

MINISTÉRIO DAS CIDADES
PROGRAMA SANEAMENTO PARA TODOS
AVANÇAR SANEAMENTO 2017

CONTRATO 0506697-36/2018

PROPONENTE : CESAMA - COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL

MODALIDADE - ABASTECIMENTO DE ÁGUA

**DESCRIÇÃO: AMPLIAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA DE JUIZ DE FORA**

Intervenção 1	Rede de Distribuição das Zonas “H” E “R” em Juiz De Fora - MG
----------------------	--

1º Etapa	TRAMO A- ESTACA A0 À ESTACA 195
-----------------	--

VOLUME 1 – MEMORIAL DESCRITIVO E MEMORIAL DE CÁLCULO

Revisão	Descrição	Data
0	Emissão Inicial	29/12/2017
1	Atendimento considerações CEF	30/07/2018
2	Número de Contrato / Separação 1ª etapa	30/07/2019



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL

JUIZ DE FORA - MG

PROJETO EXECUTIVO PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS “H” E “R” EM JUIZ DE FORA - MG

Contrato 016/2015



VOLUME I

MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS ORÇAMENTO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



FEVEREIRO - 2018



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL
JUIZ DE FORA - MG

PROJETO EXECUTIVO PARA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS
“H” E “R” EM JUIZ DE FORA - MG
Contrato 016/2015

VOLUME I
MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULOS
ORÇAMENTO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS



1ª Revisão

16/02/2018

SUMÁRIO

1	INFORMAÇÕES CADASTRAIS.....	2
	<i>Identificação do Empreendimento</i>	<i>2</i>
	<i>Contratante dos Serviços</i>	<i>2</i>
	<i>Responsabilidade Técnica pelo Projeto de Engenharia.....</i>	<i>2</i>
	<i>Equipe Técnica</i>	<i>3</i>
2	DESCRIÇÃO DO SISTEMA.....	4
3	TOMADA D'ÁGUA	5
4	DERIVAÇÕES.....	6
5	DIMENSIONAMENTO DAS REDES.....	8
	<i>Caracterização da tubulação.....</i>	<i>8</i>
	<i>Trecho 01 – Tomadas d'água ao reservatório do Bairro Retiro.....</i>	<i>8</i>
	<i>Trecho 02 – Derivação na estaca A429+3,74m ao Bairro Samambaia.....</i>	<i>8</i>
	<i>Dimensionamento</i>	<i>8</i>
	<i>Ventosas.....</i>	<i>9</i>
	<i>Registros de descarga</i>	<i>10</i>
	<i>Cálculo dos Empuxos</i>	<i>10</i>
	<i>Cálculo dos Blocos de Ancoragem.....</i>	<i>11</i>
	<i>Caixas para proteção de Aparelhos</i>	<i>12</i>
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13

1 INFORMAÇÕES CADASTRAIS

Identificação do Empreendimento

- Tipologia: Sistema de Abastecimento de Água
- Localidade: Sede
- Município/UF: Juiz de Fora - MG

Contratante dos Serviços

- Razão Social: Companhia de Saneamento Municipal - CESAMA
- CNPJ: 21.572.243/0001-74
- Insc. Estadual: 367.698.776.0099
- Diretor - Presidente: André Borges de Souza
- Endereço: Av. Barão do Rio Branco, 1843, 10º andar, Centro.
- Município/UF: Juiz de Fora - MG
- CEP: 36.013-020
- Telefax: (32) 3239-1245
- Endereço eletrônico: rpinto@cesama.com.br

Responsabilidade Técnica pelo Projeto de Engenharia

- Nome: Ottawa Engenharia Ltda.
- Endereço: Rua Nilton Baldo, 744, Bairro Jardim Paquetá
Belo Horizonte – MG / CEP: 31.330-660
- Telefax: (31) 3418-2175
- Endereço eletrônico: ottawaeng@terra.com.br

Equipe Técnica

- Coordenador Geral do Projeto, Engenheiro Civil:
Carlos Mauro Novais Gonçalves
CREA-MG: 49.318/ D
- Especialista, Engenheiro Civil:
Hudson Costa Rocha
CREA-MG: 99.507/D
- Engenheiro Civil de Estruturas:
Olavo Ianhez Neto
CREA-MG: 154.912/D
- Engenheiro Orçamentista:
Gildácio Pereira Chagas
CREA-MG: 184.893/D
- Engenheira Eletricista:
Coracy Martins
CREA-MG: 36.457/D
- Engenheiro Agrimensor:
Venalço Ornelas de Azevedo
CREA-MG: 75.936/D

2 DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O presente projeto executivo foi desenvolvido a partir do estudo inicial, elaborado pela Cesama, com o intuito de garantir o abastecimento de água à região sudoeste da área urbana da cidade com uma população a ser beneficiada estimada em 56.000 habitantes.

A rede de distribuição iniciará na periferia do centro da cidade, na esquina da Avenida Brasil com a Rua da Bahia, através de uma tomada d'água em rede alimentadora de ferro fundido com 800 mm de diâmetro, abastecida pelo reservatório Henrique Novais. A rede de distribuição, com 400 m de diâmetro, seguirá pela Avenida Brasil, que depois se torna Avenida Francisco Valadares até a ponte sobre o Rio Paraibuna, a partir dessa ponte a avenida torna-se a rodovia BR 267 / Estrada União Indústria, até o trevo com a rodovia LMG 87, onde a rede dividirá em duas. A rede principal continuará com diâmetro de 400 mm, seguirá pelo Bairro Retiro, reduzindo, posteriormente, seu diâmetro para 350 mm até chegar ao reservatório existente do bairro Retiro. A outra linha da rede de distribuição iniciará no trevo, com diâmetro de 200 mm, e seguirá pela rodovia LMG 87 para o Bairro Samambaia. Ao longo do percurso desse trecho o diâmetro da rede é reduzido para 150 mm e chegará ao Bairro Samambaia com 100 mm de diâmetro.

Ao longo de toda rede de distribuição foram previstas derivações e hidrantes, em locais indicados pela Cesama, além de ventosas e descargas, cujos detalhamentos estão apresentados nas peças gráficas que compõe o presente trabalho.

3 TOMADA D'ÁGUA

A Cesama não dispõe de dados de pressões e vazões no ponto indicado para a tomada d'água, contudo, segundo informação dos técnicos da Cesama, as perdas de cargas na alimentadora são desprezíveis, uma vez essa faz parte de uma rede alimentadoras interligadas do sistema de abastecimento de Juiz de Fora. Contudo a Cesama informou que o reservatório Henrique de Novais é responsável por abastecer esse sistema. Apresenta-se a seguir os dados sobre o reservatório:

- Cota do N.A. máximo do reservatório722,093 m
- Cota do N.A. mínimo do reservatório716,993 m

A vazão total da rede de distribuição foi estabelecida pelos técnicos da Cesama em 145,00 L/s.

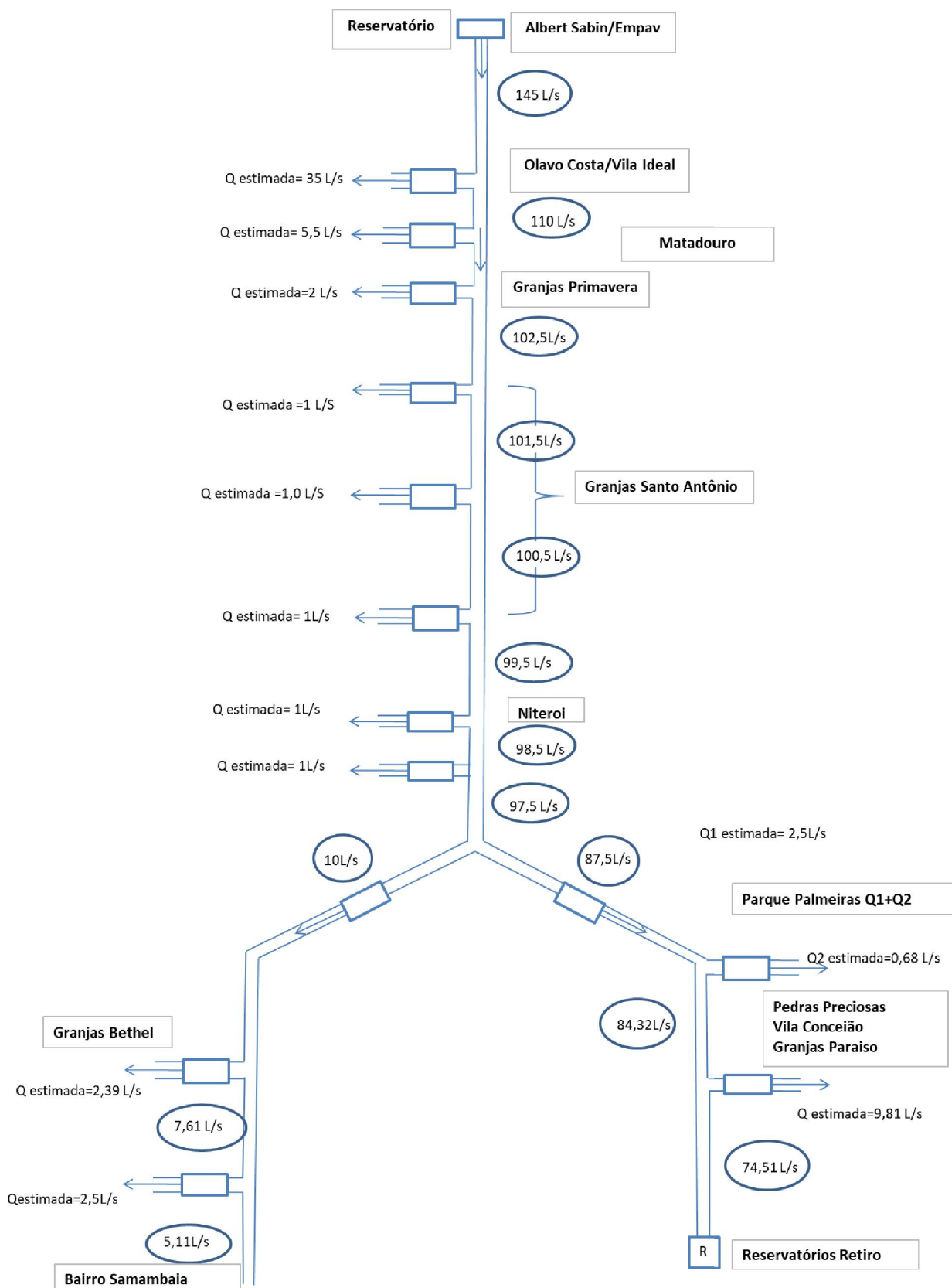
4 DERIVAÇÕES

Ao longo da rede de distribuição foram previstas ao todo 15 derivações, cujos locais e vazões de cada uma foram definidas pelos técnicos da Cesama, conforme croqui apresentado a seguir.

Apresenta-se nas peças gráficas que compõem o presente projeto o detalhamento das derivações.

PROJETO DE EXECUTIVO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R" EM JUIZ DE FORA – MEMORIAL DE DESCRITIVO E DE CÁLCULOS, ORÇAMENTO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Figura 1. Croqui das Derivações



5 DIMENSIONAMENTO DAS REDES

Caracterização da tubulação

Trecho 01 – Tomadas d’água ao reservatório do Bairro Retiro

- Comprimento (L) 12.468,08 m
- Cota piezométrica máxima no ponto de tomada d’água 722,093 m
- Cota piezométrica mínima no ponto de tomada d’água 716,993 m
- Material da adutora PVC DEFOFO/FºFº
- Diâmetro da tubulação (D) 400/350 mm

Inicialmente foi realizada a simulação do funcionamento da rede com as reduções de diâmetros de acordo com o projeto básico fornecido pela Cesama, contudo, constatou-se que essas reduções ocasionariam perdas de cargas excessivas que comprometeriam o atendimento do reservatório do Bairro Retiro, portanto foi realizado um novo estudo de diâmetros da rede de forma a gerar baixas perdas de cargas e, conseqüentemente, garantir o atendimento do referido reservatório.

Trecho 02 – Derivação na estaca A429+3,74m ao Bairro Samambaia

- Comprimento (L) 4.384,00 m
- Cota piezométrica máxima no ponto de tomada d’água 722,093 m
- Cota piezométrica mínima no ponto de tomada d’água 705,423 m
- Material da adutora FºFº
- Diâmetro da tubulação (D) 200/150/100 mm

Dimensionamento

Com base dos dados do perfil da rede alimentadora elaborou-se a simulação de seu funcionamento a partir das seguintes premissas e considerações:

- A rede foi dimensionada de acordo com as normas e preconizações da ABNT (NBR 12.218);
- No cálculo das perdas de cargas contínuas na rede, optou-se pelo emprego da fórmula racional de Darcy-Weisbach, dada pela expressão:

$$hf = \frac{8f}{\pi^2 \times g} \times \frac{Q^2}{D^5} \times L, \text{ onde:}$$

hf → perda de carga contínua

Q → vazão

D → diâmetro

L → comprimento do trecho

g → aceleração da gravidade $\cong 9,81 \text{ m/s}^2$

π → número irracional $\cong 3,1416$

f → coeficiente de atrito, calculado a partir da fórmula de Churchill.

$$f = 8 \times \left[\left(\frac{8}{\text{Re}} \right)^{12} + \left(\frac{A+B}{7} \right)^{3/2} \right]^{1/12}, \text{ onde}$$

$$A = \left[2.457 \times \ln \left(\frac{1}{\left(\frac{7}{\text{Re}} \right)^{0.9} + \frac{0.27 \times K}{D}} \right) \right]^{16}$$

$$B = \left(\frac{37530}{\text{Re}} \right)^{16}$$

$$\text{Re} = \frac{VD}{\nu} \quad (\text{número de Reynolds})$$

V → velocidade média na seção de escoamento

ν → viscosidade cinemática da água $\cong 1,011 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

K → rugosidade média das paredes internas da tubulação

Para PVC K = 0,015 mm e para FºFº K = 0,05 mm

Apresentam-se em anexo os quadros de pressões que contem os resultados da simulação do funcionamento da rede alimentadora no qual se pode observar o bom desempenho da mesma.

Ventosas

Para cada um dos pontos altos da rede previu-se a implantação de ventosas tríplex função, dispositivo este que cumpre a função de expulsar o ar da tubulação durante o seu enchimento e mesmo durante seu funcionamento, ao mesmo tempo em que permite também a entrada de ar durante as manobras de

esvaziamento da tubulação, de forma de se evitar depressões na mesma.

Registros de descarga

Nos pontos baixos da rede serão instalados registros de descarga que permitirão, caso seja necessário, o completo ou parcial esvaziamento da mesma.

Cálculo dos Empuxos

Equações para o cálculo dos empuxos:

$$|R_x| = (PA + \rho QU)(1 - \cos \theta)$$

$$|R_y| = (PA + \rho QU)\sin \theta$$

$$|R| = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Onde:

P = Pressão interna na tubulação no ponto em estudo.

Θ = Deflexão do eixo da tubulação.

Q = Vazão na seção em estudo.

ρ = Densidade do fluido, constante (1.000 Kg/m³)

A = Área da seção transversal no ponto em estudo.

U = Velocidade do fluxo.

A partir das condições operacionais previstas para a rede, foram calculados através da formulação matemática anteriormente descrita, os empuxos para assituações mais críticas de pressão e previu-se ao longo desta rede, em seus pontos de deflexão, a implantação de blocos de ancoragem em concreto com geometria adequada a cada situação de projeto, porem capazes de absorver os esforços a que estarão submetidos e transmiti-los ao solo sem permitir a movimentação da tubulação.

Apresenta-se a seguir a tabela de localização e resultados para as situações críticas de projeto investigadas:

Tabela 1. Empuxos em Conduitos Forçados nas Situações Críticas

Blocos	Estaca	Deflexão no eixo da tubulação graus	Pressão interna no tubo mca	Vazão L/s	Diâmetro da tubulação mm	Área da seção transversal m²	Velocidade do fluxo na tubulação m/s	R _x t	R _y t	R t
1	564+13,00	90	95,49	82,32	400	0,126	0,66	12,01	12,01	16,98
2	78	45	31,37	110,00	400	0,126	0,88	1,16	2,79	3,02
3	492	22	105,72	83,00	400	0,126	0,66	0,97	4,98	5,07
4	578+13,60	22	101,83	72,51	350	0,096	0,75	0,71	3,67	3,74
5	614+6,00	90	100,28	72,51	350	0,096	0,75	9,65	9,65	13,65
6	53+16,00	11	102,57	7,61	200	0,031	0,24	0,06	0,61	0,62
7	55+7,00	22	102,95	7,61	200	0,031	0,24	0,24	1,21	1,23
8	3+15,00	45	160,56	5,11	200	0,031	0,16	1,48	3,57	3,86
9	152+15,17	11	160,59	5,11	150	0,018	0,29	0,05	0,54	0,54
10	147+11,85	22	160,56	5,11	150	0,018	0,29	0,21	1,06	1,08
11	218+3,62	11	186,26	5,11	100	0,008	0,65	0,03	0,28	0,28
12	214	45	186,26	5,11	100	0,008	0,65	0,43	1,03	1,12

Cálculo dos Blocos de Ancoragem

Admitiram-se dois modelos de blocos de ancoragem para as situações mais críticas de projeto, ambos com taxa mínima de armação, e que serão utilizados nas diversas situações previstas.

Bloco de Ancoragem tipo 01

- Utilização Curvas 90°
- Comprimento 1,20 m
- Largura 1,00 m
- Altura 1,00 m
- Empuxo crítico 169,8 kN
- Área de contato 1,20 m²
- Tensão no concreto e no solo 141,50 kN/m²

Bloco de Ancoragem tipo 02

- Utilização Curvas 11°, 22° e 45°
- Comprimento 0,80 m
- Largura 0,80 m
- Altura 0,80 m
- Empuxo crítico 38,6 kN
- Área de contato 0,64 m²
- Tensão no concreto e no solo 60,31 kN/m²

Caixas para proteção de Aparelhos

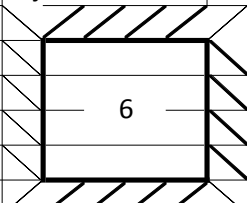
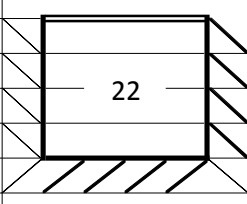
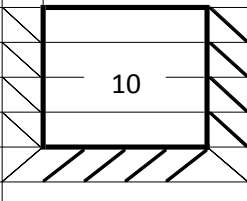
Com o propósito de proteger as diversas montagens hidráulicas previstas em projeto admitiram-se três modelos de caixas em concreto armado para proteção de aparelhos, denominadas Tipo “A”, Tipo “B” e Tipo “C” cujos dimensionamentos geométricos e estruturais estão apresentados a seguir:

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abastecimento de Água para Consumo Humano / Léo Heller, Valter Lúcio de Pádua – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006;
2. Fundamentos de Engenharia Hidráulica / Márcio Benedito Baptista, Márcia Maria Lara Pinto Coelho. – Belo Horizonte: Editora UFMG – Escola de Engenharia da UFMG, 2002. 440p;
3. Hidráulica Geral / Paschoal Silvestre. – Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, Editora S.A., 1983;
4. Problemas de Mecânica dos Fluidos / Francisco de Assis A. Bastos.
5. Termo de Referência Para Elaboração de Projeto para Rede de Distribuição da Zona "H" e "R" - Avenida Brasil Junto à Ponte Carlos Otto até o Bairro Retiro no Município De Juiz De Fora / Ministério das Cidades / Prefeitura de Juiz de Fora - CESAMA



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA									
JUIZ DE FORA - MG									
PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES									
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"									
CAIXA TIPO "A"									
1.0.0 CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS									
								30,0	MPa
								500,0	MPa
								2,9E+07	kN/m ²
								210,0	GPa
								24,0	kN/m ³
								16,0	kN/m ³
								18,0	kN/m ³
								25,0	kN/m ³
								10,0	kN/m ³
								0,125	mm
								0,350	
2.0.0 GEOMETRIA DA ESTRUTURA									
2.1.0 Fundo e paredes									
								2,00	m
								2,00	m
								1,70	m
								0,20	m
								0,20	m
2.2.0 Tampas pré-moldadas									
2.2.1 Tipo "1"									
								2,40	m
								1,10	m
								0,20	m
								0,70	m
								0,20	m
								0,40	m
2.2.2 Tipo "2"									
								2,40	m
								0,65	m
								0,20	m
								0,25	m
								0,20	m
								0,40	m
3.0.0 CARREGAMENTO DA ESTRUTURA									
3.1.0 Cargas verticais									
								3,00	kN/m ²
				0,05	x	18,00		0,90	kN/m ²
				0,15	x	16,00		2,40	kN/m ²

COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA												
JUIZ DE FORA - MG												
PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES												
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"												
CAIXA TIPO "A"												
	Solo compactado			0,50	x	18,00					9,00	kN/m ²
	Peso próprio da tampa			0,20	x	25,00					5,00	kN/m ²
	Carga distribuida sobre a tampa									q ₁ =	15,30	kN/m ²
	Peso próprio das paredes			2,99	m ³ x	25,0	m	/	5,8 m ²		12,99	kN/m ²
	Carga distribuida no fundo									q ₂ =	28,29	kN/m ²
3.2.0	Cargas horizontais											
	Pressão hidrostática			1,90	x	10,00					19,00	kN/m ²
	Empuxo ativo			0,90	x	18,00	x	0,35			5,67	kN/m ²
				2,80	x	18,00	x	0,35			17,64	kN/m ²
	A favor da segurança, as cargas horizontais serão aplicadas à estrutura separadamente, sem combinação de carregamentos ou superposição de efeitos											
4.0.0	CÁLCULO DOS ESFORÇOS SOLICITANTES											
4.1.0	Laje de fundo											
		Tabela de Bares			Carga uniforme							
		Ly =	2,20	m	μ _x =	2,02	M _x =	2,77	kNxm/m			
		L _x =	2,20	m	μ' _x =	5,15	X _x =	7,05	kNxm/m			
		λ =	1,00		μ _y =	2,02	M _y =	2,77	kNxm/m			
					μ' _y =	5,15	X _y =	7,05	kNxm/m			
	Paredes											
	Situação "a" Carga hidrostática											
		Tabela de Bares			Carga triangular							
		La =	1,80	m	μ _x =	1,22	M _x =	0,75	kNxm/m			
		Lb =	2,20	m	μ' _x =	4,53	X _x =	2,79	kNxm/m			
		L =	1,80	m	μ _y =	1,63	M _y =	1,00	kNxm/m			
		λ =	0,82		μ _y b =	1,55	M _y b =	0,95	kNxm/m			
					μ' _y =	3,77	X _y =	2,32	kNxm/m			
					μ' _y b =	2,44	X _y b =	1,50	kNxm/m			
	Situação "b" Empuxo ativo											
	A carga trapezoidal foi decomposta em uniforme e triangular											
		Tabela de Bares			Carga uniforme							
		La =	1,80	m	μ _x =	1,73	M _x =	0,32	kNxm/m			
		Lb =	2,20	m	μ' _x =	8,65	X _x =	1,59	kNxm/m			
		L =	1,80	m	μ _y =	3,86	M _y =	0,71	kNxm/m			
		λ =	0,82		μ _y b =	6,45	M _y b =	1,18	kNxm/m			
					μ' _y =	8,77	X _y =	1,61	kNxm/m			
					μ' _y b =	13,3	X _y b =	2,43	kNxm/m			



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA

JUIZ DE FORA - MG

PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"

CAIXA TIPO "A"

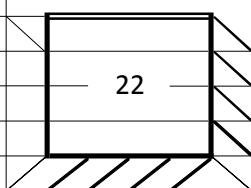


Tabela de Bares

La = 1,80 m
Lb = 2,20 m
L = 1,80 m
 $\lambda = 0,82$

$\mu_x = 1,22$
 $\mu'_x = 4,53$
 $\mu_y = 1,63$
 $\mu_{yb} = 1,55$
 $\mu'_y = 3,77$
 $\mu'_{yb} = 2,44$

Carga triangular

Mx = 0,47 kNxm/m
Xx = 1,76 kNxm/m
My = 0,63 kNxm/m
Myb = 0,60 kNxm/m
Xy = 1,46 kNxm/m
Xyb = 0,95 kNxm/m

Superposição dos efeitos relativos ao carregamentos uniforme e o triangular que compõem a carga trapezoidal

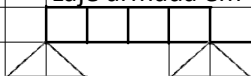
Mx = 0,79
My = 1,34

Xx = 3,35
Xy = 3,07

Myb = 1,79
Xyb = 3,38

Tampas
Tipo "1"

Laje armada em única direção e viga biapoiada



L = 2,20 m
c = 0,55 m

Laje

MLx = 2,31 kNxm/m

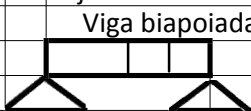
Viga

MVx = 5,09 kNxm

4.3.1 Tipo "2"

01/03

Laje armada em única direção e viga biapoiada



Viga biapoiada

L = 2,20 m
c = 0,33 m

Laje

MLx = 0,81 kNxm/m

Viga

MVx = 3,01 kNxm

5.0.0 CÁLCULO DAS ARMADURAS

5.1.0 Tampas
Tipo "1"

1 MLx = 2,31

As = 0,51

A's = 0,00

Ø de 6,3 mm a cada 61,6 cm

2 MVx = 5,09

As = 0,48

A's = 0,00

2 Ø de 6,3 mm

Tipo "2"

3 MLx = 0,81

As = 0,18

A's = 0,00

Ø de 6,3 mm a cada 177 cm

4 MVx = 3,01

As = 0,28

A's = 0,00

1 Ø de 6,3 mm

5.2.0 Paredes

Momentos devido a carga hidrostática

5 Mx = 0,75

As = 0,16

A's = 0,00

Ø de 6,3 mm a cada 190 cm

6 Xx = 2,79

As = 0,61

A's = 0,00

Ø de 6,3 mm a cada 51,1 cm

Marcelo Mello do Amaral
Engenheiro Civil – CREA MG 68770/D
ART 14201700000004001868

COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA									
JUIZ DE FORA - MG									
PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES									
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"									
CAIXA TIPO "B"									
1.0.0	CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS								
	Resistencia característica do Concreto (Fck)							30,0	MPa
	Resistencia característica do Aço (Fyk)							500,0	MPa
	Módulo de elasticidade do concreto							2,9E+07	kN/m ²
	Módulo de elasticidade do aço							210,0	GPa
	Peso específico do pavimento asfáltico							24,0	kN/m ³
	Peso específico da bica corrida							16,0	kN/m ³
	Peso específico do solo compactado							18,0	kN/m ³
	Peso específico do concreto							25,0	kN/m ³
	Peso específico da água							10,0	kN/m ³
	Abertura máxima das fissuras do concreto							0,125	mm
	Coeficiente de empuxo ativo (Ka)							0,350	
2.0.0	GEOMETRIA DA ESTRUTURA								
2.1.0	Fundo e paredes								
	Comprimento							2,50	m
	Largura							2,00	m
	Altura							1,70	m
	Espessura da laje de fundo							0,20	m
	Espessura das paredes							0,20	m
2.2.0	Tampas pré-moldadas								
2.2.1	Tipo "1"								
	Comprimento							2,40	m
	Largura							1,10	m
	Espessura da laje							0,20	m
	Vão livre da laje							0,70	m
	Largura da nervura							0,20	m
	Altura da nervura							0,40	m
2.2.2	Tipo "2"								
	Comprimento							2,40	m
	Largura							0,65	m
	Espessura da laje							0,20	m
	Vão livre da laje							0,25	m
	Largura da nervura							0,20	m
	Altura da nervura							0,40	m
3.0.0	CARREGAMENTO DA ESTRUTURA								
3.1.0	Cargas verticais								
	Sobrecarga							5,00	kN/m ²
	Revestimento asfáltico	0,05	x	18,00				0,90	kN/m ²
	Base bica corrida	0,15	x	16,00				2,40	kN/m ²

COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA

JUIZ DE FORA - MG

PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"

CAIXA TIPO "B"

Solo compactado	0,50	x	18,00			9,00 kN/m ²
Peso próprio da tampa	0,20	x	25,00			5,00 kN/m ²
Carga distribuída sobre a tampa					$q_1 =$	17,30 kN/m ²
Peso próprio das paredes	2,99	m ³ x	25,0 m	/	7,0 m ²	10,75 kN/m ²
Carga distribuída no fundo					$q_2 =$	28,05 kN/m ²

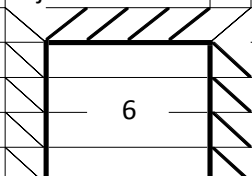
3.2.0 Cargas horizontais

Pressão hidrostática	1,90	x	10,00			19,00 kN/m ²
Empuxo ativo	0,90	x	18,00	x	0,35	5,67 kN/m ²
	2,80	x	18,00	x	0,35	17,64 kN/m ²

A favor da segurança, as cargas horizontais serão aplicadas à estrutura separadamente, sem combinação de carregamentos ou superposição de efeitos

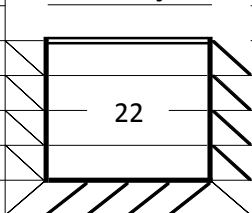
4.0.0 CÁLCULO DOS ESFORÇOS SOLICITANTES

4.1.0 Laje de fundo

	Tabela de Bares		Carga uniforme		
	Ly =	2,70 m	$\mu x =$	2,97	Mx = 4,03 kNxm/m
	Lx =	2,20 m	$\mu'x =$	6,67	Xx = 9,05 kNxm/m
	$\lambda =$	1,23	$\mu y =$	1,83	My = 2,48 kNxm/m
			$\mu'y =$	5,64	Xy = 7,66 kNxm/m

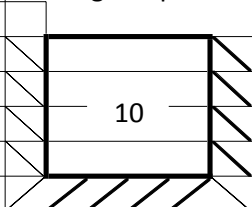
Paredes

Situação "a" Carga hidrostática

	Tabela de Bares		Carga triangular		
	La =	1,80 m	$\mu x =$	1,22	Mx = 0,75 kNxm/m
	Lb =	2,20 m	$\mu'x =$	4,53	Xx = 2,79 kNxm/m
	L =	1,80 m	$\mu y =$	1,63	My = 1,00 kNxm/m
	$\lambda =$	0,82	$\mu yb =$	1,55	Myb = 0,95 kNxm/m
			$\mu'y =$	3,77	Xy = 2,32 kNxm/m
			$\mu'yb =$	2,44	Xyb = 1,50 kNxm/m

Situação "b" Empuxo ativo

A carga trapezoidal foi decomposta em uniforme e triangular

	Tabela de Bares		Carga uniforme		
	La =	1,80 m	$\mu x =$	1,73	Mx = 0,32 kNxm/m
	Lb =	2,20 m	$\mu'x =$	8,65	Xx = 1,59 kNxm/m
	L =	1,80 m	$\mu y =$	3,86	My = 0,71 kNxm/m
	$\lambda =$	0,82	$\mu yb =$	6,45	Myb = 1,18 kNxm/m
			$\mu'y =$	8,77	Xy = 1,61 kNxm/m
			$\mu'yb =$	13,3	Xyb = 2,43 kNxm/m



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA

JUIZ DE FORA - MG

PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"

CAIXA TIPO "B"

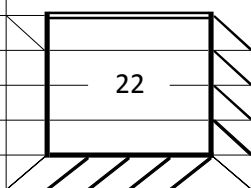


Tabela de Bares

La = 1,80 m

Lb = 2,20 m

L = 1,80 m

 $\lambda = 0,82$ $\mu_x = 1,22$ $\mu'_x = 4,53$ $\mu_y = 1,63$ $\mu_{yb} = 1,55$ $\mu'_y = 3,77$ $\mu'_{yb} = 2,44$

Carga triangular

Mx = 0,47 kNm/m

Xx = 1,76 kNm/m

My = 0,63 kNm/m

Myb = 0,60 kNm/m

Xy = 1,46 kNm/m

Xyb = 0,95 kNm/m

Superposição dos efeitos relativos ao carregamentos uniforme e o triangular que compõem a carga trapezoidal

Mx = 0,79

My = 1,34

Xx = 3,35

Xy = 3,07

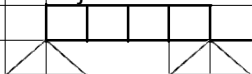
Myb = 1,79

Xyb = 3,38

Tampas

Tipo "1"

Laje armada em única direção e viga biapoiada



L = 2,20 m

c = 0,55 m

Laje

MLx = 2,62 kNm/m

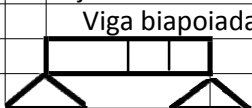
Viga

MVx = 5,76 kNm

4.3.1 Tipo "2"

01/03

Laje armada em única direção e viga biapoiada



Viga biapoiada

L = 2,20 m

c = 0,33 m

Laje

MLx = 0,91 kNm/m

Viga

MVx = 3,40 kNm

5.0.0 CÁLCULO DAS ARMADURAS

5.1.0 Tampas

Tipo "1"

1 MLx = 2,62

As = 0,57

A's = 0,00

 \emptyset de 6,3 mm a cada 54,5 cm

2 MVx = 5,76

As = 0,54

A's = 0,00

2 \emptyset de 6,3 mm

Tipo "2"

3 MLx = 0,91

As = 0,20

A's = 0,00

 \emptyset de 6,3 mm a cada 156 cm

4 MVx = 3,40

As = 0,32

A's = 0,00

2 \emptyset de 6,3 mm

5.2.0 Paredes

Momentos devido a carga hidrostática

5 Mx = 0,75

As = 0,16

A's = 0,00

 \emptyset de 6,3 mm a cada 190 cm

6 Xx = 2,79

As = 0,61

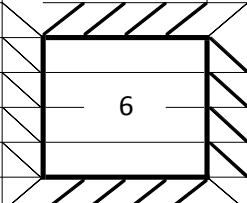
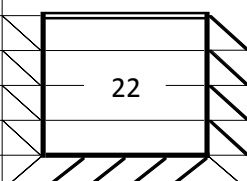
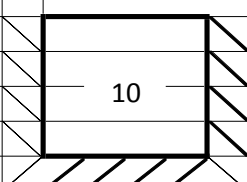
A's = 0,00

 \emptyset de 6,3 mm a cada 51,1 cm

Marcelo Mello do Amaral
Engenheiro Civil – CREA MG 68770/D
ART 14201700000004001868

COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA												
JUIZ DE FORA - MG												
PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES												
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"												
CAIXA TIPO "C"												
	Solo compactado			0,50	x	18,00			9,00 kN/m ²			
	Peso próprio da tampa			0,20	x	25,00			5,00 kN/m ²			
	Carga distribuida sobre a tampa								q ₁ =	17,30 kN/m ²		
	Peso próprio das paredes			2,99	m ³	x	25,0	m	/	11,6	m ²	6,47 kN/m ²
	Carga distribuida no fundo								q ₂ =	23,77 kN/m ²		
3.2.0	Cargas horizontais											
	Pressão hidrostática			1,90	x	10,00			19,00 kN/m ²			
	Empuxo ativo			0,90	x	18,00	x	0,35	5,67 kN/m ²			
				2,80	x	18,00	x	0,35	17,64 kN/m ²			
A favor da segurança, as cargas horizontais serão aplicadas à estrutura separadamente, sem combinação de carregamentos ou superposição de efeitos												
4.0.0	CÁLCULO DOS ESFORÇOS SOLICITANTES											
4.1.0	Laje de fundo											
		Tabela de Bares										
		Ly =	3,20	m	μ _x =	2,02	M _x =	4,92	kNxm/m			
		Lx =	3,20	m	μ' _x =	5,15	X _x =	12,54	kNxm/m			
		λ =	1,00		μ _y =	2,02	M _y =	4,92	kNxm/m			
					μ' _y =	5,15	X _y =	12,54	kNxm/m			
	Paredes											
	Situação "a" Carga hidrostática											
		Tabela de Bares										
		La =	1,80	m	μ _x =	0,97	M _x =	0,60	kNxm/m			
		Lb =	3,20	m	μ' _x =	8,22	X _x =	5,06	kNxm/m			
		L =	1,80	m	μ _y =	1,58	M _y =	0,97	kNxm/m			
		λ =	0,56		μ _y b =	2,51	M _y b =	1,55	kNxm/m			
					μ' _y =	4,56	X _y =	2,81	kNxm/m			
					μ' _y b =	5,47	X _y b =	3,37	kNxm/m			
	Situação "b" Empuxo ativo											
	A carga trapezoidal foi decomposta em uniforme e triangular											
		Tabela de Bares										
		La =	1,80	m	μ _x =	1,62	M _x =	0,30	kNxm/m			
		Lb =	3,20	m	μ' _x =	17,4	X _x =	3,20	kNxm/m			
		L =	1,80	m	μ _y =	4,86	M _y =	0,89	kNxm/m			
		λ =	0,56		μ _y b =	9,99	M _y b =	1,84	kNxm/m			
					μ' _y =	12,5	X _y =	2,29	kNxm/m			
					μ' _y b =	25,26	X _y b =	4,64	kNxm/m			



COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA

JUIZ DE FORA - MG

PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES

REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"

CAIXA TIPO "C"

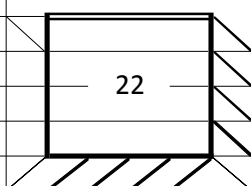


Tabela de Bares

$L_a = 1,80 \text{ m}$	$\mu_x = 0,97$	$M_x = 0,38 \text{ kNxm/m}$
$L_b = 3,20 \text{ m}$	$\mu'_x = 8,22$	$X_x = 3,19 \text{ kNxm/m}$
$L = 1,80 \text{ m}$	$\mu_y = 1,58$	$M_y = 0,61 \text{ kNxm/m}$
$\lambda = 0,56$	$\mu_{yb} = 2,51$	$M_{yb} = 0,97 \text{ kNxm/m}$
	$\mu'_y = 4,56$	$X_y = 1,77 \text{ kNxm/m}$
	$\mu'_{yb} = 5,47$	$X_{yb} = 2,12 \text{ kNxm/m}$

Carga triangular

Superposição dos efeitos relativos ao carregamentos uniforme e o triangular que compõem a carga trapezoidal

$M_x = 0,67$

$X_x = 6,38$

$M_{yb} = 2,81$

$M_y = 1,51$

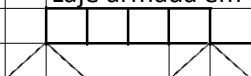
$X_y = 4,06$

$X_{yb} = 6,76$

Tampas

Tipo "1"

Laje armada em única direção e viga biapoiada



$L = 3,20 \text{ m}$

Laje

$ML_x = 2,62 \text{ kNxm/m}$

$c = 0,55 \text{ m}$

Viga

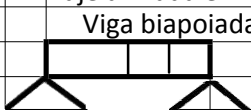
$MV_x = 12,18 \text{ kNxm}$

4.3.1

Tipo "2"

01/03

Laje armada em única direção e viga biapoiada



Viga biapoiada

$L = 3,20 \text{ m}$

Laje

$ML_x = 0,91 \text{ kNxm/m}$

$c = 0,33 \text{ m}$

Viga

$MV_x = 7,20 \text{ kNxm}$

5.0.0 CÁLCULO DAS ARMADURAS

5.1.0 Tampas

Tipo "1"

1	$ML_x = 2,62$	$As = 0,57$	$A's = 0,00$	\emptyset de	6,3 mm	a cada	54,5 cm
2	$MV_x = 12,18$	$As = 1,16$	$A's = 0,00$	4 \emptyset de	6,3 mm		

Tipo "2"

3	$ML_x = 0,91$	$As = 0,20$	$A's = 0,00$	\emptyset de	6,3 mm	a cada	156 cm
4	$MV_x = 7,20$	$As = 0,68$	$A's = 0,00$	3 \emptyset de	6,3 mm		

5.2.0 Paredes

Momentos devido a carga hidrostática

5	$M_x = 0,60$	$As = 0,13$	$A's = 0,00$	\emptyset de	6,3 mm	a cada	239,5 cm
6	$X_x = 5,06$	$As = 1,11$	$A's = 0,00$	\emptyset de	6,3 mm	a cada	28,0 cm

Marcelo Mello do Amaral
Engenheiro Civil – CREA MG 68770/D
ART 14201700000004001868

COMPANHIA DE SANEAMENTO MUNICIPAL - CESAMA											
JUIZ DE FORA - MG											
PROJETO ESTRUTURAL E DE FUNDAÇÕES											
REDE DE DISTRIBUIÇÃO DAS ZONAS "H" E "R"											
CAIXA TIPO "C"											
	7	My = 0,97	As = 0,21	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 146,9 cm					
	8	Myb = 1,55	As = 0,34	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 92,4 cm					
	9	Xy = 2,81	As = 0,61	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 50,8 cm					
	10	Xyb = 3,37	As = 0,74	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 42,3 cm					
Momentos decorrente do empuxo ativo com superposição dos efeitos relativos ao carregamentos uniforme e o triangular que compõem a carga trapezoidal											
	11	Mx = 0,67	As = 0,15	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 212,2 cm					
	12	Xx = 6,38	As = 1,41	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 22,2 cm					
	13	My = 1,51	As = 0,33	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 94,8 cm					
	14	Myb = 2,81	As = 0,61	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 50,7 cm					
	15	Xy = 4,06	As = 0,89	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 35,0 cm					
	16	Xyb = 6,76	As = 1,49	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 20,9 cm					
5.3.0 Fundo											
Momentos devido a carga vertical											
	17	Mx = 4,92	As = 1,08	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 28,9 cm					
	18	Xx = 12,54	As = 3,52	A's = 0,00	Ø de 10,0 mm	a cada 22,3 cm					
	19	My = 4,92	As = 1,08	A's = 0,00	Ø de 6,3 mm	a cada 28,9 cm					
	20	Xy = 12,54	As = 3,52	A's = 0,00	Ø de 10,0 mm	a cada 22,3 cm					
5.4.0 Armadura mínima											
A NBR 6118 prescreve a armadura mínima de flexão de em 0,15% da seção de concreto, logo:											
Para as lajes com espessura de 20 cm											
		As = 1,50 cm ² /m	em cada face	Ø de 6,3 mm	a cada 20,8 cm						
Para as vigas com seção 20/40 cm											
		As = 1,20 cm ²		1 Ø de 12,5 mm							



*RUA NILTON BALDO, 744 - BAIRRO JARDIM PAQUETÁ
CEP 31.330-660. BELO HORIZONTE - MINAS GERAIS*

Endereço Eletrônico: ottawaeng@terra.com.br /Telefax: (31) 3418-2175