



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



# **FUNASA**

## **FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE**

**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**  
**VOLUME IV – PROJETO ESTRUTURAL**  
**LOCALIDADE: LUIS PIRES**  
**CORAÇÃO DE JESUS – MG**

**MEMORIAL DE CÁLCULO E DESENHOS**

---

---

**DEZEMBRO / 2013**

---

---





## SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.....	1
2. NORMAS UTILIZADAS.....	1
3. MEMÓRIA DE CÁLCULO .....	2
4. PEÇAS GRÁFICAS.....	26

## 1. APRESENTAÇÃO

A DESPRO apresenta a seguir o **Projeto Estrutural do Sistema de Abastecimento de Água** da localidade de **Luis Pires** pertencente ao município de **Coração de Jesus - MG**, atendendo o contrato **Nº 07/2012**, firmado entre a **DESPRO Desenvolvimento de Projetos e Consultoria Ltda.** com a **FUNASA Fundação Nacional de Saúde**. Para elaboração dos trabalhos foram utilizadas as informações constantes no Projeto Básico do Sistema de Abastecimento de Água da localidade.

Serviram de insumos também as normas da ABNT pertinentes e os procedimentos, normas e padrões adotados pela Fundação Nacional de Saúde.

Equipe Técnica:

Engº Alberto Oliveira Chaves

Alexandre Magno S. Cruz

Coordenador Geral

Projetista

## 2. NORMAS UTILIZADAS

Para a elaboração do Projeto do Sistema de Abastecimento de Água foram consideradas as diretrizes das seguintes normas.

- Concreto: NBR 6118:2007;
- Aços dobrados: ABNT NBR 14762: 2010;
- Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2008;

**Categoria de uso:** Edificação residencial

### 3. MEMÓRIA DE CÁLCULO

#### 3.1. Laje e pilaretes do poço

- **Nomes das ações**

AP Permanente

Qa Sobrecarga

- **Categoria de uso**

1. Edificações residenciais

- **E.L.U. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

- **E.L.U. Concreto em fundações**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.400	
3	1.000	1.400
4	1.400	1.400

- **E.L.Util Fissuração. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	0.400

- **E.L.U. Aço dobrado**

NBR 14762: 2010

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.250	
3	1.000	1.500
4	1.250	1.500

- **E.L.U. Aço laminado**

NBR 8800: 2008

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.500
4	1.500	1.500

- **E.L.U. Madeira**

NBR 7190: 1997

#### 1. Coeficientes para situações persistentes ou transitórias

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.300	
3	1.000	1.400
4	1.300	1.400



## 2. Coeficientes para situações acidentais de incêndio

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.100	
3	1.000	0.400
4	1.100	0.400

### ▪ E.L.U. Alumínio

EC

Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

### ▪ Tensões sobre o terreno

Ações características

### ▪ Deslocamentos

Ações características

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000

## 3.2. Base abrandador

- **Nomes das ações**

AP Permanente

Qa Sobrecarga

- **Categoria de uso**

1. Edificações residenciais

- **E.L.U. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

- **E.L.U. Concreto em fundações**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.400	
3	1.000	1.400
4	1.400	1.400

- **E.L.Util Fissuração. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	0.400

- **E.L.U. Aço dobrado**

NBR 14762: 2010

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.250	
3	1.000	1.500
4	1.250	1.500

- **E.L.U. Aço laminado**

NBR 8800: 2008

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.500
4	1.500	1.500

- **E.L.U. Madeira**

NBR 7190: 1997

### 1. Coeficientes para situações persistentes ou transitórias

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.300	
3	1.000	1.400
4	1.300	1.400

### 2. Coeficientes para situações acidentais de incêndio

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.100	
3	1.000	0.400
4	1.100	0.400



▪ **E.L.U. Alumínio**

EC

Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

▪ **Tensões sobre o terreno**

Ações características

▪ **Deslocamentos**

Ações características

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000





Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



### **3.3. Caixa de manobra**



▪ **Nomes das ações**

AP Permanente

Qa Sobrecarga

▪ **Categoria de uso**

1. Edificações residenciais

▪ **E.L.U. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

▪ **E.L.U. Concreto em fundações**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.400	
3	1.000	1.400
4	1.400	1.400

▪ **E.L.Util Fissuração. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	0.400

▪ **E.L.U. Aço dobrado**

NBR 14762: 2010

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.250	
3	1.000	1.500
4	1.250	1.500

▪ **E.L.U. Aço laminado**

NBR 8800: 2008

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.500
4	1.500	1.500

▪ **E.L.U. Madeira**

NBR 7190: 1997

**1. Coeficientes para situações persistentes ou transitórias**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.300	
3	1.000	1.400
4	1.300	1.400

**2. Coeficientes para situações acidentais de incêndio**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.100	
3	1.000	0.400
4	1.100	0.400



▪ **E.L.U. Alumínio**

EC

Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

▪ **Tensões sobre o terreno**

Ações características

▪ **Deslocamentos**

Ações características

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



### **3.4. Abrigo QCM**



▪ **Nomes das ações**

AP Permanente

Qa Sobrecarga

▪ **Categoria de uso**

1. Edificações residenciais

▪ **E.L.U. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

▪ **E.L.U. Concreto em fundações**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.400	
3	1.000	1.400
4	1.400	1.400

▪ **E.L.Util Fissuração. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	0.400

▪ **E.L.U. Aço dobrado**

NBR 14762: 2010

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.250	
3	1.000	1.500
4	1.250	1.500

▪ **E.L.U. Aço laminado**

NBR 8800: 2008

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.500
4	1.500	1.500

▪ **E.L.U. Madeira**

NBR 7190: 1997

**1. Coeficientes para situações persistentes ou transitórias**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.300	
3	1.000	1.400
4	1.300	1.400

**2. Coeficientes para situações acidentais de incêndio**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.100	
3	1.000	0.400
4	1.100	0.400



▪ **E.L.U. Alumínio**

EC

Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

▪ **Tensões sobre o terreno**

Ações características

▪ **Deslocamentos**

Ações características

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000



### 3.5. Casa de química

A seguir dados do programa utilizado para cálculo

ÍNDICE	
1.- VERSÃO DO PROGRAMA E NÚMERO DA LICENÇA .....	
2.- DADOS GERAIS DA ESTRUTURA .....	
3.- NORMAS CONSIDERADAS .....	
4.- AÇÕES CONSIDERADAS .....	
4.1.- Verticais.....	
4.2.- Vento .....	
4.3.- Sismo .....	
4.4.- Hipóteses/ações de carga.....	
4.5.- Relatório de cargas .....	
5.- ESTADOS LIMITES .....	
6.- SITUAÇÕES DE PROJETO.....	
6.1.- Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ ) e coeficientes de combinação ( $\psi$ ).....	
6.2.- Combinações.....	
7.- DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PISOS .....	
8.- DADOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PILARES-PAREDES E CORTINAS.....	
8.1.- Pilares.....	
9.- DIMENSÕES, COEFICIENTES DE ENGASTAMENTO E COEFICIENTES DE FLAMBAGEM PARA CADA PISO .....	
10.- LAJES E ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO.....	
11.- MATERIAIS UTILIZADOS .....	
11.1.- Concretos.....	
11.2.- Aços por elemento .....	
11.2.1.- Aços em barras .....	
11.2.2.- Aços em perfis .....	

## 1.- VERSÃO DO PROGRAMA E NÚMERO DA LICENÇA

Versão: 2012

Número de licença: 65000

## 2.- DADOS GERAIS DA ESTRUTURA

Projeto: CORAÇÃO DE JESUS - FUNASA

Chave: CASA DE QUIMICA

## 3.- NORMAS CONSIDERADAS

Concreto: NBR 6118:2007

Aços dobrados: ABNT NBR 14762: 2010

Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2008

**Categoria de uso:** Edificações residenciais

## 4.- AÇÕES CONSIDERADAS

### 4.1.- Verticais

Piso	S.C.U.(t/m <sup>2</sup> )	C. permanentes(t/m <sup>2</sup> )
LAJE DE COBERTURA	0.20	0.15
LAJE DE PISO	0.20	0.15
Fundação	0.00	0.00

### 4.2.- Vento

Sem ação de vento

### 4.3.- Sismo

Sem ação de sismo

### 4.4.- Hipóteses/ações de carga

Automáticas	Permanente
	Sobrecarga

### 4.5.- Relatório de cargas

Cargas especiais introduzidas (em tf, tf/m e tf/m<sup>2</sup>)

Grupo	Hipótese(s)	Tipo	Valor	Coordenadas
1	Permanente	Linear	0.80	( 0.10, 0.10) ( 0.10, 2.70)
	Permanente	Linear	0.80	( 0.10, 2.70) ( 2.70, 2.70)
	Permanente	Linear	0.80	( 2.70, 0.10) ( 2.70, 2.70)
	Permanente	Linear	0.80	( 0.10, 0.10) ( 2.70, 0.10)



## 5.- ESTADOS LIMITES

E.L.U. Concreto E.L.Util Fissuração. Concreto E.L.U. Concreto em fundações	NRB 6118:2007(ELU)
Tensões sobre o terreno Deslocamentos	Ações características

## 6.- SITUAÇÕES DE PROJETO

Para as distintas situações de projeto, as combinações de ações serão definidas de acordo com os seguintes critérios:

### - Com coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

### - Sem coeficientes de combinação

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Onde:

$G_k$  Ação permanente

$Q_k$  Ação variável

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de segurança da ação variável principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de segurança das ações variáveis de acompanhamento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinação da ação variável principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinação das ações variáveis de acompanhamento

### 6.1.- Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ ) e coeficientes de combinação ( $\psi$ )

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão:

**E.L.U. Concreto: NBR 6118:2007**

**E.L.U. Concreto em fundações: NBR 6118:2007**

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.500

<b>E.L.Util Fissuração. Concreto: NBR 6118:2007</b>				
<b>Situação 1</b>				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.400	0.300
<b>Tensões sobre o terreno</b>				
<b>Ações variáveis sem sismo</b>				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )			
	Favorável		Desfavorável	
Permanente (G)	1.000		1.000	
Sobrecarga (Q)	0.000		1.000	
<b>Deslocamentos</b>				
<b>Ações variáveis sem sismo</b>				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )			
	Favorável		Desfavorável	
Permanente (G)	1.000		1.000	
Sobrecarga (Q)	0.000		1.000	
<b>6.2.- Combinações</b>				
▪ <b>Nomes das ações</b>				
AP Permanente				
Qa Sobrecarga				
▪ <b>E.L.U. Concreto</b>				
▪ <b>E.L.U. Concreto em fundações</b>				
	Comb.	AP	Qa	
	1	1.000		
	2	1.400		
	3	1.000	1.400	
	4	1.400	1.400	
▪ <b>E.L.Util Fissuração. Concreto</b>				
	Comb.	AP	Qa	
	1	1.000		
	2	1.000	0.400	

▪ **Tensões sobre o terreno**

▪ **Deslocamentos**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000

## 7.- DADOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS E PISOS

Grupo	Nome do grupo	Piso	Nome piso	Altura	Cota
2	LAJE DE COBERTURA	2	LAJE DE COBERTURA	2.80	2.80
1	LAJE DE PISO	1	LAJE DE PISO	0.50	0.00
0	Fundação				-0.50

## 8.- DADOS GEOMÉTRICOS DE PILARES, PILARES-PAREDES E CORTINAS

### 8.1.- Pilares

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ângulo do pilar em graus sexagesimais

Dados dos pilares

Referência	Coord(P.Fixo)	GI- GF	Vinculação exterior	Ang.	Ponto fixo	Altura de apoio
P1	( 0.10, 2.70)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.35
P2	( 2.70, 2.70)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.35
P3	( 0.10, 0.10)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.35
P4	( 2.70, 0.10)	0-2	Com vinculação exterior	0.0	Centro	0.35

## 9.- DIMENSÕES, COEFICIENTES DE ENGASTAMENTO E COEFICIENTES DE FLAMBAGEM PARA CADA PISO

Referência pilar	Piso	Dimensões	Coefs. engastamento		Coefs. flambagem	
			Ext.Superior	Ext.Inferior	Flambagem x	Flamb. Y
Para todos os pilares	2	0.20x0.20	0.30	1.00	1.00	1.00
	1	0.20x0.20	1.00	1.00	1.00	1.00

## 10.- LAJES E ELEMENTOS DE FUNDAÇÃO

-Tensão admissível em combinações fundamentais: 2.00 kgf/cm<sup>2</sup>

-Tensão admissível em combinações acidentais: 3.00 kgf/cm<sup>2</sup>

## 11.- MATERIAIS UTILIZADOS

### 11.1.- Concretos

Elemento	Concreto	$f_{ck}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$\gamma_c$
Elementos de fundação	C20, em geral	204	1.40
Pisos	C25, em geral	255	1.40
Pilares e pilares-paredes	C25, em geral	255	1.40
Cortinas	C20, em geral	204	1.40

### 11.2.- Aços por elemento

#### 11.2.1.- Aços em barras

Para todos os elementos estruturais da obra: CA-50 e CA-60;  $f_{yk}$  = 5097 a 6116 kgf/cm<sup>2</sup>;  $\gamma_s$  = 1.15

#### 11.2.2.- Aços em perfis

Tipo de aço para perfis	Aço	Limite elástico(kgf/c)	Módulo de elasticidade(kgf/cm <sup>2</sup> )
Aços dobrados	CF-26	2650	2038736
Aços laminados	A-36	2548	2038736

▪ **Nomes das ações**

AP Permanente

Qa Sobrecarga

▪ **Categoria de uso**

1. Edificações residenciais

▪ **E.L.U. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

▪ **E.L.U. Concreto em fundações**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.400	
3	1.000	1.400
4	1.400	1.400

▪ **E.L.Util Fissuração. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	0.400

▪ **E.L.U. Aço dobrado**

NBR 14762: 2010

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.250	
3	1.000	1.500
4	1.250	1.500

▪ **E.L.U. Aço laminado**

NBR 8800: 2008

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.500
4	1.500	1.500

▪ **E.L.U. Madeira**

NBR 7190: 1997

1. Coeficientes para situações persistentes ou transitórias

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.300	
3	1.000	1.400
4	1.300	1.400

2. Coeficientes para situações acidentais de incêndio

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.100	
3	1.000	0.400
4	1.100	0.400



▪ **E.L.U. Alumínio**

EC

Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

▪ **Tensões sobre o terreno**

Ações características

▪ **Deslocamentos**

Ações características

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



### **3.6. Base do Reservatório**



▪ **Nomes das ações**

AP Permanente

Qa Sobrecarga

▪ **Categoria de uso**

1. Edificações residenciais

▪ **E.L.U. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

▪ **E.L.U. Concreto em fundações**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.400	
3	1.000	1.400
4	1.400	1.400

▪ **E.L.Util Fissuração. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	0.400

▪ **E.L.U. Aço dobrado**

NBR 14762: 2010

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.250	
3	1.000	1.500
4	1.250	1.500

▪ **E.L.U. Aço laminado**

NBR 8800: 2008

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.500
4	1.500	1.500

▪ **E.L.U. Madeira**

NBR 7190: 1997

**1. Coeficientes para situações persistentes ou transitórias**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.300	
3	1.000	1.400
4	1.300	1.400

**2. Coeficientes para situações acidentais de incêndio**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.100	
3	1.000	0.400
4	1.100	0.400





▪ **E.L.U. Alumínio**

EC

Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

▪ **Tensões sobre o terreno**

Ações características

▪ **Deslocamentos**

Ações características

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000



Ministério da Saúde  
Fundação Nacional de Saúde



### **3.7. ALA**

▪ **Nomes das ações**

AP Permanente

Qa Sobrecarga

▪ **Categoria de uso**

1. Edificações residenciais

▪ **E.L.U. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

▪ **E.L.U. Concreto em fundações**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.400	
3	1.000	1.400
4	1.400	1.400

▪ **E.L.Util Fissuração. Concreto**

NRB 6118:2007(ELU)

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	0.400

▪ **E.L.U. Aço dobrado**

NBR 14762: 2010

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.250	
3	1.000	1.500
4	1.250	1.500

▪ **E.L.U. Aço laminado**

NBR 8800: 2008

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.500	
3	1.000	1.500
4	1.500	1.500

▪ **E.L.U. Madeira**

NBR 7190: 1997

**1. Coeficientes para situações persistentes ou transitórias**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.300	
3	1.000	1.400
4	1.300	1.400

**2. Coeficientes para situações acidentais de incêndio**

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.100	
3	1.000	0.400
4	1.100	0.400



▪ **E.L.U. Alumínio**

EC

Neve: Altitude inferior ou igual a 1000 m

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.350	
3	1.000	1.500
4	1.350	1.500

▪ **Tensões sobre o terreno**

Ações características

▪ **Deslocamentos**

Ações características

Comb.	AP	Qa
1	1.000	
2	1.000	1.000

#### 4. PEÇAS GRÁFICAS

NOME DO DESENHO	NOME DO ARQUIVO DIGITAL
1 de 5 – Poço-Abrandador e Caixa de Manobra - Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.001=0
2 de 5 – Casa de Química - Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.002=0
3 de 5 – QCM – Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.003=0
4 de 5 – ALA DN 400 – Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.004=0
5 de 5 – Base de REL 40m <sup>3</sup> - Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.005=0