional qualificado.
- Manutenção periódica das vedações das juntas de dilatação, caso existam, para que se evite ação de percolação de água.

Manutenção periódica, após avaliação de um profissional qualificado, de ralos e condutores em superfícies horizontais (calhas) expostas tais como cobertura, pátios, garagens e estacionamentos entre outros.

Deve-se realizar impermeabilização correta, com uma empresa especializada e com profissional habilitada, das vigas baldrame, fundações e lajes expostas, para que se evite contato excessivo de umidade na estrutura. As peças com impermeabilização aparente devem ser inspecionadas periodicamente de preferência uma vez por semestre, visando identificar pontos de fissuras na manta protetora, de acordo com as especificações do fabricante.

A critério do proprietário, porém não mais do que 1 ano, deve-se realizar manutenção e limpeza nas calhas, para que não ocorra vazamentos indesejáveis para estrutura.

Deve-se realizar vistoria visual e técnica a cada 6 meses nas caixas de passagem, caixas gorduras, caso existam, procurando por evidência de trincas ou vazamentos do esgoto reservado. O mesmo para as caixas de condução (cx. areia) da rede pluvial.

Caso possua, sumidouro e fossa séptica, devem ser vistoriadas a cada 6 meses, na busca de possíveis vazamentos. As fossas e sumidouros não devem estar próximos de peças estruturais, como por exemplo fundação. Deve-se respeitar a distância de pelo menos 3,0 o valor nominal do diâmetro da fossa ou o mínimo de 6,0m de alguma peça de fundação, em todas as direções.

13. Critérios de Inspeção

Definimos inspeção de acordo com a NBR 5674/1999, como sendo "avaliação do estado da edificação/estrutura e de suas partes constituintes, realizada para orientar as atividades de manutenção."

As inspeções devem ser feitas em intervalos regulares e registradas em relatórios de conferência padronizados e armazenados de acordo com especificado neste relatório, e ainda tomando como referência a NBR 14037. É importante que tais inspeções sejam realizadas por profissionais habilitados ou empresas também devidamente habilitadas.

Tratando-se inspeção da estrutura de concreto descrita por este manual, deve-se procurar inspecionar problemas relativos ao surgimento de fissuras, pontos de corrosão das armaduras, pontos de oxidação do concreto e deslocamentos excessivos. Em todos os casos aqui mencionados, uma vez observados, devem ser comunicados imediatamente a um profissional habilitado além do projetista da estrutura, para que seja indicada a terapia correta para a patologia observada.

14. Considerações Finais

Consideramos a estrutura e o projeto exeqüível.

Este projeto deverá ser executado por empresa e/ou profissional habilitado realizando todos os registros na prefeitura e CREA-regional.

Todas as normas de controle tecnológico do concreto deverão ser seguidas, assim como as normas de execução de estruturas.



As lajes pré-moldadas deverão ser executadas por profissionais habilitados que apresentarão projeto e registro de responsabilidade técnica do projeto. As direções de montagem do projeto devem seguir as indicadas no projeto de forma da cobertura.



15. Bibliografia utilizada;

- ✓ ABNT NBR 6118:2003, Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- ✓ ABNT NBR 5674, Manutenção de edificações – Procedimento;
- ✓ ANBT NBR 6120:1980, Cargas para o cálculo de estruturas de edificações – Procedimento;
- ✓ ABNT NBR 6122:1996, Projeto e execução de fundações – Procedimento;
- ✓ ABNT NBR 6123:1988, Forças devidas ao vento em edificações – Procedimento;
- ✓ ABNT NBR 8681:2003, Ações e segurança nas estruturas – Procedimento;
- ✓ ABNT NBR 14931:2003, Execução de estruturas de concreto – Procedimento.
- ✓ ABNT NBR 12655:1996, Concreto – Preparo, controle e recebimento – Procedimento.
- ✓ ABNT NBR 12654:1992 – Concreto tecnológico de materiais componentes do concreto – Procedimento.
- ✓ Estruturas de Concreto Armado - fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação, Clímaco J.C.T.S Editora Universidade de Brasília 2005.
- ✓ Técnicas de armar as estruturas de concreto, Fusco P. B., Editora PINI 1 Edição/1995.
- ✓ Concreto Armado – Pfeil W, Editora Livros técnicos e Científicos – 5 Edição/1989.
- ✓ Tratado de Concreto Armado, volumes 1,2,3,4,5,6, Guerrin A. – Editora Hemus 2002.
- ✓ Exercícios de Fundações, Alonso U.R. Editora Edgard Blucher Ltda 12 reimpressão – 2001.
- ✓ Concreto Armado – Morais M.C, Editora McGraw-Hill – 1982.
- ✓ Fundações Teoria e Prática, Editora PINI, 1998.
- ✓ Estruturas de Fundações, Morais, M.C., Editora McGrae-Hill 3 Edição, 1976.
- ✓ Caderno de Muros de Arrimo, Moliterno A ., Editora Edgard Blucher Ltda, 2 Edição revisada 2003.
- ✓ Trincas em Edifícios, Thomaz E, Editora PINI/IPT, São Paulo 1989.



16. Termo de Entrega

EXMO. Sr. desde já colocamo-nos a disposição para maiores esclarecimentos e declaro serem verdadeiras nossas conclusões e que as mesmas foram obtidas com base em nossas análises e documentos de referência conforme esclarecido nas páginas anteriores.

Este relatório foi entregue no dia 03 de setembro de 2013.

Atenciosamente,

R-7 ENGENHARIA LTDA.
Waglisthon Rocha
CREA 63.144 D/MG
Diretor