



Ministério da Saúde
Fundação Nacional de Saúde



FUNASA

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
VOLUME IV – PROJETO ESTRUTURAL
LOCALIDADE: BREJINHO
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 **Brejinho** 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

Coordenador Geral

Alexandre Magno S. Cruz

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 e filtro

- **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.- Verticals.....	
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 (γ) e coeficientes de combinação (ψ).....	
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 ²)	C. permanentes(t/m ²)
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/m²)

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

γ_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 (γ) e coeficientes de combinação (ψ)

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 (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.500

E.L.Util Fissuração. Concreto: NBR 6118:2007				
Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ_p)	Acompanhamento (ψ_a)
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.400	0.300
Tensões sobre o terreno				
Ações variáveis sem sismo				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)			
	Favorável		Desfavorável	
Permanente (G)	1.000		1.000	
Sobrecarga (Q)	0.000		1.000	
Deslocamentos				
Ações variáveis sem sismo				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)			
	Favorável		Desfavorável	
Permanente (G)	1.000		1.000	
Sobrecarga (Q)	0.000		1.000	
6.2.- Combinações				
▪ Nomes das ações				
AP Permanente				
Qa Sobrecarga				
▪ E.L.U. Concreto				
▪ E.L.U. Concreto em fundações				
	Comb.	AP	Qa	
	1	1.000		
	2	1.400		
	3	1.000	1.400	
	4	1.400	1.400	
▪ E.L.Util Fissuração. Concreto				
	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/cm²

-Tensão admissível em combinações acidentais: 3.00 kgf/cm²

11.- MATERIAIS UTILIZADOS

11.1.- Concretos

Elemento	Concreto	f_{ck} (kgf/cm ²)	γ_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/cm²; γ_s = 1.15

11.2.2.- Aços em perfis

Tipo de aço para perfis	Aço	Limite elástico(kgf/c)	Módulo de elasticidade(kgf/cm ²)
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 6 – Poço – Filtro e Caixa de Manobra - Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.001=0
2 de 6 – Casa de Química - Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.002=0
3 de 6 – QCM – Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.003=0
4 de 6 – ALA DN 400 – Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.004=0
5 de 6 – Base de RAP 30m ³ - Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.005=0
5 de 5 – Base de REL 3m ³ - Forma e Armação	DE-2012.007-MG.COJ-SAA-EST.006=0