



# MEMÓRIA DE CÁLCULO

**UFG – UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS**

**TELECOMUNICAÇÕES**

LOCAL: CAMPUS SAMAMBAIA



## INDICE REMISSIVO

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 .....	8
9.	Resultados das peças estruturais .....	8
10.	Sondagem x Fundação.....	18
11.	Critérios de Execução da Estrutura de Concreto Armado.....	18
12.	Critérios de Manutenção.....	21
13.	Critérios de Inspeção.....	22
14.	Considerações Finais .....	23
15.	Bibliografia utilizada;.....	24
16.	Termo de Entrega.....	25



Brasília - DF, 13 de dezembro de 2011.

Ref.: Memória de Cálculo

### **1. Dados do Empreendimento**

Nome: UFG – Telecomunicações  
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 com lajes maciças. As dimensões das peças estão indicadas nos projetos de formas e cortes.

As fundações serão do tipo blocos sobre estacas. As profundidades serão aquelas indicadas no projeto de fundação. A laje de piso para caminhões será concreto armado.

## 6. Premissas adotadas para o projeto:

Concreto: classe C30;

Carregamentos:

- ❖ Cargas acidentais nas lajes: 200 kgf/m<sup>2</sup> para o piso e 100 kgf/m<sup>2</sup> para cobertura;
- ❖ Cargas de revestimentos nas lajes: 120 kgf/m<sup>2</sup>;
- ❖ Peso próprio do concreto: 2500 kgf/m<sup>3</sup>;
- ❖ Peso específico das alvenarias: 1.200 Kgf/m<sup>3</sup>;

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+1.4Q+1.1A+0.84V1)						
Pavimento	Altura Relativa (cm)	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
			Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Cob4	802	11.94	0.13	0.18	0.37	0.07
Cob-3	674	20.88	0.39	1.13	0.17	0.06
Cob2	548	38.79	0.39	1.43	0.09	0.08
Cob-1	475	68.80	0.95	2.17	0.06	0.06
Terreo	200	88.67	0.05	0.10	0.01	0.01

Eixo Y (1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V4)						
Pavimento	Altura Relativa (cm)	Carga Vertical (tf)	Carga Horizontal (tf)		Desloc. Horizontal (cm)	
			Eixo X	Eixo Y	Eixo X	Eixo Y
Cob4	802	11.94	0.13	0.18	0.28	0.35
Cob-3	674	21.21	0.39	1.13	0.06	0.30
Cob2	548	40.44	0.39	1.43	-0.01	0.30
Cob-1	475	67.36	0.95	2.17	-0.03	0.25
Terreo	200	88.12	0.05	0.10	-0.01	0.07

Coeficiente Gama-Z		
	Eixo X	Eixo Y
Momento de tombamento de cálculo (tf.m)	10.49	27.41
Momento de 2a. ordem de cálculo (tf.m)	0.17	0.45
Gama-Z	1.02	1.02

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+1.4V1	17.48	45.69	0.23	0.07	1.01	1.00
G1+G2+S+1.4V1	17.48	45.69	0.18	0.05	1.01	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V1	17.48	45.69	0.27	0.10	1.02	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V1	10.49	27.41	0.17	0.10	<b>1.02</b>	1.00
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V1	17.48	45.69	0.22	0.06	1.01	1.00

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
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V1	10.49	27.41	0.14	0.07	1.01	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V2	17.48	45.69	0.23	0.07	1.01	1.00
G1+G2+S+1.4V2	17.48	45.69	0.18	0.05	1.01	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V2	17.48	45.69	0.27	0.10	1.02	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V2	10.49	27.41	0.17	0.10	1.02	1.00
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V2	17.48	45.69	0.22	0.06	1.01	1.00
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V2	10.49	27.41	0.14	0.07	1.01	1.00
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V3	17.48	45.69	0.00	0.57	1.00	1.01
G1+G2+S+1.4V3	17.48	45.69	0.00	0.42	1.00	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V3	17.48	45.69	0.01	0.65	1.00	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V3	10.49	27.41	0.01	0.45	1.00	1.02
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V3	17.48	45.69	0.02	0.49	1.00	1.01
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V3	10.49	27.41	0.02	0.34	1.00	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4V4	17.48	45.69	0.00	0.58	1.00	1.01
G1+G2+S+1.4V4	17.48	45.69	0.01	0.42	1.00	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+0.98Q+1.1A+1.4V4	17.48	45.69	0.02	0.66	1.00	1.01
1.3G1+1.4G2+1.4S+1.4Q+1.1A+0.84V4	10.49	27.41	0.01	0.45	1.00	1.02
G1+G2+S+0.98Q+1.1A+1.4V4	17.48	45.69	0.02	0.50	1.00	1.01
G1+G2+S+1.4Q+1.1A+0.84V4	10.49	27.41	0.02	0.34	1.00	1.01

#### 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
Cob4	-0.04	-0.01	-0.04	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cob-3	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Cob2	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01
Cob-1	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 1.74%

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
Cob4	0.18	0.01	0.19	0.01	0.16	0.00	0.16	0.00
Cob-3	0.16	0.01	0.16	0.01	0.47	0.00	0.47	0.00
Cob2	0.14	0.01	0.14	0.01	0.47	0.00	0.48	0.00
Cob-1	0.12	0.01	0.12	0.01	1.13	0.00	1.17	0.00
Terreo	0.03	0.00	0.03	0.00	0.06	0.00	0.05	0.00

Variação no deslocamento do topo da edificação: 1.95%

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
Cob4	-0.18	-0.01	-0.19	-0.01	-0.16	0.00	-0.16	0.00
Cob-3	-0.16	-0.01	-0.16	-0.01	-0.47	0.00	-0.47	0.00
Cob2	-0.14	-0.01	-0.14	-0.01	-0.47	0.00	-0.48	0.00



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
Cob-1	-0.12	-0.01	-0.12	-0.01	-1.13	0.00	-1.17	0.00
Terreo	-0.03	0.00	-0.03	0.00	-0.06	0.00	-0.05	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.95%

Caso 8 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
Cob4	0.08	0.34	0.08	0.35	0.00	0.21	0.00	0.21
Cob-3	0.02	0.29	0.03	0.29	0.00	1.35	0.00	1.35
Cob2	0.02	0.27	0.02	0.27	0.00	1.70	0.00	1.71
Cob-1	0.01	0.23	0.01	0.24	0.00	2.58	0.00	2.66
Terreo	0.00	0.07	0.00	0.07	0.00	0.12	0.00	0.11

Varição no deslocamento do topo da edificação: 2.09%

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
Cob4	-0.08	-0.34	-0.08	-0.35	0.00	-0.21	0.00	-0.21
Cob-3	-0.02	-0.29	-0.03	-0.29	0.00	-1.35	0.00	-1.35
Cob2	-0.02	-0.27	-0.02	-0.27	0.00	-1.70	0.00	-1.71
Cob-1	-0.01	-0.23	-0.01	-0.24	0.00	-2.58	0.00	-2.66
Terreo	0.00	-0.07	0.00	-0.07	0.00	-0.12	0.00	-0.11

Varição no deslocamento do topo da edificação: 2.09%

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
Cob4	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00
Cob-3	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00
Cob2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.08	0.00	0.08	0.00
Cob-1	0.02	0.00	0.02	0.00	0.14	0.00	0.14	0.00
Terreo	0.01	0.00	0.01	0.00	0.17	0.00	0.17	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.94%

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
Cob4	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00
Cob-3	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.04	0.00	-0.04	0.00
Cob2	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.08	0.00	-0.08	0.00
Cob-1	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.14	0.00	-0.14	0.00
Terreo	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.17	0.00	-0.17	0.00

Varição no deslocamento do topo da edificação: 1.94%



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
Cob4	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.02
Cob-3	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.04	0.00	0.04
Cob2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.08	0.00	0.08
Cob-1	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.14	0.00	0.14
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.17

Varição no deslocamento do topo da edificação: 2.02%

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
Cob4	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.02
Cob-3	0.00	-0.02	0.00	-0.02	0.00	-0.04	0.00	-0.04
Cob2	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.08	0.00	-0.08
Cob-1	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.14	0.00	-0.14
Terreo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.17	0.00	-0.17

Varição no deslocamento do topo da edificação: 2.02%

### Deslocamentos Horizontais

Verificações	X+	X-	Y+	Y-
Altura total da edificação (cm)	802.00			
Deslocamento limite (cm)	0.47			
Deslocamento característico (cm)	0.18	-0.18	0.34	-0.34
□□	0.30	0.30	0.30	0.30
Deslocamento freqüente (cm)	0.05	-0.05	0.10	-0.10

Pavimento	Altura (cm)	Deslocamento freqüente (cm)				Diferença (cm)				Limite (cm)
		X+	X-	Y+	Y-	X+	X-	Y+	Y-	
Cob4	128.00	0.05	-0.05	0.10	-0.10	0.01	-0.01	0.02	-0.02	0.15
Cob-3	126.00	0.05	-0.05	0.09	-0.09	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.15
Cob2	73.00	0.04	-0.04	0.08	-0.08	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.09
Cob-1	275.00	0.04	-0.04	0.07	-0.07	0.02	-0.02	0.05	-0.05	0.32
Terreo	200.00	0.01	-0.01	0.02	-0.02	0.01	-0.01	0.02	-0.02	0.24

### Imperfeições geométricas globais

Parâmetros	Direção X	Direção Y
Altura total da edificação (cm)	802.00	
Nº de pilares contínuos	8	
Combinação vertical	G1+G2+A+Q	
Gama-Z	1.02	1.02
Ângulo mínimo	1/400	1/400
Ângulo adotado	1/377	1/377

Pavimento	Carga vertical (tf)	Carga aplicada (tf)		Deslocamento (cm)	
		X	Y	X	Y



Pavimento	Carga vertical (tf)	Carga aplicada (tf)		Deslocamento (cm)	
		X	Y	X	Y
Cob4	8.87	0.02	0.02	0.02	0.02
Cob-3	15.61	0.04	0.04	0.02	0.02
Cob2	28.90	0.08	0.08	0.02	0.01
Cob-1	51.44	0.14	0.14	0.02	0.01
Terreo	64.61	0.17	0.17	0.01	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	15 x 45	9.64	0.00
P2	15 x 45	7.35	0.00
P3	15 x 45	3.39	0.00
P4	15 x 45	6.57	0.00
P5	15 x 45	5.58	0.00
P6	15 x 45	4.26	0.00
P7	15 x 45	6.00	0.00
P8	15 x 45	5.03	0.00
P9	15 x 45	2.51	-0.57
P10	15 x 45	15.63	0.00
P11	15 x 45	14.29	0.00
P12	15 x 45	5.06	0.00
P13	15 x 45	2.18	0.00
P14	15 x 45	6.64	0.00
P15	15 x 45	18.26	0.00
P16	15 x 45	14.09	0.00
P17	15 x 45	12.13	0.00
P20	15 x 45	4.65	0.00
P21	15 x 45	13.73	0.00
P22	15 x 45	8.14	0.00
P18	15 x 45	8.44	0.00
P19	15 x 45	5.22	0.00
TOTAL:		169.42	

## 9. Resultados das peças estruturais

### Resultado dos Blocos

Dados						Resultados				
Blocos	ne de (cm)	LB (cm) LH	NTotal (tf)	MB (kgf.m) MH	FB (tf) FH	hb (cm)	As1 (cm <sup>2</sup> ) Ferros As2	As3 (cm <sup>2</sup> ) Ferros As4	As5 (cm <sup>2</sup> ) Ferros As6	As7 (cm <sup>2</sup> ) Ferros





Dados						Resultados				
Blocos	ne de (cm)	LB (cm) LH	NTotal (tf)	MB (kgf.m) MH	FB (tf) FH	hb (cm)	As1 (cm²) Ferros As2	As3 (cm²) Ferros As4	As5 (cm²) Ferros As6	As7 (cm²) Ferros
B1	1 60.00	90.00 90.00	9.64	72.58 1410.15	0.03 0.54		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B2	1 60.00	90.00 90.00	7.35	345.03 1047.77	0.20 0.34		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B3	1 60.00	90.00 90.00	3.39	137.17 529.75	0.06 0.10		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B4	1 60.00	90.00 90.00	6.57	234.80 856.27	0.21 0.06		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B5	1 60.00	90.00 90.00	5.58	132.82 757.55	0.06 0.22		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B6	1 60.00	90.00 90.00	4.26	102.48 1148.02	0.06 0.88		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B7	1 60.00	90.00 90.00	6.00	71.04 1494.86	0.03 1.07		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B8	1 60.00	90.00 90.00	5.03	229.41 971.18	0.26 0.59		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B9	1 60.00	90.00 90.00	2.51	82.01 1091.28	0.05 0.38		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B10	1 60.00	90.00 90.00	15.63	94.83 1474.53	0.02 1.02		1.56 5 ø 6.3 1.25 4 ø 6.3			
B11	1 60.00	90.00 90.00	14.29	240.00 856.03	0.08 0.74		1.37 7 ø 5.0 1.25 4 ø 6.3			
B12	1 60.00	90.00 90.00	5.06	391.79 908.10	0.27 0.37		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B13	1 60.00	90.00 90.00	2.18	60.03 1159.62	0.06 0.43		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B14	1 60.00	90.00 90.00	6.64	138.68 1166.13	0.06 0.34		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			



Dados						Resultados				
Blocos	ne de (cm)	LB (cm) LH	NTotal (tf)	MB (kgf.m) MH	FB (tf) FH	hb (cm)	As1 (cm²) Ferros As2	As3 (cm²) Ferros As4	As5 (cm²) Ferros As6	As7 (cm²) Ferros
B15	1 60.00	90.00 90.00	18.26	182.24 808.86	0.19 0.82		1.56 5 ø 6.3 1.25 4 ø 6.3			
B16	1 60.00	90.00 90.00	14.09	122.21 988.26	0.03 0.76		1.37 7 ø 5.0 1.25 4 ø 6.3			
B17	1 60.00	90.00 90.00	12.13	123.91 1499.09	0.04 0.69		1.18 6 ø 5.0 1.25 4 ø 6.3			
B20	1 60.00	90.00 90.00	4.65	125.63 1164.11	0.05 0.30		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B21	1 60.00	90.00 90.00	13.73	179.03 850.79	0.26 0.54		1.37 7 ø 5.0 1.25 4 ø 6.3			
B22	1 60.00	90.00 90.00	8.14	113.20 1048.58	0.03 0.33		0.98 5 ø 5.0 0.79 4 ø 5.0			
B18-19	2 60.00	270.00 90.00	13.07	1174.48 4421.72	0.34 0.90	105.00	3.52 7 ø 8.0	1.18 6 ø 5.0 2.16 11 ø 5.0	0.98 5 ø 5.0	0.39 ø 5.0 c/12

### Vigas do pavimento Térreo

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V100	2185.10	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V101	806.57 624.89	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1567.52 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0	Aviso 26
V102	987.50 200.12	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1532.92 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0	Aviso 26
V103	1423.41	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V104	447.50	2 ø 10.0		-0.04	2 ø 10.0	2 ø 10.0	Aviso 26
V105	175.34	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V106	1209.69 351.94	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1758.17 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0	Aviso 26
V107	144.03 2083.28	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -3441.42 -0.04	2 ø 10.0 3 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0	Aviso 26
V108	1708.99	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 26
V109	164.83	2 ø 10.0		-0.04	2 ø 8.0		Aviso 26



	1689.64	2 ø 10.0		-2625.54 -0.04	4 ø 8.0 2 ø 8.0		
V110	568.31 1384.67	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -2343.94 -0.04	2 ø 8.0 4 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V111	678.80	2 ø 10.0					Aviso 26
V112	462.04	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 26
V113	2312.71	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V114	525.38 572.59	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1052.86 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V115	2572.40	2 ø 16.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V116	3014.67	2 ø 16.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V117	412.93 540.70	2 ø 12.5 2 ø 12.5		-0.04 -1210.61 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V118	464.67	2 ø 10.0					Aviso 26
V119	595.22	2 ø 12.5		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V120	1534.56 259.41	2 ø 16.0 2 ø 16.0		-0.04 -2450.56 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 10.0 2 ø 8.0		Aviso 26

### Vigas do Cob-1

Viga	Vãos			Nós		
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als
V200	2282.04	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0	
V201	630.63 435.64	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1836.09 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	
V202	385.52	2 ø 10.0		-92.36 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0
V203	29.72	2 ø 10.0	2 ø 10.0	-0.04 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0
V204	884.24 372.07	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1836.85 -0.04	2 ø 8.0 3 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0
V205	108.04 869.23	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1294.34 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0
V206	1568.27	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0	
V207	78.59 886.97	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-0.04 -1298.60 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0
V208	1299.08 1035.23	2 ø 12.5 2 ø 12.5	2 ø 10.0	-0.04 -2078.03 -0.04	2 ø 12.5 2 ø 12.5 2 ø 12.5	2 ø 10.0 2 ø 10.0
V209	795.14	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V210	1275.30	2 ø 10.0		-0.04 -0.04	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0



V211	801.03 177.96	2 ø 12.5 2 ø 12.5		-0.04 -1162.29 -0.04	2 ø 10.0 2 ø 10.0 2 ø 10.0	2 ø 10.0
V212	581.92	2 ø 8.0		-374.48 -674.11	2 ø 8.0 2 ø 8.0	
V213	406.51	2 ø 8.0		-326.21 -322.07	2 ø 10.0 2 ø 10.0	

### Pilares do Cob 01

Dados							Resultados				
Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib lih (cm)	vinc vinc (cm)	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf.m)	MHd topo MHd base (kgf.m)	As b Ferros As h % armad total		Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h
P1 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	8.98 2.79	444 179	1707 285	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		
P2 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	5.41 2.83	1146 295	68 645	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		
P3 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	1.96 0.59	23 34	656 1123	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		
P4 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	3.85 1.85	722 521	950 1589	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		
P5 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	4.97 2.59	45 35	2269 574	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		
P6 1:20	15.00 X 45.00	325.00 325.00	275.00 275.00	RR RR	1.34 0.41	326 112	123 593	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		
P7 1:20	15.00 X 45.00	325.00 325.00	325.00 325.00	RR EL	1.34 0.40	322 120	121 534	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	74.97 49.98
								2.36	3 ø 10.0		
P8 1:20	15.00 X 45.00	325.00 325.00	325.00 325.00	RR EL	1.11 0.24	249 390	84 543	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	74.97 49.98
								2.36	3 ø 10.0		
P9 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	1.87 -1.69	22 27	914 571	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		
P10 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	15.90 7.47	192 76	2693 2220	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
								2.36	3 ø 10.0		

Dados						Resultados				
Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib lih (cm)	vinc vinc (cm)	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf.m)	MHd topo MHd base (kgf.m)	As b Ferros As h % armad total	Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h
P11 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	14.42 6.11	291 114	1379 1096	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
P12 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	348.00 275.00	RR RR	3.66 0.25	778 333	653 717	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	80.27 21.14
P13 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	348.00 275.00	RR RR	1.41 -0.31	310 202	862 442	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	80.27 21.14
P14 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	5.44 2.98	107 61	531 552	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	63.43 21.14
P15 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	348.00 275.00	RR RR	16.41 9.71	713 324	1007 1412	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	80.27 21.14
P16 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	12.55 6.05	94 37	1439 1262	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	63.43 21.14
P17 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	13.40 5.72	86 51	1684 696	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
P18 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	475.00 275.00	RR RR	9.05 2.82	310 85	700 487	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	109.57 21.14
P19 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	475.00 275.00	RR RR	5.68 1.91	170 47	2206 855	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	109.57 21.14
P20 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	3.10 1.45	75 63	995 955	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	63.43 21.14
P21 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	474.00 275.00	RR RR	11.55 6.60	627 540	867 1100	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	109.34 21.14
P22 1:20	15.00 X 45.00	275.00 275.00	275.00 275.00	RR RR	7.13 4.06	55 36	712 423	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	63.43 21.14

### Lajes do Cob 01



Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m <sup>2</sup> )	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L1	12	490.00	315	142	As = 1.21 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	As = 1.21 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	-0.22
L2	15	1485.00	782	729	As = 1.51 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	As = 1.51 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	-0.11

ARMADURA NEGATIVA							
Dados				Resultados			
Viga	Trecho	Laje 1	Laje 2	Reação 1 (kgf.m/m)	Reação 2 (kgf.m/m)	Md (kgf.m/m)	As (cm <sup>2</sup> )
V206	1	L1	L2	328	374	-573	As = 1.80 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)
V208	1	L1	L2	519	2275	-1798	As = 4.13 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/12 - 4.19 cm <sup>2</sup> /m)
V208	2	L1		369		-605	As = 1.80 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)

### Vigas da Cob-2

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V300	729.06	2 ø 10.0		-98.56 -713.61	2 ø 12.5 2 ø 12.5		Aviso 26
V301	657.62 448.60	2 ø 12.5 2 ø 12.5		-1473.21 -962.99 -471.80	2 ø 12.5 2 ø 12.5 2 ø 12.5		Aviso 19
V302	165.86 2995.98	2 ø 10.0 2 ø 12.5		-432.42 -2768.47 -80.28 -3915.83	2 ø 12.5 2 ø 12.5 2 ø 12.5 3 ø 12.5		Aviso 19
V303	364.66	2 ø 8.0		-706.38 -421.37	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 26
V304	54.32	2 ø 10.0	2 ø 10.0	-300.62 -90.57	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0 2 ø 10.0	Aviso 26
V305	456.73	2 ø 8.0		-870.53 -279.85	2 ø 8.0 2 ø 8.0	2 ø 10.0	Aviso 26
V306	1249.50	2 ø 8.0		-2108.25 -2112.45	3 ø 8.0 3 ø 8.0		Aviso 38
V307	2077.05	3 ø 8.0		-1100.69 -1191.20	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 38
V308	545.04	2 ø 8.0		-343.46 -707.77	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Avisos 26, 38
V309	1099.14	2 ø 12.5		-4177.46 -628.18	3 ø 12.5 2 ø 12.5		Aviso 38
V310	1371.35	2 ø 12.5		-29.79 -2281.35	2 ø 12.5 2 ø 12.5		Avisos 28, 38
V311	600.59	2 ø 12.5		-612.17 -434.03	2 ø 12.5 2 ø 12.5	2 ø 10.0	Aviso 26

### Pilares da Cob-2

Dados	Resultados
-------	------------

Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib vinc (cm)	vinc vinc	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf.m)	MHd topo MHd base (kgf.m)	As b Ferros As h % armad total	Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h
P10 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	73.00 73.00	RR RR	8.33 3.71	309 456	2202 2359	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	16.84 5.61
P11 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	73.00 73.00	RR RR	9.04 4.56	315 344	856 983	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	16.84 5.61
P12 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	348.00 73.00	RR RR	2.81 0.63	1076 790	1901 603	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	80.27 5.61
P13 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	348.00 73.00	RR RR	0.71 -0.51	335 320	891 872	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	80.27 5.61
P14 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	73.00 73.00	RR RR	3.65 1.96	172 90	1262 425	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	16.84 5.61
P15 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	348.00 73.00	RR RR	14.11 8.49	918 747	1302 1138	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	80.27 5.61
P16 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	73.00 73.00	RR RR	9.36 4.36	135 119	1629 1039	2.45 2 ø 12.5 3.68 3 ø 12.5 1.1 6 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	16.84 5.61
P17 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	73.00 73.00	RR RR	6.14 3.21	426 80	469 1657	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	16.84 5.61
P18 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	327.00 73.00	RR RR	3.73 2.05	52 130	784 927	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	75.43 5.61
P19 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	327.00 73.00	RR RR	3.99 1.20	79 159	1298 2267	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	75.43 5.61
P20 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	199.00 199.00	RR RR	1.35 0.70	78 58	1297 859	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	45.90 15.30
P21 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	474.00 199.00	RR RR	9.19 5.30	902 650	650 713	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	109.34 15.30
P22 1:20	15.00 X 45.00	348.00 73.00	199.00 199.00	RR RR	4.80 2.72	83 67	1322 770	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	45.90 15.30



### Lajes do Cob -2

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m <sup>2</sup> )	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
R1	12	513.95	750	804	As = 1.72 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	As = 2.12 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	-0.78
R2	12	513.98	509	363	As = 1.21 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	As = 1.21 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	-0.39

### Vigas da Cob-3

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V400	301.30	2 ø 8.0		-731.50 -358.56	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 26
V401	263.45	2 ø 8.0		-669.39 -344.81	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 26
V402	148.27 1128.76	2 ø 10.0 2 ø 10.0		-383.84 -2065.94 -2340.49	2 ø 12.5 2 ø 12.5 2 ø 12.5		Avisos 19, 38
V403	134.13	2 ø 8.0	2 ø 10.0	-322.01 -330.99	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 26
V404	195.05	2 ø 8.0		-513.12 -411.94	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 26
V405	889.33	2 ø 8.0		-1551.31 -1272.25	2 ø 8.0 2 ø 8.0		Aviso 38
V406	4283.37	3 ø 12.5		-1445.40 -4970.66	2 ø 12.5 3 ø 12.5		
V407	1411.89	2 ø 8.0		-2221.79 -2287.28	3 ø 8.0 2 ø 10.0		Aviso 38

### Pilares da Cob-3

Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	Dados			Resultados					
			lib lih (cm)	vinc vinc (cm)	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf.m)	MHd topo MHd base (kgf.m)	As b Ferros As h % armad total	Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h	
P10 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	126.00 126.00	RR RR	4.71 2.51	280 242	335 797	1.57 2.36 0.7	2 ø 10.0 3 ø 10.0 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	29.06 9.69
P11 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	126.00 126.00	RR RR	4.54 2.44	252 293	262 570	1.57 2.36 0.7	2 ø 10.0 3 ø 10.0 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	29.06 9.69
P17 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	126.00 126.00	RR RR	4.71 2.37	289 273	60 251	1.57 2.36 0.7	2 ø 10.0 3 ø 10.0 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	29.06 9.69
P18 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	327.00 126.00	RR RR	3.05 1.64	128 62	451 478	1.57 2.36 0.7	2 ø 10.0 3 ø 10.0 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	75.43 9.69



Dados						Resultados				
Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib vinc (cm)	vinc vinc	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf.m)	MHd topo MHd base (kgf.m)	As b Ferros As h % armad total	Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h
P19 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	327.00 126.00	RR RR	2.80 0.95	78 84	727 318	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	75.43 9.69
P20 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	199.00 199.00	RR RR	1.19 0.48	62 78	1822 1297	1.57 2 ø 10.0 2.36 3 ø 10.0 0.7 6 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	45.90 15.30
P21 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	474.00 199.00	RR RR	9.03 5.09	1360 902	476 650	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	109.34 15.30
P22 1:20	15.00 X 45.00	474.00 126.00	199.00 199.00	RR RR	4.64 2.51	59 83	2180 1322	2.45 2 ø 12.5 4.91 4 ø 12.5 1.5 8 ø 12.5	ø 5.0 c/ 15	45.90 15.30

### Lajes do Cob -3

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m <sup>2</sup> )	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
R1	12	518.84	144	555	As = 1.21 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	As = 1.43 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	-0.55
R2	12	518.84	851	794	As = 1.92 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	As = 1.96 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	-1.03

ARMADURA NEGATIVA							
Dados				Resultados			
Viga	Trecho	Laje 1	Laje 2	Reação 1 (kgf.m/m)	Reação 2 (kgf.m/m)	Md (kgf.m/m)	As (cm <sup>2</sup> )
V406	1	R1	R2	741	754	-754	As = 1.80 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)

### Vigas da Cob-4

Viga	Vãos			Nós			Avisos
	Md (kgf.m)	As	Als	Md (kgf.m)	As	Als	
V500	639.79	2 ø 8.0		-695.24 -816.40	2 ø 8.0 2 ø 8.0		
V501	598.50	2 ø 8.0		-610.02 -692.78	2 ø 8.0 2 ø 8.0		
V502	193.52	2 ø 8.0		-421.92 -414.20	2 ø 8.0 2 ø 8.0		
V503	305.05	2 ø 8.0		-399.36 -281.90	2 ø 8.0 2 ø 8.0		



#### Pilares da Cob-4

Dados							Resultados				
Pilar	Seção (cm)	Nível Altura (cm)	lib lih (cm)	vinc vinc (cm)	Nd máx Nd mín (tf)	MBd topo MBd base (kgf.m)	MHd topo MHd base (kgf.m)	As b As h % armad total	Ferros	Estribo Topo Base cota	Esb b Esb h
P10 1:20	15.00	602.00	128.00	RR	2.87	681	273	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	29.53 9.84
	X	128.00	128.00	RR	1.51	444	158	2.36	3 ø 10.0		
	45.00							0.7	6 ø 10.0		
P11 1:20	15.00	602.00	128.00	RR	2.96	257	855	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	29.53 9.84
	X	128.00	128.00	RR	1.65	153	216	2.36	3 ø 10.0		
	45.00							0.7	6 ø 10.0		
P17 1:20	15.00	602.00	128.00	RR	2.81	597	287	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	29.53 9.84
	X	128.00	128.00	RR	1.43	383	206	2.36	3 ø 10.0		
	45.00							0.7	6 ø 10.0		
P18 1:20	15.00	602.00	327.00	RR	2.10	105	878	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	75.43 9.84
	X	128.00	128.00	RR	1.05	136	227	2.36	3 ø 10.0		
	45.00							0.7	6 ø 10.0		
P19 1:20	15.00	602.00	327.00	RR	1.67	129	573	1.57	2 ø 10.0	ø 5.0 c/ 12	75.43 9.84
	X	128.00	128.00	RR	0.63	68	125	2.36	3 ø 10.0		
	45.00							0.7	6 ø 10.0		

#### Lajes do Cob -4

Nome	Espessura (cm)	Carga (kgf/m <sup>2</sup> )	Mdx (kgf.m/m)	Mdy (kgf.m/m)	Asx	Asy	Flecha (cm)
L1	12	510.00	240	331	As = 1.21 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	As = 1.21 cm <sup>2</sup> /m (ø8.0 c/20 - 2.51 cm <sup>2</sup> /m)	-0.11

#### 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
$a \leq 60$	$\pm 5$
$60 < a \leq 120$	$\pm 7$
$120 < a \leq 250$	$\pm 10$
$a > 250$	$\pm 0,4\%$ 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
$a \leq 3$	$\pm 5$
$3 < a \leq 5$	$\pm 10$
$5 < a \leq 15$	$\pm 15$
$a > 15$	$\pm 20$

**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 desfôrma 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 retração 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 se seguidas, assim como as normas de execução de estruturas.

As lajes pré-moldadas deverão ser excutadas por profissinais 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 13 de Dezembro de 2011.

Atenciosamente,

---

**R-7 ENGENHARIA LTDA.**

**Waglisthon Rocha**

CREA 63.144 D/MG

Diretor