







Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) <b>SE04004</b>	
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº CONTRATADA <b>EX-51467</b>	PÁGINA <b>1/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-C-1MC005</b>	REV. <b>3</b>

[illegible]



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>2/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

## SUMÁRIO

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
<b>1.0</b>	<b>OBJETIVO DO MEMORIAL</b>	<b>4</b>
<b>2.0</b>	<b>DESCRIÇÃO DO PROJETO</b>	<b>4</b>
<b>3.0</b>	<b>NORMAS, MATERIAIS E SOFTWARES</b>	<b>8</b>
<b>4.0</b>	<b>AÇÕES E COMBINAÇÕES DE AÇÕES</b>	<b>9</b>
4.1	AÇÕES	9
4.1.1	PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA	9
4.1.2	SOBRECARGA DE ÁGUA	9
4.1.3	AÇÕES DEVIDO AO EMPUXO DE ÁGUA	9
4.1.4	SOBRECARGA DE UTILIZAÇÃO	10
4.1.5	SOBRECARGA DE SOLO	10
4.1.6	AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	10
4.2	COMBINAÇÕES DE AÇÕES	16
<b>5.0</b>	<b>MARCHA DE CÁLCULO</b>	<b>17</b>
5.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
5.2	DIMENSIONAMENTO DOS PILARES	18
5.2.1	LISTAGEM - ESFORÇO CORTANTE EM PILARES	26
5.3	VIGAS	33
5.4	LAJES	45
5.5	VERIFICAÇÃO GEOTÉCNICA PRELIMINAR	53
5.5.1	VERIFICAÇÃO DA SAPATA	53

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>3/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

<b>6.0</b>	<b>ANÁLISE DE DEFORMAÇÕES</b>	<b>58</b>
6.1	R.E.L - 01	58
6.2	VERIFICAÇÃO DA PAREDE	62
<b>7.0</b>	<b>MODELO ANALÍTICO</b>	<b>63</b>
<b>8.0</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>64</b>
<b>9.0</b>	<b>ANEXO I</b>	<b>66</b>
9.1	LISTA QUANTITATIVOS DE MATERIAL	66

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>4/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>



## 1.0 OBJETIVO DO MEMORIAL

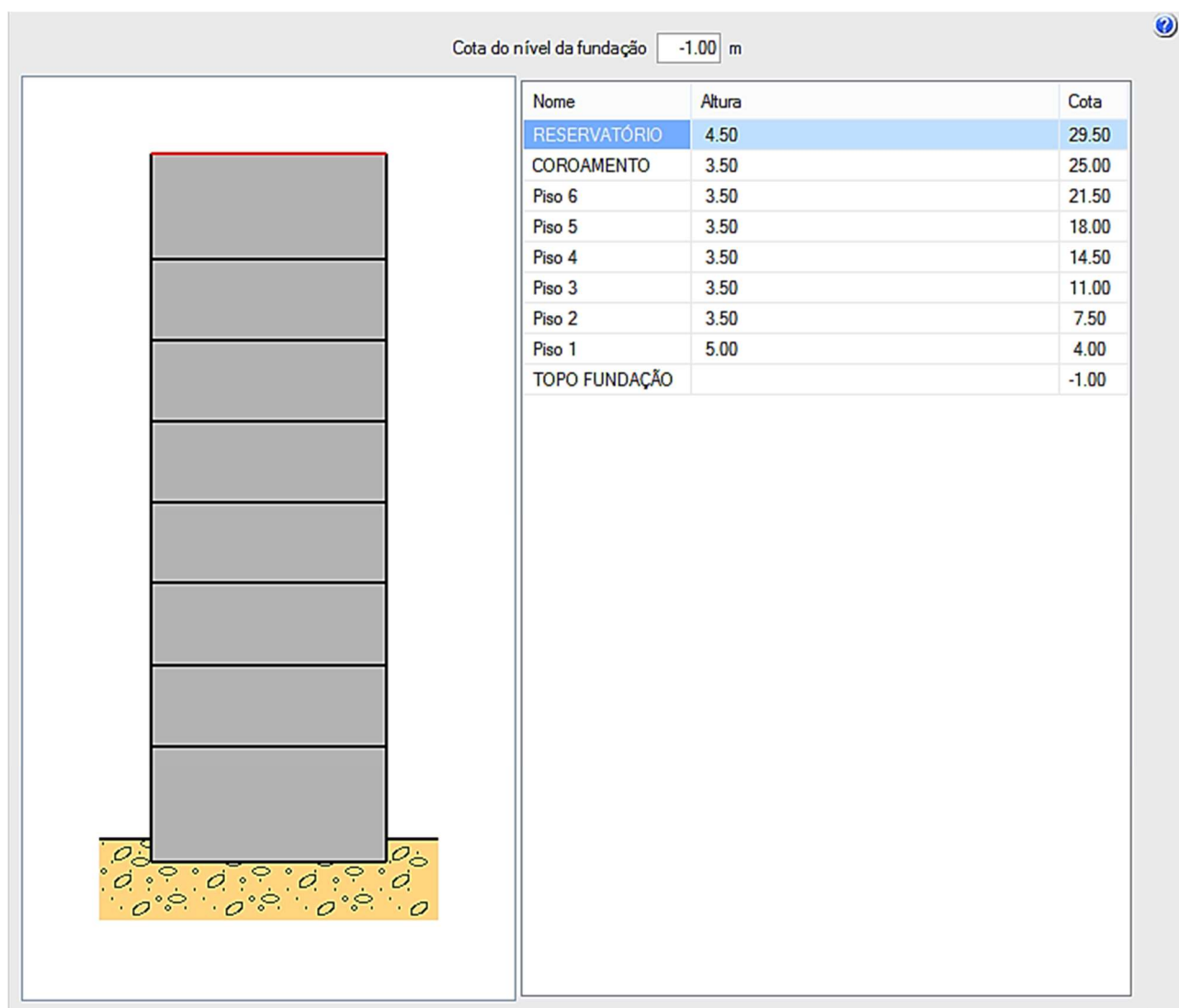
Este memorial de cálculo tem como objetivo apresentar o dimensionamento estrutural de um reservatório elevado de capacidade de 30,00 m³, em concreto armado convencional, a ser implantado, na **ETA** no povoado de Degredo, no município de Linhares – ES.

## 2.0 DESCRIÇÃO DO PROJETO



A estrutura trata-se de um reservatório elevado, em concreto armado convencional, com  $\varnothing_{ext}$  3,85 m e 4,50 m de altura, parede de 0,20 m de largura e laje de fechamento superior de 0,20 m de altura, apoiada diretamente sobre um laje de 0,30 m cm de altura, que por sua vez apoia-se em uma estrutura reticulada, subdividida em sete pisos típicos, compostos por quatro pilares, interligados no topo por vigas de travamento de seção transversal típica de 0,50 x 0,25 m, intertravadas no topo por diafragma rígido de altura de 0,15 m. Os pilares são assentes sobre sapata rígida, de dimensões 6,00 x 6,00 x 1,00 m, apoiada diretamente sobre o solo. Em atendimento à norma **ABNT NBR-6118:2014**, as estruturas foram dimensionadas em concreto estrutural classe **C30** – para vigas pilares e lajes dos níveis típicos e sapata de fundação e classe **C40** – para vigas lajes e cortinas do nível do reservatório, considerando **CAA - II**. O cobrimento adotado foi 4,50 cm para pilares, 4,00 cm para estrutura de fundação e vigas e 2,50 cm para todas as lajes toda estrutura. As figuras 2.1 @ 2.3 apresentam a geometria da estrutura.

A altura de reservação do líquido no interior do reservatório deverá ser de 3,50 m a partir do piso do reservatório.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			<b>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)</b>  <b>SE04004</b>	
			<b>Nº CONTRATADA</b>  <b>EX-51467</b>	<b>PÁGINA</b>  <b>5/66</b>
			<b>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</b>  <b>N044500-C-1MC005</b>	<b>REV.</b>  <b>3</b>



**Figura 2.1 – Distribuição de pisos do Reservatório elevado REL-01 – 30 m³.**

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>6/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

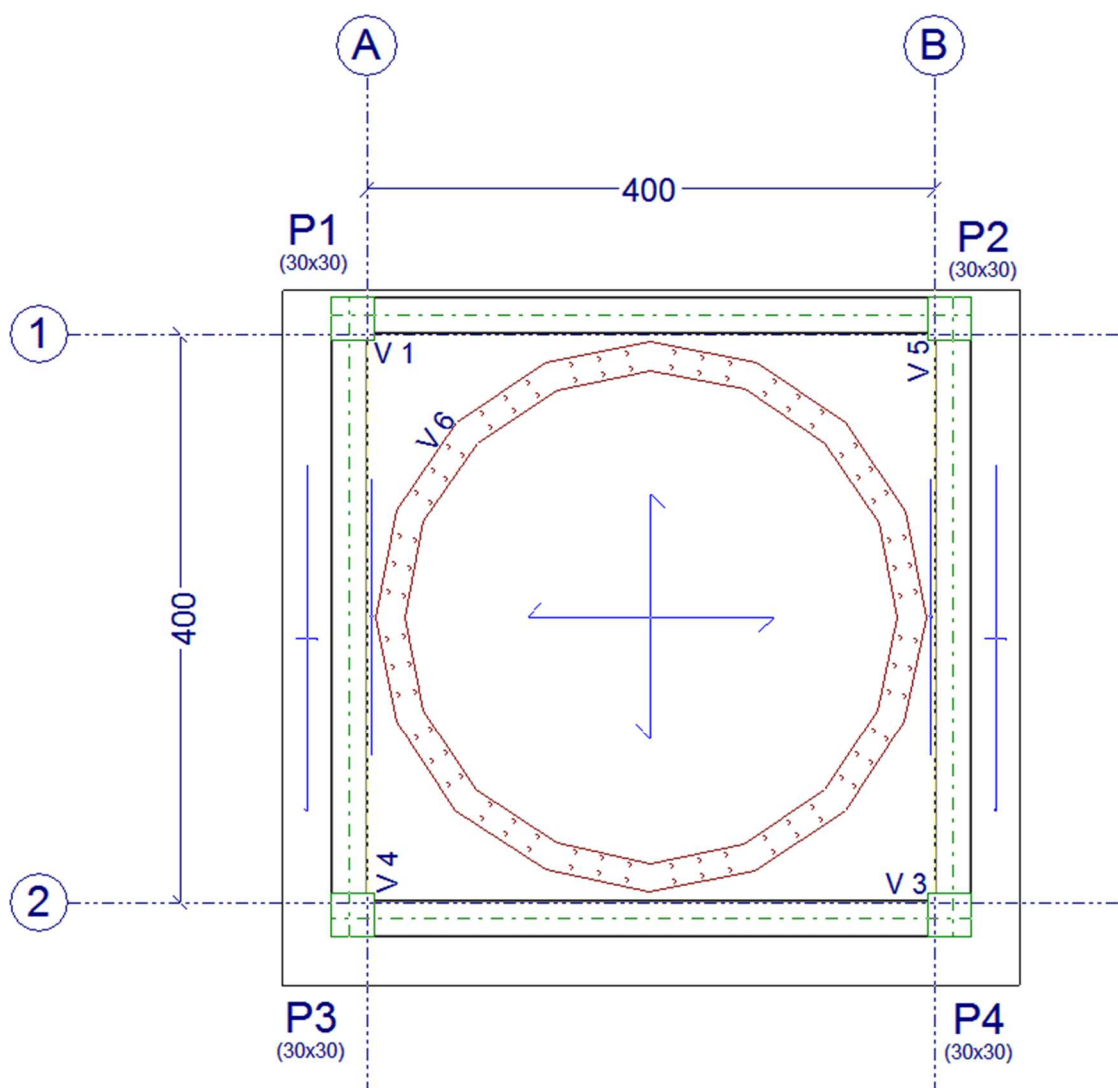




Figura 2.2 – Croquis do Reservatório elevado REL-01 – 30 m³.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>7/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

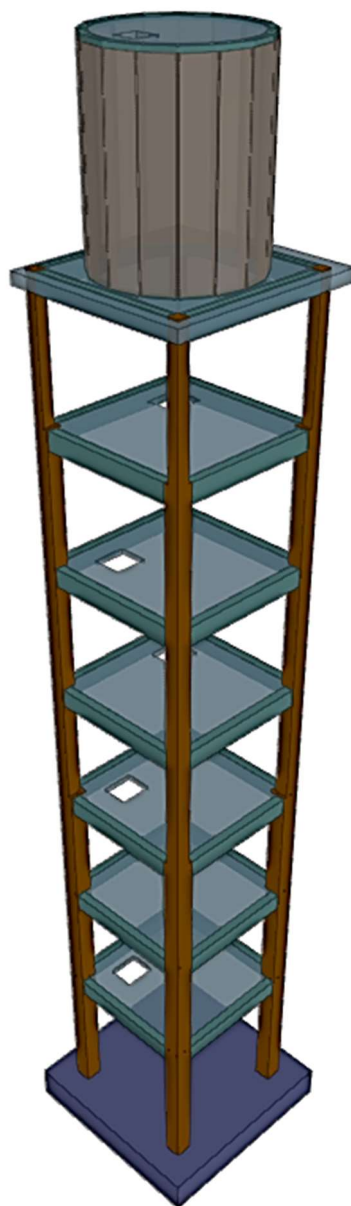




Figura 2.3 – Perspectiva do Reservatório elevado REL-01 – 30 m³.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>8/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

### 3.0 NORMAS, MATERIAIS E SOFTWARES

#### Normas brasileiras



- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 6118:2014** – Projeto de Estruturas de Concreto;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 6122:2019** – Projeto e Execução de Fundações;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 8681:2004** – Ações e Segurança nas Estruturas;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 7480:2007** – Barras e Fios de Aço Destinados a Armadura para Concreto Armado;
- ✓ ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – **NBR 14931:2004** – Execução de Estruturas de Concreto.

#### Bibliografia complementar

- ✓ Tratado de Concreto Armado – A. Guerrin;
- ✓ Hormigón Armado – P. Jimenez Montoya;
- ✓ Concreto Armado – José Carlos Sussekund;
- ✓ Foundation analysis and design – J.E. Bowles;
- ✓ Mecânica dos Solos e Suas Aplicações – Homero Pinto Caputo.

#### Materiais

- ✓ Concreto estrutural, com resistência característica  $f_{ck} \geq 30,00$  MPa e  $E_{ci} = 31,00$  GPa;  
Concreto estrutural, com resistência característica  $f_{ck} \geq 40,00$  MPa e  $E_{ci} = 35,00$  GPa;  
Peso Específico do Concreto:  $25,00 \text{ kN/m}^3$ ; Classe de Agressividade Ambiental II, Agressividade Moderada, Ambiente Tipo Urbana, com abertura de fissuras  $w_k \leq 0,30$  mm para região seca e  $w_k \leq 0,10$  mm região submersa (**NBR 6118:2014**, Tabelas 6.1 e 13.4);
- ✓ Aço estrutural CA-50 com resistência característica  $f_{yk} \geq 500,00$  MPa.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>9/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

## Softwares

- ✓ Planilhas de Excel;
- ✓ Cypecad v2021.b.
- ✓ MsCalc. v14.26.

## 4.0 AÇÕES E COMBINAÇÕES DE AÇÕES

### 4.1 AÇÕES

Foram consideradas as seguintes ações:

#### 4.1.1 PESO PRÓPRIO DA ESTRUTURA



As ações gravitacionais foram calculadas considerando-se peso específico do concreto  $25,00 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.1.2 SOBRECARGA DE ÁGUA

As ações gravíticas devidas à sobrecarga de água sobre a laje de fundo foram calculadas considerando-se peso específico da água ( $\gamma_a$ ), dado por  $\gamma_a = 10,00 \text{ kN/m}^3$  e altura do nível de reservação de 3,50 m, aplicadas no sentido descendente, perpendicularmente ao plano da laje.

#### 4.1.3 AÇÕES DEVIDO AO EMPUXO DE ÁGUA

Para o cálculo do empuxo de água sobre as paredes do reservatório considerou-se peso específico ( $\gamma_a$ ), dado por  $\gamma_a = 10,00 \text{ kN/m}^3$  e altura do nível de reservação de 3,50 m.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>10/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

#### 4.1.4 SOBRECARGA DE UTILIZAÇÃO

Sobre todas as lajes da estrutura será considerada sobrecarga operacional de  $5,00 \text{ kN/m}^2$ .

#### 4.1.5 SOBRECARGA DE SOLO

Sobre a sapata de fundação será considerada sobrecarga devida ao peso de solo, considerando densidade média de  $\gamma_s = 18,00 \text{ kN/m}^3$ .

#### 4.1.6 AÇÕES DEVIDAS AO VENTO

**ABNT - NBR 6123:2013** - Forças devidas ao vento em edificações

Método de cálculo: Forças estáticas devidas ao vento (NBR 6123, 4.2)

#### A. DADOS GERAIS

Considera-se ação do vento na direção X

Considera-se ação do vento na direção Y

Dados da localização

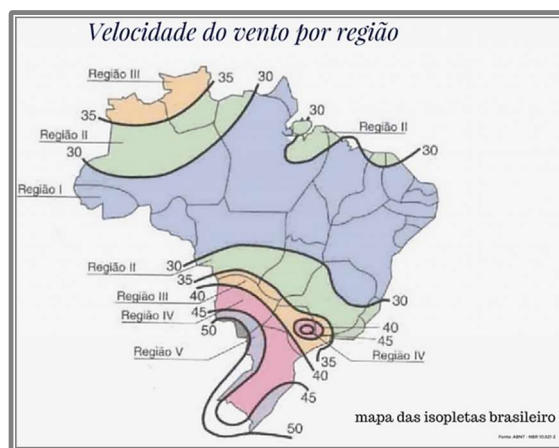
$V_0$ : Velocidade básica do vento (NBR 6123, 5.1; 1 1)



$V_0$ : 35.0 m/s

Rugosidade do terreno (NBR 6123, 5.3.1): II

Classe (NBR 6123, 5.3.2): B

Fator probabilístico (NBR 6123, 5.4): 1.10



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>11/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Orografia do terreno (NBR 6123, 5.2)

Fator topográfico +x: 1.2

Fator topográfico -x: 1.2

Fator topográfico +y: 1.2

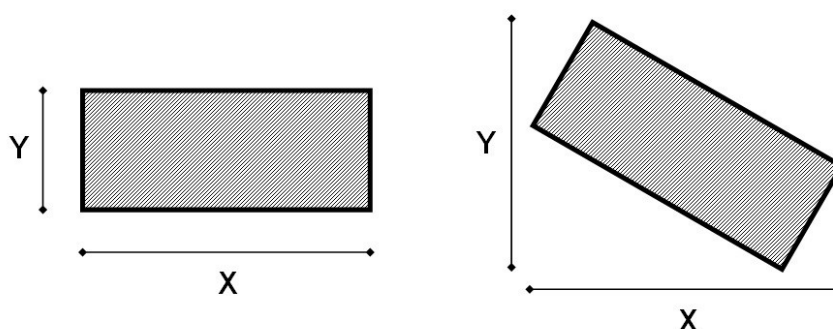
Fator topográfico -y: 1.2

Vento (NBR 6123, 6.3): Alta turbulência



Aplicação do coeficiente de arrasto: Por pisos

Larguras de banda

Larguras de banda são os comprimentos da fachada exposta na direção perpendicular à ação do vento.



Planta	Largura X (m)	Largura Y (m)
RESERVATÓRIO	3.50	3.50
COROAMENTO	4.00	4.00
Piso 6	4.00	4.00
Piso 5	4.00	4.00
Piso 4	4.00	4.00
Piso 3	4.00	4.00
Piso 2	4.00	4.00
Piso 1	4.00	4.00

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>12/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Coeficientes aplicados à ação do vento

+X: 1.00 -X: 1.00

+Y: 1.00 -Y: 1.00

## B. PRESSÃO DINÂMICA

A pressão dinâmica  $q$ , avaliada à altura  $z$ , calcula-se através da seguinte expressão:

$$q = 0.613 \cdot V_k^2$$

Parâmetros necessários para a definição da pressão dinâmica

$$V_k = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot V_0$$

$V_k$ : Velocidade característica (NBR 6123, 4.2)

$V_0$ : Velocidade básica do vento (NBR 6123, 5.1; 1 1)

$V_0$ : 35.0 m/s

$S_1$ : Fator topográfico (NBR 6123, 5.2)

$S_2$ : Fator de rugosidade do terreno (NBR 6123, 5.3.1)

$S_3$ : Fator probabilístico (NBR 6123, 4.2)



Grau de segurança: Grupo 1

Coeficiente de rugosidade

$S_2$ : Fator de rugosidade do terreno (NBR 6123, 5.3.1)

$$S_2 = b \cdot F_r \cdot (z/10)^p$$

Parâmetros meteorológicos (NBR 6123, Tabela 1)

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>13/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Rugosidade	Classe	Parâmetro b	Parâmetro Fr	Parâmetro p
II	B	1.00	0.98	0.090

Fator de rugosidade do terreno (NBR 6123, 5.3.1)

Planta	S <sub>2</sub>
RESERVATÓRIO	1.08
COROAMENTO	1.07
Piso 6	1.05
Piso 5	1.04
Piso 4	1.02
Piso 3	0.99
Piso 2	0.96
Piso 1	0.91

Fator topográfico



S<sub>1</sub>: Fator topográfico (NBR 6123, 5.2)

Direção	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
Factor S <sub>1</sub>	1.2	1.2	1.2	1.2

Pressão dinâmica por planta

Pressão dinâmica **q** por planta (NBR 6123, 4.2)

q (t/m²)				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
RESERVATÓRIO	0.153	0.153	0.153	0.153
COROAMENTO	0.149	0.149	0.149	0.149
Piso 6	0.145	0.145	0.145	0.145
Piso 5	0.140	0.140	0.140	0.140
Piso 4	0.135	0.135	0.135	0.135
Piso 3	0.129	0.129	0.129	0.129
Piso 2	0.121	0.121	0.121	0.121
Piso 1	0.109	0.109	0.109	0.109

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>14/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

### C. PRESSÃO DE CÁLCULO

As pressões de cálculo exercidas pelo vento para o sistema principal resistente à força do vento devem ser determinadas através da seguinte expressão:

$$p = q \cdot C_a$$

Parâmetros necessários para a definição da pressão de cálculo

q: Pressão dinâmica

C<sub>a</sub>: Coeficiente de arrasto



Coeficiente de arrasto

Coeficiente de arrasto				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
RESERVATÓRIO	1.00	1.00	1.00	1.00
COROAMENTO	1.00	1.00	1.00	1.00
Piso 6	1.07	1.07	1.07	1.07
Piso 5	1.04	1.04	1.04	1.04
Piso 4	1.02	1.02	1.02	1.02
Piso 3	1.00	1.00	1.00	1.00
Piso 2	0.96	0.96	0.96	0.96
Piso 1	0.92	0.92	0.92	0.92

Pressão de cálculo por planta

Pressão de cálculo, **p** (NBR 6123, 4.2)

p (t/m²)				
Planta	Vento a 0°	Vento a 90°	Vento a 180°	Vento a 270°
RESERVATÓRIO	0.153	0.153	0.153	0.153
COROAMENTO	0.149	0.149	0.149	0.149
Piso 6	0.155	0.155	0.155	0.155
Piso 5	0.146	0.146	0.146	0.146
Piso 4	0.137	0.137	0.137	0.137
Piso 3	0.128	0.128	0.128	0.128
Piso 2	0.116	0.116	0.116	0.116
Piso 1	0.100	0.100	0.100	0.100

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>15/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

#### D. CARGAS DE VENTO POR PLANTA

As cargas de vento para o cálculo do sistema principal resistente à força do vento devem ser determinadas através da seguinte expressão:

$$F_i = p_i \cdot A_i$$

$F_i$ : Carga de vento que atua na planta 'i'

$p_i$ : Pressão de dimensionamento na planta 'i'



$A_i$ : Área da planta 'i' sobre a qual atua a pressão de dimensionamento do vento

$$A_i = b_i \cdot h_i$$

$b_i$ : Largura de banda da planta 'i' perpendicular à direção de análise

$h_i$ : Altura da planta 'i'

Vento a 0° (+X)				
Planta	p (t/m²)	b (m)	h (m)	F (t)
RESERVATÓRIO	0.153	3.50	2.25	1.207
COROAMENTO	0.149	4.00	4.00	2.381
Piso 6	0.155	4.00	3.50	2.171
Piso 5	0.146	4.00	3.50	2.051
Piso 4	0.137	4.00	3.50	1.923
Piso 3	0.128	4.00	3.50	1.797
Piso 2	0.116	4.00	3.50	1.624
Piso 1	0.100	4.00	4.00	1.604
Vento a 180° (-X)				
Planta	p (t/m²)	b (m)	h (m)	F (t)
RESERVATÓRIO	0.153	3.50	2.25	-1.207
COROAMENTO	0.149	4.00	4.00	-2.381
Piso 6	0.155	4.00	3.50	-2.171
Piso 5	0.146	4.00	3.50	-2.051
Piso 4	0.137	4.00	3.50	-1.923
Piso 3	0.128	4.00	3.50	-1.797
Piso 2	0.116	4.00	3.50	-1.624
Piso 1	0.100	4.00	4.00	-1.604

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>16/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Vento a 90° (-Y)				
Planta	p (t/m²)	b (m)	h (m)	F (t)
RESERVATÓRIO	0.153	3.50	2.25	-1.207
COROAMENTO	0.149	4.00	4.00	-2.381
Piso 6	0.155	4.00	3.50	-2.171
Piso 5	0.146	4.00	3.50	-2.051
Piso 4	0.137	4.00	3.50	-1.923
Piso 3	0.128	4.00	3.50	-1.797
Piso 2	0.116	4.00	3.50	-1.624
Piso 1	0.100	4.00	4.00	-1.604



Vento a 270° (+Y)				
Planta	p (t/m²)	b (m)	h (m)	F (t)
RESERVATÓRIO	0.153	3.50	2.25	1.207
COROAMENTO	0.149	4.00	4.00	2.381
Piso 6	0.155	4.00	3.50	2.171
Piso 5	0.146	4.00	3.50	2.051
Piso 4	0.137	4.00	3.50	1.923
Piso 3	0.128	4.00	3.50	1.797
Piso 2	0.116	4.00	3.50	1.624
Piso 1	0.100	4.00	4.00	1.604

## 4.2 COMBINAÇÕES DE AÇÕES

Foram consideradas as combinações de ações indicadas na norma **ABNT NBR-8681:2004**.

- **E.L.U. Concreto**  
ABNT NBR 6118:2014(ELU)
- **E.L.U. Concreto em fundações**  
ABNT NBR 6118:2014(ELU)

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança (γ)		Coeficientes de combinação (ψ)	
	Favorável	Desfavorável	Principal (ψ <sub>p</sub> )	Acompanhamento (ψ <sub>a</sub> )
<b>Permanente (G)</b>	1.000	1.400	-	-
<b>Sobrecarga (Q)</b>	0.000	1.400	1.000	0.700

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>17/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>			

## E.L.Util Fissuração. Concreto: ABNT NBR 6118:2014

Situação 1				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
<b>Permanente (G)</b>	1.000	1.000	-	-
<b>Sobrecarga (Q)</b>	0.000	1.000	0.600	0.400

### ▪ Tensões sobre o terreno

Ações características

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )	
	Favorável	Desfavorável
<b>Permanente (G)</b>	1.000	1.000
<b>Sobrecarga (Q)</b>	0.000	1.000

### ▪ Deslocamentos



Ações características

Ações variáveis sem sismo		
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )	
	Favorável	Desfavorável
<b>Permanente (G)</b>	1.000	1.000
<b>Sobrecarga (Q)</b>	0.000	1.000

## 5.0 MARCHA DE CÁLCULO

### 5.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As análises estruturais foram realizadas através do software *Cypecad v2021.b*, baseadas no Método dos Elementos Finitos, considerando o atendimento aos estados limites. Os pilares, vigas e lajes foram verificados aos esforços normais, cortantes e momentos fletores, conforme **ABNT NBR-6118:2014**. A sapata de fundação foi verificada aos momentos fletores e esforços cortantes, conforme **ABNT NBR-6118:2014**. Estas foram analisadas também quanto ao tombamento, deslizamento e tensões máximas aplicadas ao

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>18/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

solo. Nestas análises, a favor da segurança, não se permitiu descolamento de  $\frac{1}{3}$  da área total da sapata para combinações de ações com a presença de ações variáveis, em função das características de utilização da estrutura – Reservatórios elevado.

As verificações estruturais foram realizadas considerando o método dos estados limites e o modelo escolhido atendeu aos estados limites últimos e conduziu à deformações que atendem ao estado limite de serviços. A rotina apresentada a seguir, diz respeito à opção escolhida no intuito de simplificar a presente memória de cálculo.

## 5.2 DIMENSIONAMENTO DOS PILARES

A partir da geometria indicada no item 2 e das ações e combinações descritas no item 4 deste documento, procedeu-se ao dimensionamento estrutural dos montantes em concreto armado. A seguir seguem as verificações efetuadas:

Listagem - armadura de pilares

Tramo:

Nível inicial / nível final do tramo entre pisos.

Armaduras:



Primeira parcela: Armadura de canto.

Segunda parcela: Armadura da face X.

Terceira Parcela: Armadura da face Y.

Estribos:

Indica-se apenas o estribo perimetral disposto. Se existirem outros estribos e ramos, deve-se consultar o desenho do quadro de pilares. Podem existir distintos

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>19/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

espaçamentos no topo, base e nó, que podem ser consultados em opções e detalhamento de pilares.



H: Altura livre do tramo de pilar sem travamento intermediário.

H<sub>px</sub>: Comprimento de flambagem do tramo de pilar na direção 'X'.



H<sub>py</sub>: Comprimento de flambagem do tramo de pilar na direção 'Y'.

#### Desfavoráveis:



Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
P1	Peso próprio	39.68	-0.18	0.16	-0.10	0.09	0.00
	Cargas permanentes	8.91	-0.10	0.09	-0.06	0.05	0.00
	Sobrecarga	16.77	-0.20	0.18	-0.11	0.10	0.00
	SC-AG	10.30	0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.00
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-27.55	11.71	0.06	3.71	0.05	0.00
	Vento -X	27.55	-11.71	-0.06	-3.71	-0.05	-0.00
	Vento +Y	27.61	0.13	11.78	0.07	3.73	0.00
	Vento -Y	-27.61	-0.13	-11.78	-0.07	-3.73	0.00
P2	Peso próprio	39.93	0.18	0.19	0.10	0.11	0.00
	Cargas permanentes	9.10	0.10	0.10	0.06	0.06	0.00
	Sobrecarga	17.12	0.20	0.21	0.11	0.12	0.00
	SC-AG	10.32	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	27.55	11.75	-0.07	3.73	-0.05	0.00
	Vento -X	-27.55	-11.75	0.07	-3.73	0.05	-0.00
	Vento +Y	27.64	-0.11	11.80	-0.07	3.74	0.00
	Vento -Y	-27.64	0.11	-11.80	0.07	-3.74	0.00

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>20/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>



Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
P3	Peso próprio	40.73	-0.18	-0.17	-0.10	-0.09	0.00
	Cargas permanentes	9.40	-0.11	-0.09	-0.06	-0.05	0.00
	Sobrecarga	17.75	-0.21	-0.19	-0.12	-0.10	0.00
	SC-AG	10.24	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-27.70	11.86	-0.18	3.76	-0.09	0.00
	Vento -X	27.70	-11.86	0.18	-3.76	0.09	-0.00
	Vento +Y	-27.61	-0.14	11.81	-0.07	3.75	0.00
	Vento -Y	27.61	0.14	-11.81	0.07	-3.75	0.00
P4	Peso próprio	41.00	0.18	-0.19	0.10	-0.10	0.00
	Cargas permanentes	9.59	0.10	-0.11	0.06	-0.06	0.00
	Sobrecarga	18.08	0.21	-0.21	0.12	-0.12	0.00
	SC-AG	10.32	-0.01	0.01	-0.01	0.01	0.00
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	27.70	11.87	0.19	3.77	0.09	0.00
	Vento -X	-27.70	-11.87	-0.19	-3.77	-0.09	-0.00
	Vento +Y	-27.64	0.12	11.80	0.07	3.74	0.00
	Vento -Y	27.64	-0.12	-11.80	-0.07	-3.74	0.00
C1	Peso próprio	3.15	-1.42	1.26	-2.26	3.42	-0.03
	Cargas permanentes	0.45	-0.27	0.26	-0.70	1.07	0.01
	Sobrecarga	0.59	-0.36	0.33	-0.63	0.88	-0.01
	SC-AG	0.96	-1.74	1.80	-3.27	4.79	-0.02
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.81	0.03	-0.10	0.00	-0.20	0.02
	Vento -X	0.81	-0.03	0.10	-0.00	0.20	-0.02
	Vento +Y	0.06	-0.08	0.02	-0.07	0.11	0.01
	Vento -Y	-0.06	0.08	-0.02	0.07	-0.11	-0.01

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>21/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>



Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C2	Peso próprio	-0.76	-1.46	0.90	-1.70	2.93	-0.08
	Cargas permanentes	-0.23	-0.24	0.21	-0.38	1.10	-0.02
	Sobrecarga	-0.40	-0.34	0.25	-0.42	0.79	-0.02
	SC-AG	-2.57	-1.58	1.50	-1.83	4.55	-0.07
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.74	0.18	-0.02	0.05	-0.14	0.02
	Vento -X	0.74	-0.18	0.02	-0.05	0.14	-0.02
	Vento +Y	-0.13	-0.02	0.03	0.03	0.11	0.00
	Vento -Y	0.13	0.02	-0.03	-0.03	-0.11	-0.00
C3	Peso próprio	-0.94	1.12	1.06	1.55	3.00	-0.04
	Cargas permanentes	-0.21	0.18	0.24	0.35	1.12	0.02
	Sobrecarga	-0.42	0.26	0.29	0.40	0.81	-0.01
	SC-AG	-2.59	1.16	1.74	2.02	4.66	-0.01
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.65	0.16	0.03	0.05	0.14	-0.00
	Vento -X	-0.65	-0.16	-0.03	-0.05	-0.14	0.00
	Vento +Y	-0.14	0.01	0.03	-0.02	0.11	-0.00
	Vento -Y	0.14	-0.01	-0.03	0.02	-0.11	0.00
C4	Peso próprio	3.45	1.13	1.47	2.62	4.12	0.13
	Cargas permanentes	0.54	0.23	0.28	0.76	1.12	0.05
	Sobrecarga	0.67	0.30	0.38	0.69	1.04	0.03
	SC-AG	1.31	1.47	1.99	3.33	5.33	0.08
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.87	-0.00	0.13	0.09	0.29	0.03
	Vento -X	-0.87	0.00	-0.13	-0.09	-0.29	-0.03
	Vento +Y	0.06	0.06	0.02	0.07	0.12	-0.01
	Vento -Y	-0.06	-0.06	-0.02	-0.07	-0.12	0.01

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>22/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>



Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C5	Peso próprio	7.25	0.97	1.45	3.86	1.62	0.13
	Cargas permanentes	0.95	0.19	0.28	1.13	0.66	0.03
	Sobrecarga	1.21	0.22	0.40	0.92	0.50	0.03
	SC-AG	5.27	1.57	1.66	5.37	2.45	0.13
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.26	-0.01	0.09	0.11	-0.01	0.02
	Vento -X	-0.26	0.01	-0.09	-0.11	0.01	-0.02
	Vento +Y	1.27	0.10	0.01	0.27	0.02	-0.01
	Vento -Y	-1.27	-0.10	-0.01	-0.27	-0.02	0.01
C6	Peso próprio	-2.23	0.79	0.67	2.38	0.47	0.09
	Cargas permanentes	-0.46	0.19	0.10	0.98	0.12	0.03
	Sobrecarga	-0.82	0.23	0.13	0.66	0.03	0.02
	SC-AG	-3.43	1.34	0.94	3.80	0.73	0.11
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.16	0.03	-0.00	0.10	-0.09	0.00
	Vento -X	0.16	-0.03	0.00	-0.10	0.09	-0.00
	Vento +Y	0.24	0.00	0.09	0.01	0.06	0.01
	Vento -Y	-0.24	0.00	-0.09	-0.01	-0.06	-0.01
C7	Peso próprio	-1.42	0.88	-0.94	3.07	0.09	-0.06
	Cargas permanentes	-0.34	0.20	-0.16	1.07	-0.06	-0.02
	Sobrecarga	-0.63	0.25	-0.19	0.85	0.10	-0.02
	SC-AG	-2.51	1.49	-1.19	4.80	-0.20	-0.10
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.16	0.03	0.00	0.11	0.09	-0.00
	Vento -X	0.16	-0.03	-0.00	-0.11	-0.09	0.00
	Vento +Y	-0.32	0.01	0.12	-0.03	0.03	-0.00
	Vento -Y	0.32	-0.01	-0.12	0.03	-0.03	0.00

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>23/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>



Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C8	Peso próprio	5.12	1.14	-1.41	3.98	-1.94	-0.02
	Cargas permanentes	0.68	0.24	-0.28	1.21	-0.66	-0.01
	Sobrecarga	0.88	0.28	-0.39	0.98	-0.56	-0.00
	SC-AG	2.62	1.70	-1.70	5.31	-2.80	0.02
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.22	-0.01	-0.09	0.08	-0.03	-0.01
	Vento -X	-0.22	0.01	0.09	-0.08	0.03	0.01
	Vento +Y	-1.07	-0.09	0.02	-0.23	0.09	-0.01
	Vento -Y	1.07	0.09	-0.02	0.23	-0.09	0.01
C9	Peso próprio	3.72	1.59	-1.22	3.21	-3.93	0.03
	Cargas permanentes	0.60	0.29	-0.25	0.87	-1.12	-0.01
	Sobrecarga	0.76	0.41	-0.33	0.82	-1.02	0.01
	SC-AG	1.79	1.78	-1.76	3.54	-5.19	0.04
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.85	0.04	-0.09	0.16	-0.24	-0.01
	Vento -X	-0.85	-0.04	0.09	-0.16	0.24	0.01
	Vento +Y	-0.22	-0.08	0.00	-0.05	0.11	-0.01
	Vento -Y	0.22	0.08	0.00	0.05	-0.11	0.01
C10	Peso próprio	-0.20	0.95	-1.16	0.73	-3.33	0.03
	Cargas permanentes	-0.19	0.16	-0.25	0.23	-1.17	-0.03
	Sobrecarga	-0.37	0.24	-0.31	0.23	-0.88	0.01
	SC-AG	-1.79	0.97	-1.80	1.33	-4.88	0.02
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.78	0.11	-0.03	-0.04	-0.14	0.01
	Vento -X	-0.78	-0.11	0.03	0.04	0.14	-0.01
	Vento +Y	0.19	-0.01	0.02	0.03	0.08	-0.00
	Vento -Y	-0.19	0.01	-0.02	-0.03	-0.08	0.00

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>24/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C11	Peso próprio	-0.10	-1.14	-1.08	-1.32	-3.59	0.02
	Cargas permanentes	-0.14	-0.20	-0.23	-0.36	-1.19	0.01
	Sobrecarga	-0.36	-0.29	-0.28	-0.37	-0.91	0.00
	SC-AG	-1.82	-1.20	-1.64	-1.77	-4.87	-0.04
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.84	0.12	0.04	0.00	0.19	-0.01
	Vento -X	0.84	-0.12	-0.04	0.00	-0.19	0.01
	Vento +Y	0.18	0.02	0.02	-0.02	0.08	0.00
	Vento -Y	-0.18	-0.02	-0.02	0.02	-0.08	-0.00
C12	Peso próprio	3.46	-1.90	-0.99	-3.52	-2.87	0.13
	Cargas permanentes	0.50	-0.35	-0.22	-0.91	-1.03	0.01
	Sobrecarga	0.70	-0.48	-0.27	-0.89	-0.79	0.03
	SC-AG	1.51	-2.09	-1.53	-3.85	-4.47	0.07
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.81	0.07	0.07	0.15	0.12	-0.02
	Vento -X	0.81	-0.07	-0.07	-0.15	-0.12	0.02
	Vento +Y	-0.23	0.10	-0.01	0.10	0.08	0.00
	Vento -Y	0.23	-0.10	0.01	-0.10	-0.08	-0.00
C13	Peso próprio	5.37	-1.23	-1.35	-3.52	-1.94	0.08
	Cargas permanentes	0.71	-0.24	-0.26	-1.07	-0.67	0.00
	Sobrecarga	0.93	-0.30	-0.38	-0.89	-0.54	0.02
	SC-AG	3.11	-1.82	-1.58	-5.12	-2.39	0.06
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.21	-0.01	0.09	0.05	0.08	-0.01
	Vento -X	0.21	0.01	-0.09	-0.05	-0.08	0.01
	Vento +Y	-1.11	0.10	0.02	0.19	0.07	0.00
	Vento -Y	1.11	-0.10	-0.02	-0.19	-0.07	0.00

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>25/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Pilar	Hipótese	Esforços em elem.fundação					
		N (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Qx (t)	Qy (t)	T (t·m)
C15	Peso próprio	-2.05	-0.92	-0.77	-2.52	-0.48	0.01
	Cargas permanentes	-0.44	-0.22	-0.11	-1.03	-0.19	-0.00
	Sobrecarga	-0.77	-0.26	-0.15	-0.70	-0.04	0.00
	SC-AG	-3.39	-1.55	-0.99	-4.00	-0.74	-0.01
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.17	0.03	-0.01	0.09	-0.06	-0.00
	Vento -X	-0.17	-0.03	0.01	-0.09	0.06	0.00
	Vento +Y	-0.30	0.00	0.09	0.02	0.07	-0.00
	Vento -Y	0.30	0.00	-0.09	-0.02	-0.07	0.00
C16	Peso próprio	-2.15	-0.92	0.68	-2.61	0.02	-0.05
	Cargas permanentes	-0.48	-0.21	0.09	-1.02	0.12	-0.02
	Sobrecarga	-0.82	-0.26	0.12	-0.72	-0.08	-0.01
	SC-AG	-3.35	-1.56	0.94	-4.22	0.07	-0.04
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	0.17	0.03	0.01	0.10	0.10	0.00
	Vento -X	-0.17	-0.03	-0.01	-0.10	-0.10	-0.00
	Vento +Y	0.30	-0.00	0.09	-0.03	0.06	-0.00
	Vento -Y	-0.30	0.00	-0.09	0.03	-0.06	0.00
C17	Peso próprio	6.78	-1.16	1.54	-3.94	2.39	0.04
	Cargas permanentes	0.90	-0.23	0.29	-1.13	0.77	0.02
	Sobrecarga	1.11	-0.27	0.42	-0.94	0.66	0.01
	SC-AG	4.91	-1.77	1.77	-5.43	2.96	0.04
	SCU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vento +X	-0.24	0.00	-0.09	0.11	-0.08	0.01
	Vento -X	0.24	-0.00	0.09	-0.11	0.08	-0.01
	Vento +Y	1.22	-0.11	0.02	-0.27	0.03	0.01
	Vento -Y	-1.22	0.11	-0.02	0.27	-0.03	-0.01

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>26/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Esforços desfavoráveis (majorados), correspondentes à pior combinação que produz as maiores tensões e/ou deformações. Inclui a amplificação de esforços devidos aos efeitos de segunda ordem e excentricidade adicional por flambagem.

#### Referência:

Esforços desfavoráveis (majorados), correspondentes à pior combinação que produz as maiores tensões e/ou deformações. Inclui a amplificação de esforços devidos aos efeitos de segunda ordem (não inclui flambagem).

#### **Nota:**

Esforços em relação aos eixos locais do pilar.

#### 5.2.1 LISTAGEM - ESFORÇO CORTANTE EM PILARES

##### Tramo:

Nível inicial / nível final do tramo entre pisos.

##### Armaduras:



Primeira parcela: Armadura de canto.

Segunda parcela: Armadura da face X.

Terceira Parcela: Armadura da face Y.

##### Estribos:

Indica-se apenas o estribo perimetral disposto. Se existirem outros estribos e ramos, deve-se consultar o desenho do quadro de pilares. Podem existir distintos espaçamentos no topo, base e nó, que podem ser consultados em opções e detalhamento de pilares.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>27/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

### Desfavoráveis:

Esforços cortantes (majorados) correspondentes à combinação que produz o estado de tensões tangenciais mais desfavorável.

$N_{sd}$ : Força Normal de cálculo [(+) compressão, (-) tração]

$V_{sdx}$ ,  $V_{sdy}$ : Esforço cortante de cálculo em cada direção

$V_{rd1x}$ ,  $V_{rd1y}$ : Esforço cortante de ruptura por compressão oblíqua na alma (em cada direção)

$V_{rd2x}$ ,  $V_{rd2y}$ : Esforço cortante de ruptura por tração na alma (em cada direção)

Verificação da interação nas duas direções ( $VC_i$ ):

$$\sqrt{(V_{sd1x}/V_{rd1x})^2 + (V_{sd1y}/V_{rd1y})^2} \leq 1.00$$

$$\sqrt{(V_{sd2x}/V_{rd2x})^2 + (V_{sd2y}/V_{rd2y})^2} \leq 1.00$$

Origem dos esforços desfavoráveis:

G: Verticais

GV: Verticais + vento

GSis: Verticais + sismo

GVSis: Verticais + vento + sismo



### **Passa:**

Sim: Indica que o valor de  $VC_i$  é  $\leq 1$  para as duas verificações



Não: Indica que o valor de  $VC_i$  é  $> 1$  para alguma das duas verificações ou que o espaçamento de estribos é maior que o exigido pela norma.

### **Nota:**



Esforços desfavoráveis em relação aos eixos locais do pilar.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) <b>SE04004</b>	
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº CONTRATADA <b>EX-51467</b>	PÁGINA <b>28/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-C-1MC005</b>	REV. <b>3</b>



[illegible]

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)  <b>SE04004</b>		
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº CONTRATADA  <b>EX-51467</b>	PÁGINA  <b>29/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA  <b>N044500-C-1MC005</b>	REV.  <b>3</b>

Resumo das verificações												
Pilares	Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Esforços desfavoráveis						Desfavorável	Aprov. (%)	Estado
				Natureza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)			
	PISO 6	40x40	21.5 m	AP, SCU, V	32.12	0.95	3.40	1.95	0.70	N,M	67.5	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	35.33	-0.65	-4.13	2.67	0.52	Q	30.6	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	37.01	0.90	3.87	2.67	0.52	Q	30.6	Passa
				AP, SCU, V	44.26	0.76	3.75	2.53	0.37	N,M	26.7	Passa
	PISO 5	40x40	Ext.Superior	AP, SCU, V	55.79	-1.39	-5.95	3.78	0.93	Q	43.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	57.47	1.41	5.39	3.78	0.93	Q	43.5	Passa
	PISO 4	40x40	Ext.Superior	AP, SCU, V	62.65	-0.89	-6.40	4.04	0.40	Q	43.7	Passa
				AP, SCU, V	69.96	-0.86	-6.40	4.03	0.37	N,M	41.1	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	64.33	0.31	5.72	4.04	0.40	Q	43.7	Passa
				AP, SCU, V	71.64	0.24	5.68	4.03	0.37	N,M	38.0	Passa
	PISO 3	50x50	11 m	AP, SCU, V	64.34	5.78	0.26	0.36	4.08	Q	7.3	Passa
				AP, SCU, V	71.66	5.74	0.18	0.33	4.07	N,M	36.6	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	78.98	-6.88	0.53	-0.06	4.55	Q	29.7	Passa
				AP, V	12.12	6.38	-0.80	0.55	-3.95	N,M	33.5	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	81.61	6.78	0.35	-0.06	4.55	Q	29.7	Passa
				AP, SCU, V	88.97	6.74	0.27	-0.15	4.49	N,M	27.2	Passa
	PISO 2	50x50	Ext.Superior	AP, SCU, V	103.99	-1.66	-9.29	5.99	1.09	Q	42.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	99.21	1.58	8.63	5.94	1.06	Q	42.4	Passa
				AP, SCU, V	106.62	1.60	8.70	5.99	1.09	N,M	33.5	Passa
	PISO 1	50x50	Ext.Superior	AP, SCU, V	104.13	-0.55	-9.14	5.60	0.20	Q	40.2	Passa
				AP, SCU, V	122.91	-0.78	-9.44	5.73	0.28	N,M	41.6	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	126.85	0.48	16.33	5.73	0.28	Q	41.1	Passa
				AP, V	10.19	0.41	-15.12	-5.08	0.28	N,M	62.2	Passa
	TOPO FUNDAÇÃO	50x50	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	126.85	0.48	16.33	5.73	0.28	Q	7.0	Passa
				AP, V	10.19	0.41	-15.12	-5.08	0.28	N,M	62.2	Passa
P3	COROAMENTO	30x30	Ext.Superior	AP, SCU, V	32.52	1.06	2.49	-2.00	-0.64	Q	42.8	Passa
				AP, SCU, V	41.45	1.43	2.29	-1.69	-0.88	N,M	59.7	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	33.47	-0.87	-3.52	-2.00	-0.64	N,M	68.8	Passa
	PISO 6	40x40	21.5 m	AP, SCU, V	33.47	-0.87	-3.52	-2.00	-0.64	N,M	68.8	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	37.17	0.60	4.29	-2.77	-0.47	Q	31.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	38.85	-0.80	-4.01	-2.77	-0.47	Q	31.8	Passa

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>30/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Resumo das verificações												
Pilares	Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Esforços desfavoráveis						Desfavorável	Aprov. (%)	Estado
				Natureza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)			
	PISO 5	40x40	Ext.Superior	AP, SCU, V	46.05	-0.67	-3.90	-2.63	-0.32	N,M	27.6	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	57.61	1.25	6.08	-3.88	-0.86	Q	44.6	Passa
				AP, SCU, V	59.29	-1.33	-5.57	-3.88	-0.86	Q	44.6	Passa
	PISO 4	40x40	Ext.Superior	AP, SCU, V	64.93	0.84	6.58	-4.14	-0.34	Q	44.7	Passa
				AP, SCU, V	72.19	0.80	6.58	-4.13	-0.31	N,M	42.2	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	66.61	-0.19	-5.84	-4.14	-0.34	Q	44.7	Passa
				AP, SCU, V	73.87	-0.12	-5.80	-4.13	-0.31	N,M	38.9	Passa
				AP, SCU, V	73.87	-0.12	-5.80	-4.13	-0.31	N,M	37.4	Passa
	PISO 3	50x50	11 m	AP, SCU, V	66.61	-0.19	-5.84	-4.14	-0.34	Q	7.4	Passa
				AP, SCU, V	73.87	-0.12	-5.80	-4.13	-0.31	N,M	37.4	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	81.05	-0.74	6.84	-4.59	0.16	Q	30.0	Passa
				AP, V	13.27	-6.52	0.82	-0.57	4.03	N,M	32.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	83.68	-0.27	-6.93	-4.59	0.16	Q	29.8	Passa
				AP, SCU, V	90.98	-0.19	-6.89	-4.52	0.25	N,M	27.7	Passa
				AP, SCU, V	90.98	-0.19	-6.89	-4.52	0.25	N,M	27.7	Passa
	PISO 2	50x50	Ext.Superior	AP, SCU, V	106.30	1.54	9.55	-6.14	-0.99	Q	43.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	101.57	-1.42	-8.80	-6.09	-0.97	Q	43.4	Passa
				AP, SCU, V	108.92	-1.43	-8.86	-6.14	-0.99	N,M	34.1	Passa
	PISO 1	50x50	Ext.Superior	AP, SCU, V	105.81	0.36	9.25	-5.66	-0.12	Q	40.6	Passa
				AP, SCU, V	125.04	0.55	9.56	-5.79	-0.18	N,M	42.0	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	128.98	-0.27	-16.51	-5.79	-0.18	Q	41.6	Passa
				AP, V	11.07	-0.52	15.25	5.12	-0.30	N,M	61.2	Passa
				AP, V	11.07	-0.52	15.25	5.12	-0.30	N,M	61.2	Passa
	TOPO FUNDAÇÃO	50x50	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	128.98	-0.27	-16.51	-5.79	-0.18	Q	7.1	Passa
				AP, V	11.07	-0.52	15.25	5.12	-0.30	N,M	61.2	Passa
P4	COROAMENTO	30x30	Ext.Superior	AP, SCU, V	32.74	1.07	-2.49	2.00	-0.64	Q	42.8	Passa
				AP, SCU, V	41.75	1.44	-2.29	1.69	-0.88	N,M	60.0	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	33.68	-0.86	3.51	2.00	-0.64	N,M	68.6	Passa
	PISO 6	40x40	21.5 m	AP, SCU, V	33.68	-0.86	3.51	2.00	-0.64	N,M	68.6	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	37.14	0.53	-4.28	2.76	-0.45	Q	31.7	Passa
				AP, SCU, V	38.82	-0.82	4.02	2.76	-0.45	Q	31.7	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	46.07	-0.68	3.90	2.63	-0.30	N,M	27.7	Passa
				AP, SCU, V	46.07	-0.68	3.90	2.63	-0.30	N,M	27.7	Passa
	PISO 5	40x40	Ext.Superior	AP, SCU, V	57.82	1.31	-6.09	3.88	-0.87	Q	44.6	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	59.50	-1.31	5.56	3.88	-0.87	Q	44.6	Passa



Código:	FM-ENG-002					
Nº da revisão:	01					
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana					
Aprovador:	Christiano Barros					
Data da aprovação:	25/09/2020					
Periodicidade da revisão:	Anual					
Classificação:	Público					
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			<b>Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)</b>  <b>SE04004</b>			
			<b>Nº CONTRATADA</b>  <b>EX-51467</b>		<b>PÁGINA</b>  <b>31/66</b>	
			<b>Nº FUNDAÇÃO RENOVA</b>  <b>N044500-C-1MC005</b>		<b>REV.</b>  <b>3</b>	

Resumo das verificações												
Pilares	Tramo	Dimensão (cm)	Posição	Esforços desfavoráveis						Desfavorável	Aprov. (%)	Estado
				Natureza	N (t)	Mxx (t-m)	Myy (t-m)	Qx (t)	Qy (t)			
	PISO 4	40x40	Ext.Superior	AP, SCU, V	64.89	0.79	-6.56	4.13	-0.34	Q	44.7	Passa
				AP, SCU, V	72.21	0.76	-6.56	4.12	-0.30	N,M	42.1	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	66.57	-0.23	5.84	4.13	-0.34	Q	44.7	Passa
				AP, SCU, V	73.89	-0.15	5.80	4.12	-0.30	N,M	39.4	Passa
	PISO 3	50x50	11 m	AP, SCU, V	66.57	-0.23	5.84	4.13	-0.34	Q	7.4	Passa
				AP, SCU, V	73.89	-0.15	5.80	4.12	-0.30	N,M	37.9	Passa
			Ext.Superior	AP, SCU, V	81.42	-0.55	-6.87	4.59	0.07	Q	30.0	Passa
				AP, V	13.41	0.86	6.47	-4.01	-0.59	N,M	32.3	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	84.05	-0.34	6.91	4.59	0.07	Q	29.6	Passa
				AP, SCU, V	91.41	-0.26	6.87	4.53	0.16	N,M	28.1	Passa
	PISO 2	50x50	Ext.Superior	AP, SCU, V	106.82	1.56	-9.52	6.13	-1.04	Q	43.8	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	102.04	-1.55	8.82	6.08	-1.02	Q	43.4	Passa
				AP, SCU, V	109.45	-1.56	8.88	6.13	-1.04	N,M	34.4	Passa
	PISO 1	50x50	Ext.Superior	AP, SCU, V	106.57	0.45	-9.27	5.66	-0.14	Q	40.7	Passa
				AP, SCU, V	125.98	0.66	-9.58	5.80	-0.22	N,M	42.4	Passa
			Ext.Inferior	AP, SCU, V	129.92	-0.33	16.52	5.80	-0.22	Q	41.6	Passa
				AP, V	11.54	-0.58	-15.26	-5.13	-0.34	N,M	62.2	Passa
	TOPO FUNDAÇÃO	50x50	Elemento de Fundação	AP, SCU, V	129.92	-0.33	16.52	5.80	-0.22	Q	7.1	Passa
				AP, V	11.54	-0.58	-15.26	-5.13	-0.34	N,M	62.2	Passa

Notas:  
Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante  
N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais

Armadura de pilares											
Concreto: C30, con.desfav.											
Pilar	Geometria			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Barras				Estribos			
				Cantos	Face X	Face Y	Taxa (%)	Descrição <sup>(1)</sup>	Espaçamento (cm)		
P1	COROAMENTO	30x30	22.00/25.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.82	1eØ6.3	15	67.9	Passa
	Piso 6	40x40	18.50/21.50	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	67.9	Passa
	Piso 5	40x40	15.00/18.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	43.7	Passa
	Piso 4	40x40	11.50/14.50	4Ø16	2Ø12.5	-	0.66	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	44.0	Passa
	Piso 3	50x50	8.00/11.00	4Ø16	2Ø12.5	2Ø12.5	0.52	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y1rØ6.3	15	36.7	Passa

Armadura de pilares											
Concreto: C30, con.desfav.											
Pilar	Geometria			Armaduras						Aprov. (%)	Estado
	Planta	Dimensões (cm)	Tramo (m)	Barras			Estribos				
				Cantos	Face X	Face Y	Taxa (%)	Descrição <sup>(1)</sup>	Espaçamento (cm)		
	Piso 2	50x50	4.50/7.50	4Ø16	4Ø12.5	2Ø12.5	0.62	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	15	43.5	Passa
	Piso 1	50x50	-1.00/4.00	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	69.5	Passa
	TOPO FUNDAÇÃO	-	-	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	69.5	Passa
P2	COROAMENTO	30x30	22.00/25.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.82	1eØ6.3	15	67.7	Passa
	Piso 6	40x40	18.50/21.50	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	67.7	Passa
	Piso 5	40x40	15.00/18.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	43.7	Passa
	Piso 4	40x40	11.50/14.50	4Ø16	2Ø12.5	-	0.66	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	44.0	Passa
	Piso 3	50x50	8.00/11.00	4Ø16	2Ø12.5	2Ø12.5	0.52	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y1rØ6.3	15	36.8	Passa
	Piso 2	50x50	4.50/7.50	4Ø16	4Ø12.5	2Ø12.5	0.62	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	15	43.4	Passa
	Piso 1	50x50	-1.00/4.00	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	69.6	Passa
	TOPO FUNDAÇÃO	-	-	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	69.6	Passa
P3	COROAMENTO	30x30	22.00/25.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.82	1eØ6.3	15	69.0	Passa
	Piso 6	40x40	18.50/21.50	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	69.0	Passa
	Piso 5	40x40	15.00/18.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	44.9	Passa
	Piso 4	40x40	11.50/14.50	4Ø16	2Ø12.5	-	0.66	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	45.1	Passa
	Piso 3	50x50	8.00/11.00	4Ø16	2Ø12.5	2Ø12.5	0.52	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y1rØ6.3	15	37.5	Passa
	Piso 2	50x50	4.50/7.50	4Ø16	4Ø12.5	2Ø12.5	0.62	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	15	44.4	Passa
	Piso 1	50x50	-1.00/4.00	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	68.5	Passa
	TOPO FUNDAÇÃO	-	-	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	68.5	Passa
P4	COROAMENTO	30x30	22.00/25.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.82	1eØ6.3	15	68.9	Passa
	Piso 6	40x40	18.50/21.50	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	68.9	Passa
	Piso 5	40x40	15.00/18.00	4Ø12.5	2Ø12.5	-	0.46	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	44.9	Passa
	Piso 4	40x40	11.50/14.50	4Ø16	2Ø12.5	-	0.66	1eØ6.3+Y1rØ6.3	15	45.0	Passa
	Piso 3	50x50	8.00/11.00	4Ø16	2Ø12.5	2Ø12.5	0.52	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y1rØ6.3	15	38.1	Passa
	Piso 2	50x50	4.50/7.50	4Ø16	4Ø12.5	2Ø12.5	0.62	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	15	44.4	Passa
	Piso 1	50x50	-1.00/4.00	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	69.7	Passa
	TOPO FUNDAÇÃO	-	-	4Ø20	4Ø16	2Ø16	0.99	1eØ6.3+X1rØ6.3+Y2rØ6.3	19	69.7	Passa
Notas: <sup>(1)</sup> e = estribo, r = ramo											

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>33/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

## 5.3 VIGAS

### Piso 1

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xs</sub>	TV <sub>ys</sub>	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Geom. <sub>sl</sub>	T,Arm. <sub>sl</sub>	
V-101: P1 - P2	Passa	Passa	'3.000 m' h = 57.4	'P1' h = 84.8	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> h = 84.8
V-102: P3 - P4	Passa	Passa	'3.000 m' h = 58.9	'3.500 m' h = 86.0	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> h = 86.0
V-103: P3 - P1	Passa	Passa	'0.500 m' h = 57.2	'3.500 m' h = 84.9	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> h = 84.9
V-104: P4 - P2	Passa	Passa	'0.500 m' h = 58.6	'P4' h = 85.6	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> h = 85.6

#### Notação:

Disp.: Disposições relativas às armaduras

Arm.: Armadura mínima e máxima

Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)

N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)

T<sub>c</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.

T<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.

T<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.

TNM<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.

TV<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua

TV<sub>y</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua

TV<sub>xs</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.

TV<sub>ys</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.

T,Disp.<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.

T,Geom.<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.

T,Arm.<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.

x: Distância à origem da barra

h: Coeficiente de aproveitamento (%)

N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

<sup>(1)</sup> A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.

<sup>(2)</sup> A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	W <sub>k,F,sup.</sub>	W <sub>k,F,Lat.Dir.</sub>	W <sub>k,F,inf.</sub>	W <sub>k,F,Lat.Esq.</sub>	S <sub>s</sub>	
V-101: P1 - P2	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-102: P3 - P4	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-103: P3 - P1	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-104: P4 - P2	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)																Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xs</sub>	TV <sub>ys</sub>	T <sub>,Disp.sl</sub>	T <sub>,Geom.sl</sub>	T <sub>,Arm.sl</sub>		
V-201: P1 - P2	Passa	Passa	'0.500 m' h = 54.9	'3.500 m' h = 91.9	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA <b>h = 91.9</b>	
V-202: P3 - P4	Passa	Passa	'0.500 m' h = 56.4	'P3' h = 93.3	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA <b>h = 93.3</b>	
V-203: P3 - P1	Passa	Passa	'0.500 m' h = 55.4	'P3' h = 92.2	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA <b>h = 92.2</b>	
V-204: P4 - P2	Passa	Passa	'0.500 m' h = 55.5	'3.500 m' h = 92.6	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA <b>h = 92.6</b>	



**SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES**  
**PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³**

Notação:

- Disp.: Disposições relativas às armaduras
- Arm.: Armadura mínima e máxima
- Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
- N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
- T<sub>c</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
- T<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
- T<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
- TNM<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
- TV<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
- TV<sub>y</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
- TV<sub>xs</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
- TV<sub>ys</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
- T,Disp.<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
- T,Geom.<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
- T,Arm.<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
- x: Distância à origem da barra
- h: Coeficiente de aproveitamento (%)
- N.A.: Não aplicável

V-201: P1 - P2	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-202: P3 - P4	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-203: P3 - P1	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-204: P4 - P2	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 3.5 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA

**Notação:**  
*W<sub>k,F, sup.</sub>*: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior  
*W<sub>k,F, Lat. Dir.</sub>*: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita  
*W<sub>k,F, inf.</sub>*: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior  
*W<sub>k,F, Lat. Esq.</sub>*: Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda  
*s<sub>s</sub>*: Armaduras longitudinais mínimas  
*x*: Distância à origem da barra  
*h*: Coeficiente de aproveitamento (%)  
*N.A.*: Não aplicável

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>36/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = \text{Min.}(10.00, L/500)$	Estado
V-201: P1 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.11 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.00 mm	$f_{T,max}$ : 0.30 mm $f_{T,lim}$ : 14.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.44 mm $f_{A,lim}$ : 2.46 mm	PASSA
V-202: P3 - P4	$f_{i,Q}$ : 0.12 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.00 mm	$f_{T,max}$ : 0.32 mm $f_{T,lim}$ : 14.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.44 mm $f_{A,lim}$ : 2.46 mm	PASSA
V-203: P3 - P1	$f_{i,Q}$ : 0.12 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.00 mm	$f_{T,max}$ : 0.30 mm $f_{T,lim}$ : 14.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.44 mm $f_{A,lim}$ : 2.46 mm	PASSA
V-204: P4 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.12 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.00 mm	$f_{T,max}$ : 0.30 mm $f_{T,lim}$ : 14.00 mm	$f_{A,max}$ : 0.44 mm $f_{A,lim}$ : 2.46 mm	PASSA

### Piso 3

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Geom. <sub>st</sub>	T,Arm. <sub>st</sub>	
V-301: P1 - P2	Passa	Passa	'3.000 m' h = 51.3	'P1' h = 87.1	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 87.1
V-302: P3 - P4	Passa	Passa	'3.000 m' h = 52.7	'3.500 m' h = 88.5	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 88.5
V-303: P3 - P1	Passa	Passa	'0.500 m' h = 51.1	'P3' h = 87.3	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 87.3
V-304: P4 - P2	Passa	Passa	'0.500 m' h = 52.5	'P4' h = 88.2	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 88.2

#### Notação:

Disp.: Disposições relativas às armaduras

Arm.: Armadura mínima e máxima

Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)

N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)

T<sub>c</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.

T<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.

T<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.

TNM<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.

TV<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua

TV<sub>y</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua

TV<sub>xSt</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.

TV<sub>ySt</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.

T,Disp.<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.

T,Geom.<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.

T,Arm.<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.

x: Distância à origem da barra

h: Coeficiente de aproveitamento (%)

N.A.: Não aplicável

#### Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

<sup>(1)</sup> A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção.

<sup>(2)</sup> A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.

[illegible]

**SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES**  
**PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA**  
**MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³**

Notação:

- Disp.: Disposições relativas às armaduras
- Arm.: Armadura mínima e máxima
- Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas)
- N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas)
- T<sub>c</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua.
- T<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma.
- T<sub>sl</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais.
- TNM<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X.
- TV<sub>x</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua
- TV<sub>y</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua
- TV<sub>xs</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma.
- TV<sub>ys</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma.
- T,Disp.<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal.
- T,Geom.<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal.
- T,Arm.<sub>st</sub>: Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados.
- x: Distância à origem da barra
- h: Coeficiente de aproveitamento (%)
- N.A.: Não aplicável

V-401: P1 - P2	x: 3.7 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 1.1 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-402: P3 - P4	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 1.1 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-403: P3 - P1	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 1.1 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-404: P4 - P2	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.6 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA

Notação:

$W_{k,F, sup.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior

$W_{k,F, Lat.Dir.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita

$W_{k,F, inf.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior

$W_{k,F, Lat.Esq.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda

$s_s$ : Armaduras longitudinais mínimas

$x$ : Distância à origem da barra

$h$ : Coeficiente de aproveitamento (%)



N.A.: Não aplicável

---

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

(1) A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.

(2) A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>39/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = \text{Min.}(10.00, L/500)$	Estado
V-401: P1 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.19 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.51 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.28 mm $f_{A,lim}$ : 1.66 mm	PASSA
V-402: P3 - P4	$f_{i,Q}$ : 0.21 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.54 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.29 mm $f_{A,lim}$ : 1.65 mm	PASSA
V-403: P3 - P1	$f_{i,Q}$ : 0.21 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.54 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.24 mm $f_{A,lim}$ : 1.40 mm	PASSA
V-404: P4 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.20 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.51 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.29 mm $f_{A,lim}$ : 1.90 mm	PASSA

## Piso 5

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xst</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T <sub>Disp-sl</sub>	T <sub>Geom-sl</sub>	T <sub>Arm-sl</sub>	
V-501: P1 - P2	Passa	Passa	'3.476 m' h = 45.6	'3.350 m' h = 89.9	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 89.9
V-502: P3 - P4	Passa	Passa	'3.476 m' h = 47.3	'3.350 m' h = 92.3	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 92.3
V-503: P3 - P1	Passa	Passa	'0.225 m' h = 46.2	'P3' h = 91.1	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 91.1
V-504: P4 - P2	Passa	Passa	'0.225 m' h = 47.1	'P4' h = 91.6	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	PASSA h = 91.6
<b>Notação:</b> Disp.: Disposições relativas às armaduras Arm.: Armadura mínima e máxima Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas) N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas) T <sub>c</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua. T <sub>st</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma. T <sub>sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais. TNM <sub>x</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X. TV <sub>x</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua TV <sub>y</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua TV <sub>xst</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma. TV <sub>ySt</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma. T <sub>Disp-sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal. T <sub>Geom-sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal. T <sub>Arm-sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados. x: Distância à origem da barra h: Coeficiente de aproveitamento (%) N.A.: Não aplicável																
<b>Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):</b> (1) A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção. (2) A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.																

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	W <sub>k,F,sup.</sub>	W <sub>k,F,lat.Dir.</sub>	W <sub>k,F,inf.</sub>	W <sub>k,F,lat.Esq.</sub>	S <sub>s</sub>	
V-501: P1 - P2	x: 3.7 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.35 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xSt</sub>	TV <sub>ySt</sub>	T,Disp.sl	T,Geom.st	T,Arm.st	
V-601: P1 - P2	Passa	Passa	'0.225 m' h = 39.8	'P1' h = 91.0	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> <b>h = 91.0</b>
V-602: P3 - P4	Passa	Passa	'0.225 m' h = 41.7	'P3' h = 94.2	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> <b>h = 94.2</b>
V-603: P3 - P1	Passa	Passa	'0.225 m' h = 41.4	'P3' h = 93.5	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> <b>h = 93.5</b>
V-604: P4 - P2	Passa	Passa	'0.225 m' h = 40.6	'P4' h = 92.9	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> <b>h = 92.9</b>



Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	$W_{k,F, sup.}$	$W_{k,F, Lat. Dir.}$	$W_{k,F, inf.}$	$W_{k,F, Lat. Esq.}$	$S_s$	
V-601: P1 - P2	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 1.35 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-602: P3 - P4	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 1.35 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-603: P3 - P1	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.35 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-604: P4 - P2	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.35 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA

**Notação:**  
 $W_{k,F, sup.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior  
 $W_{k,F, Lat. Dir.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita  
 $W_{k,F, inf.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior  
 $W_{k,F, Lat. Esq.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda  
 $S_s$ : Armaduras longitudinais mínimas  
 $x$ : Distância à origem da barra  
 $h$ : Coeficiente de aproveitamento (%)  
N.A.: Não aplicável

**Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):**  
<sup>(1)</sup> A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.  
<sup>(2)</sup> A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.



Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = \text{Min.}(10.00, L/500)$	Estado
V-601: P1 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.13 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.33 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.16 mm $f_{A,lim}$ : 1.64 mm	PASSA
V-602: P3 - P4	$f_{i,Q}$ : 0.14 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.36 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.16 mm $f_{A,lim}$ : 1.64 mm	PASSA
V-603: P3 - P1	$f_{i,Q}$ : 0.14 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.36 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.14 mm $f_{A,lim}$ : 1.39 mm	PASSA
V-604: P4 - P2	$f_{i,Q}$ : 0.13 mm $f_{i,Q,lim}$ : 10.57 mm	$f_{T,max}$ : 0.33 mm $f_{T,lim}$ : 14.80 mm	$f_{A,max}$ : 0.16 mm $f_{A,lim}$ : 1.64 mm	PASSA

[illegible]

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>43/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Vigas	VERIFICAÇÕES DE RESISTÊNCIA (ABNT NBR 6118:2014)															Estado
	Disp.	Arm.	Q	N,M	T <sub>c</sub>	T <sub>st</sub>	T <sub>sl</sub>	TNM <sub>x</sub>	TV <sub>x</sub>	TV <sub>y</sub>	TV <sub>xs</sub>	TV <sub>ys</sub>	T,Disp. <sub>sl</sub>	T,Geom. <sub>sl</sub>	T,Arm. <sub>sl</sub>	
V-718: -	Passa	Passa	'0.235 m' h = 36.7	'0.000 m' h = 35.6	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> h = 36.7
V-719: -	Passa	Passa	'0.718 m' h = 39.6	'0.718 m' h = 36.9	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> h = 39.6
V-720: -	Passa	Passa	'0.000 m' h = 32.9	" h = 64.7	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	<b>PASSA</b> h = 64.7
<b>Notação:</b> Disp.: Disposições relativas às armaduras Arm.: Armadura mínima e máxima Q: Estado limite de ruptura relativo ao esforço cortante (combinações não sísmicas) N,M: Estado limite de ruptura frente a solicitações normais (combinações não sísmicas) T <sub>c</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Compressão oblíqua. T <sub>st</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Tração na alma. T <sub>sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Tração nas armaduras longitudinais. TNM <sub>x</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforços normais. Flexão em torno do eixo X. TV <sub>x</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Compressão oblíqua TV <sub>y</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Compressão oblíqua TV <sub>xs</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo X. Tração na alma. TV <sub>ys</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Interação entre torção e esforço cortante no eixo Y. Tração na alma. T,Disp. <sub>sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Espaçamento entre as barras da armadura longitudinal. T,Geom. <sub>sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Diâmetro mínimo da armadura transversal. T,Arm. <sub>sl</sub> : Estado limite de ruptura por torção. Quantidade mínima de estribos fechados. x: Distância à origem da barra h: Coeficiente de aproveitamento (%) N.A.: Não aplicável																
<b>Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):</b> <sup>(1)</sup> A verificação do estado limite de ruptura por torção não é necessária, já que não há momento de torção. <sup>(2)</sup> A verificação não é necessária, já que não há interação entre torção e esforços normais.																

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	W <sub>k,F,sup.</sub>	W <sub>k,F,Lat.Dir.</sub>	W <sub>k,F,inf.</sub>	W <sub>k,F,Lat.Esq.</sub>	S <sub>s</sub>	
V-701: P1 - P2	x: 3.9 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.7 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 1.075 m Passa	<b>PASSA</b>
V-702: P3 - P4	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.7 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.45 m Passa	<b>PASSA</b>
V-703: P3 - P1	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.05 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-704: P4 - P2	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 2.05 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 1.925 m Passa	<b>PASSA</b>
V-705: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.113 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-706: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-707: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.713 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-708: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.305 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-709: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>
V-710: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	<b>PASSA</b>

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>44/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Vigas	VERIFICAÇÕES DE FISSURAÇÃO (ABNT NBR 6118:2014)					Estado
	$W_{k,F,sup.}$	$W_{k,F,lat.Dir.}$	$W_{k,F,inf.}$	$W_{k,F,lat.Esq.}$	$S_s$	
V-711: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.72 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-712: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.659 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-713: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.413 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-714: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-715: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.718 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-716: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.185 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-717: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-718: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-719: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.718 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA
V-720: -	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(1)</sup>	x: 0.714 m Passa	N.A. <sup>(1)</sup>	N.A. <sup>(2)</sup>	PASSA

**Notação:**

$W_{k,F,sup.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face superior

$W_{k,F,lat.Dir.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral direita

$W_{k,F,inf.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face inferior

$W_{k,F,lat.Esq.}$ : Controle da fissuração através da limitação da abertura estimada das fissuras: Face lateral esquerda

$S_s$ : Armaduras longitudinais mínimas

x: Distância à origem da barra

h: Coeficiente de aproveitamento (%)



N.A.: Não aplicável

Verificações desnecessárias para o tipo de perfil (N.A.):

<sup>(1)</sup> A verificação não é necessária, já que não há nenhuma armadura tracionada.

<sup>(2)</sup> A verificação não é necessária, já que a tensão de tração máxima no concreto não supera a resistência à tração do mesmo.

Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = \text{Min.}(10.00, L/500)$	Estado
V-701: P1 - P2	$f_{i,Q}$ : 1.51 mm $f_{i,Q,lim}$ : 11.14 mm	$f_{T,max}$ : 2.89 mm $f_{T,lim}$ : 15.60 mm	$f_{A,max}$ : 2.72 mm $f_{A,lim}$ : 7.80 mm	PASSA
V-702: P3 - P4	$f_{i,Q}$ : 1.31 mm $f_{i,Q,lim}$ : 11.14 mm	$f_{T,max}$ : 2.61 mm $f_{T,lim}$ : 15.60 mm	$f_{A,max}$ : 2.41 mm $f_{A,lim}$ : 7.80 mm	PASSA
V-703: P3 - P1	$f_{i,Q}$ : 1.46 mm $f_{i,Q,lim}$ : 11.14 mm	$f_{T,max}$ : 2.81 mm $f_{T,lim}$ : 15.60 mm	$f_{A,max}$ : 2.65 mm $f_{A,lim}$ : 7.80 mm	PASSA
V-704: P4 - P2	$f_{i,Q}$ : 1.54 mm $f_{i,Q,lim}$ : 11.14 mm	$f_{T,max}$ : 2.90 mm $f_{T,lim}$ : 15.60 mm	$f_{A,max}$ : 2.76 mm $f_{A,lim}$ : 7.80 mm	PASSA
V-705: -	$f_{i,Q}$ : 0.00 mm $f_{i,Q,lim}$ : 32.73 mm	$f_{T,max}$ : 0.03 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 0.24 mm $f_{A,lim}$ : 5.06 mm	PASSA
V-706: -	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 32.73 mm	$f_{T,max}$ : 0.07 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 0.85 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>45/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Verificações de flecha				
Vigas	Sobrecarga (Característica) $f_{i,Q} \leq f_{i,Q,lim}$ $f_{i,Q,lim} = L/350$	No tempo infinito (Quase permanente) $f_{T,max} \leq f_{T,lim}$ $f_{T,lim} = L/250$	Ativa (Característica) $f_{A,max} \leq f_{A,lim}$ $f_{A,lim} = \text{Min.}(10.00, L/500)$	Estado
V-707: -	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 30.54 mm	$f_{T,max}$ : 0.08 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.28 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-708: -	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 12.23 mm	$f_{T,max}$ : 0.08 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.65 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-709: -	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 12.23 mm	$f_{T,max}$ : 0.10 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.92 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-710: -	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 12.23 mm	$f_{T,max}$ : 0.13 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 2.03 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-711: -	$f_{i,Q}$ : 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$ : 30.54 mm	$f_{T,max}$ : 0.13 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 2.03 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-712: -	$f_{i,Q}$ : 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$ : 30.54 mm	$f_{T,max}$ : 0.12 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.93 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-713: -	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 12.23 mm	$f_{T,max}$ : 0.11 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.93 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-714: -	$f_{i,Q}$ : 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$ : 32.73 mm	$f_{T,max}$ : 0.13 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 2.03 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-715: -	$f_{i,Q}$ : 0.03 mm $f_{i,Q,lim}$ : 32.73 mm	$f_{T,max}$ : 0.12 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 2.03 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-716: -	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.24 mm	$f_{T,max}$ : 0.08 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.92 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-717: -	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.24 mm	$f_{T,max}$ : 0.06 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.64 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-718: -	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.24 mm	$f_{T,max}$ : 0.07 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 1.27 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-719: -	$f_{i,Q}$ : 0.02 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.24 mm	$f_{T,max}$ : 0.06 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 0.84 mm $f_{A,lim}$ : 10.00 mm	PASSA
V-720: -	$f_{i,Q}$ : 0.01 mm $f_{i,Q,lim}$ : 14.24 mm	$f_{T,max}$ : 0.04 mm $f_{T,lim}$ : 45.82 mm	$f_{A,max}$ : 0.24 mm $f_{A,lim}$ : 5.18 mm	PASSA

## 5.4 LAJES

Serão apresentados os resultados dos pisos do Piso 01 @ Piso 06 e o Piso do Coroamento:

### A. PISO 01 @ PISO 06

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>46/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

### PARÂMETROS DO DIAGRAMA PARÁBOLA-RETÂNGULO

NBR6118:2014, 17.2.2

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$  MENOR QUE  $50 \text{ MPa}$ , logo:

Percentual da tensão de compressão em relação à  $f_{cd}$ :

$$\alpha_{faC} = 0.85$$

Percentual da profundidade do diagrama em relação à L.N.:

$$\lambda = 0.8$$

### PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

Equação de equilíbrio dos esforços internos:

$$X^2 \cdot (\alpha_{faC} \cdot \lambda^2 / 2) \cdot B_w \cdot f_{cd} - X \cdot (\alpha_{faC} \cdot \lambda) \cdot B_w \cdot f_{cd} \cdot D + M_d = 0$$

Resolvendo o polinômio de segundo grau:

$$a = (\alpha_{faC} \cdot \lambda^2 / 2) \cdot B_w \cdot f_{cd}$$

$$b = -1 \cdot (\alpha_{faC} \cdot \lambda) \cdot B_w \cdot f_{cd} \cdot D$$

$$c = M_d$$

$$\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$$

Logo:

$$a = 5828571.429$$

$$b = -1821428.571$$

$$c = 21000$$



$$\Delta = 2828002040816.327$$

Portanto:

$$X = (-1 \cdot b + \sqrt{\Delta}) / (2 \cdot a)$$

$$X = (-1 \cdot -1821428.571 + \sqrt{2828002040816.327}) / (2 \cdot 5828571.429)$$

$$X = 0.012 \text{ m}$$

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público	<div>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</div> <div>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</div>		
		Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)		
		SE04004		
		Nº CONTRATADA	PÁGINA	
		EX-51467	47/66	
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.	
		N044500-C-1MC005	3	

### DOMÍNIO DE DEFORMAÇÃO

NBR6118:2014, 17.2.2

Aço CA50, então:

$$Esd = 0.207 \%$$

Fck = 30 MPa \*MENOR QUE\* 50 MPa, logo:

$$Ecd = 0.35 \%$$

Kx limite armadura racionada (entre domínios 2 e 3):

$$Kx.Limite[2,3] = Ecd / (Ecd + 1\%)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.0035 / (0.0035 + 0.01)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.259$$

Kx limite para armadura simples (entre domínios 3 e 4):

$$Kx.Limite[3,4] = Ecd / (Ecd + Esd)$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.0035 / (0.0035 + 0.00207)$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.628$$

NBR6118:2014, 17.2.3

Para garantir ductilidade, com Fck MENOR QUE 50 MPa, limita-se Kx a:

$$Kx = 0.45$$

Kx obtido no dimensionamento:

$$Kx = X / D$$

$$Kx = 0.012 / 0.125$$

$$Kx = 0.096$$

Como Kx ≤ 0.259 : ARMADURA SIMPLES !

### CÁLCULO DE ARMADURA SIMPLES

Área de aço tracionado:

$$AS = Md / (Fyd * (D - X * Lambda / 2))$$

$$AS = 21000 / (434782608.696 * (0.125 - 0.012 * 0.8 / 2))$$

$$AS = 4.018 \text{ cm}^2$$

NBR6118:2014, 8.2.5

Resistência média do concreto à tração:

$$Fctm = 0.3 * (Fck * 1e-6)^{2/3} * 1e6$$

$$Fctm = 0.3 * (30)^{2/3} * 1e6$$

$$Fctm = 2896468.154 \text{ Pa}$$

NBR6118:2014, 17.3.5.2.1

Dimensionamento exato da armadura mínima por Md.Mín:

$$AS.Mínimo = Md.Mín / (Z * Fyd) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * Wo * Fctk.Sup / ((H/3 + H/2 - D1) * Fyd) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * (Bw * H^2 / 6) * (1.3 * Fctm) / ((H/3 + H/2 - D1) * Fyd) * 1e4$$



$$AS.Mínimo = 0.8 * (1 * 0.15^2 / 6) * (1.3 * 2.896e6) / ((0.15/3 + 0.15/2 - 0.025) * 4.348e8) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 2.598 \text{ cm}^2 \quad (0.173\%)$$

Como AS > ASmin, tem-se:

$$AS = 4.018 \text{ cm}^2 \quad \text{SOLUÇÃO!}$$

Armadura inferior adotada → Ø10.0 c.12.5 cm – Longitudinal/Transversal

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>48/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

### PARÂMETROS DO DIAGRAMA PARÁBOLA-RETÂNGULO

NBR6118:2014, 17.2.2

Fck = 30 MPa MENOR QUE 50 MPa, logo:

Percentual da tensão de compressão em relação à Fcd:

$$\text{AlfaC} = 0.85$$

Percentual da profundidade do diagrama em relação à L.N.:

$$\text{Lambda} = 0.8$$

### PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

Equação de equilíbrio dos esforços internos:

$$X^2 * (\text{AlfaC} * \text{Lambda}^2 / 2) * Bw * Fcd - X * (\text{AlfaC} * \text{Lambda}) * Bw * Fcd * D + Md = 0$$

Resolvendo o polinômio de segundo grau:

$$a = (\text{AlfaC} * \text{Lambda}^2 / 2) * Bw * Fcd$$

$$b = -1 * (\text{AlfaC} * \text{Lambda}) * Bw * Fcd * D$$

$$c = Md$$

$$\Delta = b^2 - 4 * a * c$$

Logo:

$$a = 5828571.429$$

$$b = -1821428.571$$

$$c = 21000$$

$$\Delta = 2828002040816.327$$

Portanto:

$$X = (-1 * b + \text{Sqrt}(\Delta)) / (2 * a)$$

$$X = (-1 * -1821428.571 + \text{Sqrt}(2828002040816.327)) / (2 * 5828571.429)$$

$$X = 0.012 \text{ m}$$

### DOMÍNIO DE DEFORMAÇÃO

NBR6118:2014, 17.2.2

Aço CA50, então:

$$\text{Esd} = 0.207 \%$$

Fck = 30 MPa \* MENOR QUE 50 MPa, logo:

$$\text{Ecd} = 0.35 \%$$

Kx limite armadura racionada (entre domínios 2 e 3):

$$Kx.Limite[2,3] = \text{Ecd} / (\text{Ecd} + 1\%)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.0035 / (0.0035 + 0.01)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.259$$

Kx limite para armadura simples (entre domínios 3 e 4):

$$Kx.Limite[3,4] = \text{Ecd} / (\text{Ecd} + \text{Esd})$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.0035 / (0.0035 + 0.00207)$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.628$$

NBR6118:2014, 17.2.3

Para garantir ductilidade, com Fck MENOR QUE 50 MPa, limita-se Kx a:

$$Kx = 0.45$$



Kx obtido no dimensionamento:

$$Kx = X / D$$

$$Kx = 0.012 / 0.125$$

$$Kx = 0.096$$

Como  $Kx \leq 0.259$  : ARMADURA SIMPLES !

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>49/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

### CÁLCULO DE ARMADURA SIMPLES

Área de aço tracionado:

$$AS = Md / ( Fyd * ( D - X * Lambda / 2 ) )$$

$$AS = 21000 / ( 434782608.696 * ( 0.125 - 0.012 * 0.8 / 2 ) )$$

$$AS = 4.018 \text{ cm}^2$$

NBR6118:2014, 8.2.5

Resistência média do concreto à tração:

$$Fctm = 0.3 * ( Fck * 1e-6 ) ^ { ( 2 / 3 ) } * 1e6$$

$$Fctm = 0.3 * ( 30 ) ^ { ( 2 / 3 ) } * 1e6$$

$$Fctm = 2896468.154 \text{ Pa}$$

NBR6118:2014, 17.3.5.2.1

Dimensionamento exato da armadura mínima por Md.Min:

$$AS.Mínimo = Md.Min / ( Z * Fyd ) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * Wo * Fctk.Sup / ( ( H / 3 + H / 2 - D1 ) * Fyd ) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * ( Bw * H^2 / 6 ) * ( 1.3 * Fctm ) / ( ( H / 3 + H / 2 - D1 ) * Fyd ) * 1e4$$



$$AS.Mínimo = 0.8 * ( 1 * 0.15^2 / 6 ) * ( 1.3 * 2.896e6 ) / ( ( 0.15 / 3 + 0.15 / 2 - 0.025 ) * 4.348e8 ) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 2.598 \text{ cm}^2 \quad ( 0.173\% )$$

Como  $AS > AS_{min}$ , tem-se:

$$AS = 4.018 \text{ cm}^2 \quad \text{SOLUÇÃO!}$$

Armadura superior adotada → Ø8.0 c.10 cm – Longitudinal/Transversal

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>50/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

## B. PISO COROAMENTO

### PARÂMETROS DO DIAGRAMA PARÁBOLA-RETÂNGULO

NBR6118:2014, 17.2.2

Fck = 40 MPa MENOR QUE 50 MPa , logo:

Percentual da tensão de compressão em relação à Fcd:

$$\text{AlfaC} = 0.85$$

Percentual da profundidade do diagrama em relação à L.N.:

$$\text{Lambda} = 0.8$$

### PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

Equação de equilíbrio dos esforços internos:

$$X^2 * (\text{AlfaC} * \text{Lambda}^2 / 2) * Bw * Fcd - X * (\text{AlfaC} * \text{Lambda}) * Bw * Fcd * D + Md = 0$$

Resolvendo o polinômio de segundo grau:

$$a = (\text{AlfaC} * \text{Lambda}^2 / 2) * Bw * Fcd$$

$$b = -1 * (\text{AlfaC} * \text{Lambda}) * Bw * Fcd * D$$

$$c = Md$$

$$\Delta = b^2 - 4 * a * c$$

Logo:

$$a = 7771428.571$$

$$b = -5342857.143$$

$$c = 210000$$

$$\Delta = 22018122448979.59$$

Portanto:

$$X = (-1 * b + \sqrt{\Delta}) / (2 * a)$$

$$X = (-1 * -5342857.143 + \sqrt{22018122448979.59}) / (2 * 7771428.571)$$

$$X = 0.042 \text{ m}$$

### DOMÍNIO DE DEFORMAÇÃO

NBR6118:2014, 17.2.2

Aço CA50, então:

$$\text{Esd} = 0.207 \%$$

Fck = 40 MPa \*MENOR QUE\* 50 MPa , logo:

$$\text{Ecd} = 0.35 \%$$

Kx limite armadura racionada (entre domínios 2 e 3):

$$Kx.Limite[2,3] = \text{Ecd} / (\text{Ecd} + 1\%)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.0035 / (0.0035 + 0.01)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.259$$

Kx limite para armadura simples (entre domínios 3 e 4):

$$Kx.Limite[3,4] = \text{Ecd} / (\text{Ecd} + \text{Esd})$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.0035 / (0.0035 + 0.00207)$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.628$$

NBR6118:2014, 17.2.3

Para garantir ductilidade, com Fck MENOR QUE 50 MPa, limita-se Kx a:

$$Kx = 0.45$$



Kx obtido no dimensionamento:

$$Kx = X / D$$

$$Kx = 0.042 / 0.275$$

$$Kx = 0.152$$

Como Kx <= 0.259 : ARMADURA SIMPLES !

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE) <b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA <b>EX-51467</b>	PÁGINA <b>51/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-C-1MC005</b>	REV. <b>3</b>

### CÁLCULO DE ARMADURA SIMPLES

Área de aço tracionado:

$$AS = Md / ( Fyd * ( D - X * Lambda / 2 ) )$$

$$AS = 210000 / ( 434782608.696 * ( 0.275 - 0.042 * 0.8 / 2 ) )$$

$$AS = 18.702 \text{ cm}^2$$

NBR6118:2014, 8.2.5

Resistência média do concreto à tração:

$$Fctm = 0.3 * ( Fck * 1e-6 ) ^ { ( 2 / 3 ) } * 1e6$$

$$Fctm = 0.3 * ( 40 ) ^ { ( 2 / 3 ) } * 1e6$$

$$Fctm = 3508821.286 \text{ Pa}$$

NBR6118:2014, 17.3.5.2.1

Dimensionamento exato da armadura mínima por Md.Mín:

$$AS.Mínimo = Md.Mín / ( Z * Fyd ) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * Wo * Fctk.Sup / ( ( H / 3 + H / 2 - D1 ) * Fyd ) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * ( Bw * H^2 / 6 ) * ( 1.3 * Fctm ) / ( ( H / 3 + H / 2 - D1 ) * Fyd ) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * ( 1 * 0.3^2 / 6 ) * ( 1.3 * 3.509e6 ) / ( ( 0.3 / 3 + 0.3 / 2 - 0.025 ) * 4.348e8 ) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 5.595 \text{ cm}^2 \text{ (0.187\%)}$$

Como AS > ASmin, tem-se:

$$AS = 18.702 \text{ cm}^2 \quad \text{SOLUÇÃO!}$$

Armadura inferior adotada → Ø20.0 c.15 cm – Longitudinal/Transversal

### PARÂMETROS DO DIAGRAMA PARÁBOLA-RETÂNGULO

NBR6118:2014, 17.2.2

Fck = 30 MPa MENOR QUE 50 MPa, logo:

Percentual da tensão de compressão em relação à Fcd:

$$AlfaC = 0.85$$

Percentual da profundidade do diagrama em relação à L.N.:

$$Lambda = 0.8$$

### PROFUNDIDADE DA LINHA NEUTRA

Equação de equilíbrio dos esforços internos:

$$X^2 * ( AlfaC * Lambda^2 / 2 ) * Bw * Fcd - X * ( AlfaC * Lambda ) * Bw * Fcd * D + Md = 0$$

Resolvendo o polinômio de segundo grau:

$$a = ( AlfaC * Lambda^2 / 2 ) * Bw * Fcd$$

$$b = -1 * ( AlfaC * Lambda ) * Bw * Fcd * D$$

$$c = Md$$

$$Delta = b^2 - 4 * a * c$$

Logo:

$$a = 5828571.429$$

$$b = -4007142.857$$

$$c = 89320$$



$$Delta = 13974761877551.018$$

Portanto:

$$X = ( -1 * b + Sqrt( Delta ) ) / ( 2 * a )$$

$$X = ( -1 * -4007142.857 + Sqrt( 13974761877551.018 ) ) / ( 2 * 5828571.429 )$$

$$X = 0.023 \text{ m}$$

Código:	FM-ENG-002					
Nº da revisão:	01					
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana					
Aprovador:	Christiano Barros					
Data da aprovação:	25/09/2020					
Periodicidade da revisão:	Anual					
Classificação:	Público	<div>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</div> <div>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</div> <div>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</div>				
					Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
					SE04004	
					Nº CONTRATADA	PÁGINA
					EX-51467	52/66
		Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.			
		N044500-C-1MC005	3			

### DOMÍNIO DE DEFORMAÇÃO

NBR6118:2014, 17.2.2

Aço CA50, então:

$$Esd = 0.207 \%$$

Fck = 30 MPa \*MENOR QUE\* 50 MPa, logo:

$$Ecd = 0.35 \%$$

Kx limite armadura racionada (entre domínios 2 e 3):

$$Kx.Limite[2,3] = Ecd / (Ecd + 1\%)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.0035 / (0.0035 + 0.01)$$

$$Kx.Limite[2,3] = 0.259$$

Kx limite para armadura simples (entre domínios 3 e 4):

$$Kx.Limite[3,4] = Ecd / (Ecd + Esd)$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.0035 / (0.0035 + 0.00207)$$

$$Kx.Limite[3,4] = 0.628$$

NBR6118:2014, 17.2.3

Para garantir ductilidade, com Fck MENOR QUE 50 MPa, limita-se Kx a:

$$Kx = 0.45$$

Kx obtido no dimensionamento:

$$Kx = X / D$$

$$Kx = 0.023 / 0.275$$

$$Kx = 0.084$$

Como Kx ≤ 0.259 : ARMADURA SIMPLES !

### CÁLCULO DE ARMADURA SIMPLES

Área de aço tracionado:

$$AS = Md / (Fyd * (D - X * Lambda / 2))$$

$$AS = 89320 / (434782608.696 * (0.275 - 0.023 * 0.8 / 2))$$

$$AS = 7.73 \text{ cm}^2$$

NBR6118:2014, 8.2.5

Resistência média do concreto à tração:

$$Fctm = 0.3 * (Fck * 1e-6)^{(2/3)} * 1e6$$

$$Fctm = 0.3 * (30)^{(2/3)} * 1e6$$

$$Fctm = 2896468.154 \text{ Pa}$$

NBR6118:2014, 17.3.5.2.1

Dimensionamento exato da armadura mínima por Md.Mín:

$$AS.Mínimo = Md.Mín / (Z * Fyd) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * Wo * Fctk.Sup / ((H/3 + H/2 - D1) * Fyd) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 0.8 * (Bw * H^2 / 6) * (1.3 * Fctm) / ((H/3 + H/2 - D1) * Fyd) * 1e4$$



$$AS.Mínimo = 0.8 * (1 * 0.3^2 / 6) * (1.3 * 2.896e6) / ((0.3/3 + 0.3/2 - 0.025) * 4.348e8) * 1e4$$

$$AS.Mínimo = 4.619 \text{ cm}^2 \text{ (0.154\%)}$$

Como AS > ASmin, tem-se:

$$AS = 7.73 \text{ cm}^2 \quad \text{SOLUÇÃO!}$$

Armadura superior adotada → Ø10.0 c.10 cm – Longitudinal/Transversal

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>53/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

## 5.5 VERIFICAÇÃO GEOTÉCNICA PRELIMINAR



O modelo foi analisado considerando uma avaliação geotécnica expedita, conforme documento nº **N044500-O-1MC005**, desenvolvido pela **PEEX**, considerando o boletim de sondagem nº **N044500-O-1RT003**. A capacidade portante de solo bem como os coeficientes de mola vertical e horizontal foram estimados por correlação semi-empírica com os valores obtidos a partir dos boletins de sondagem, fornecidos pela contratante e apresentados no naquele documento.

A partir daquelas informações, considerou-se, para as verificações objeto deste trabalho, a tensão admissível do solo ( $\sigma_{adm}$ ) de  $250,00 \text{ kN/m}^2 \approx 2,50 \text{ kgf/cm}^2$ . Sob as sapatas considerou-se base elástica, com coeficiente de **WINKLER** de  $80.000,00 \text{ kN/m}^3$ , contemplando o método tabular de **SAFE-MORRISON (1993)** e **CINTRA (2003) et al.**

A capacidade de suporte do material deve ser confirmada por ensaios expeditos de campo, conforme **ABNT NBR-6122:2019**. O solo de apoio das fundações e a sua capacidade de suporte deverão ser confirmadas e aprovadas, “*in loco*”, por profissional habilitado, conforme itens 9.2.1 e A.3 – **Anexo A da ABNT NBR-6122:2019** e caso sejam encontrados valores inferiores a  $250,00 \text{ kN/m}^2$ , a projetista deverá ser consultada.

### 5.5.1 VERIFICAÇÃO DA SAPATA

A sapata foi verificada aos momentos fletores e esforços cortantes, conforme **ABNT NBR-6118:2014**. As estruturas foram, inicialmente, verificadas visando atender os requisitos de equilíbrio, isto é, deslizamento, tombamento e tensões máximas aplicadas ao solo. Em seguida as tensões atuantes nas sapatas foram avaliadas. Por fim, efetuou-se a verificação estrutural segundo norma **ABNT NBR-8681:2004** - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento. Nestas análises, a favor da segurança, não se permitiu o descolamento da área de contato da sapata com o solo de apoio, em função das características de utilização



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>54/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

da estrutura – Reservatório Elevado, no intuito de limitar as deformações impostas e garantir que a estabilidade global da estrutura fique dentro dos limites considerados para estruturas de nós fixos. Além disto, não foi considerada a contribuição do empuxo passivo sobre as laterais da sapata.



A partir da geometria indicada no item 2 e das ações e combinações descritas no item 4 deste documento, procedeu-se à verificação estrutural do bloco em concreto armado. Na sequência são listadas as verificações efetuadas.

Referências	Geometria	Armadura
P1-P2-P3-P4	Sapata quadrada Largura: 600.0 cm Altura: 100.0 cm	Sup X: 30Ø16c/20 Sup Y: 30Ø16c/20 Inf X: 30Ø16c/20 Inf Y: 30Ø16c/20 Perimetral: 2Ø10
Referência: P1-P2-P3-P4 Dimensões: 600 x 600 x 100 Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20 Perimetral:2Ø10		



Referência: P1-P2-P3-P4 Dimensões: 600 x 600 x 100 Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20 Perimetral:2Ø10		
Verificação	Valores	Estado
Tensões sobre o terreno: <i>Critério da CYPE</i> - Tensão média em combinações fundamentais: - Tensão máxima em combinações permanentes sem vento: - Tensão máxima em combinações permanentes com vento:	Máximo: 4 kgf/cm² Calculado: 1.184 kgf/cm² Máximo: 4 kgf/cm² Calculado: 1.221 kgf/cm² Máximo: 4.6 kgf/cm² Calculado: 2.045 kgf/cm²	 Passa Passa Passa
Tombamento da sapata: <i>Se o % de reserva de segurança é maior que zero, pode ser dito que os coeficientes de segurança ao tombamento são maiores que os valores exatos exigidos para todas as combinações de equilíbrio.</i>		

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>55/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>



Referência: P1-P2-P3-P4 Dimensões: 600 x 600 x 100 Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20 Perimetral:2Ø10		
Verificação	Valores	Estado
- Na direção X:	Reserva segurança: 118.1 %	Passa
- Na direção Y:	Reserva segurança: 115.8 %	Passa
Deslizamento da sapata: - Combinações fundamentais: <i>Recomendação do livro 'Cálculo de estructuras de cimentación', J. Calavera. 4ª edición, ed. INTEMAC, 2000..</i>	Mínimo: 1.5 Calculado: 7.07	Passa
Flexão na sapata: - Na direção X:	Momento: -88.56 t·m	Passa
- Na direção Y:	Momento: -88.49 t·m	Passa
Cortante na sapata: - Na direção X:	Cortante: 53.87 t	Passa
- Na direção Y:	Cortante: 54.00 t	Passa
Compressão oblíqua na sapata: - Combinações fundamentais: <i>Critério da CYPE</i>	Máximo: 595.73 t/m² Calculado: 82.47 t/m²	Passa
Altura mínima: <i>Critério da CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 100 cm	Passa
Espaço para ancorar arranques na fundação: - P1:	Mínimo: 63 cm Calculado: 93 cm	Passa
- P2:	Calculado: 93 cm	Passa
- P3:	Calculado: 93 cm	Passa
- P4:	Calculado: 93 cm	Passa
Quantidade geométrica mínima: <i>Critério da CYPE</i>	Mínimo: 0.001	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura superior direção X:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa
- Armadura superior direção Y:	Calculado: 0.001	Passa

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>56/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Referência: P1-P2-P3-P4 Dimensões: 600 x 600 x 100 Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20 Perimetral:2Ø10		
Verificação	Valores	Estado
Quantia mínima necessária por flexão: <i>Norma Brasileira ABNT NBR 6118:2014. Artigo 17.3.5.2</i> - Armadura inferior direção X: - Armadura inferior direção Y: - Armadura superior direção X: - Armadura superior direção Y:	Calculado: 0.0011 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0005 Mínimo: 0.0005	 Passa Passa Passa Passa
Diâmetro mínimo das barras: <i>Critério da CYPE</i> - Malha inferior: - Malha superior:	Mínimo: 10 mm Calculado: 16 mm Calculado: 16 mm	 Passa Passa
Espaçamento máximo entre barras: <i>Critério da CYPE</i> - Armadura inferior direção X: - Armadura inferior direção Y: - Armadura superior direção X: - Armadura superior direção Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Passa Passa Passa Passa
Espaçamento mínimo entre barras: <i>Critério da CYPE, baseado em: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16</i> - Armadura inferior direção X: - Armadura inferior direção Y: - Armadura superior direção X: - Armadura superior direção Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Passa Passa Passa Passa
Comprimento de ancoragem: <i>Critério do livro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armadura inf. direção X para dir: - Armadura inf. direção X para esq:	Mínimo: 18 cm Calculado: 92 cm Mínimo: 18 cm Calculado: 92 cm	 Passa Passa

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>57/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>			

Referência: P1-P2-P3-P4		
Dimensões: 600 x 600 x 100		
Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20 Perimetral:2Ø10		
Verificação	Valores	Estado
- Armadura inf. direção Y para cima:	Mínimo: 18 cm Calculado: 92 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Mínimo: 18 cm Calculado: 92 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para dir:	Mínimo: 33 cm Calculado: 194 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para esq:	Mínimo: 33 cm Calculado: 194 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para cima:	Mínimo: 33 cm Calculado: 194 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para baixo:	Mínimo: 33 cm Calculado: 194 cm	Passa
Comprimento mínimo das dobras:	Mínimo: 18 cm	
- Armadura inf. direção X para dir:	Calculado: 92 cm	Passa
- Armadura inf. direção X para esq:	Calculado: 92 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para cima:	Calculado: 92 cm	Passa
- Armadura inf. direção Y para baixo:	Calculado: 92 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para dir:	Calculado: 19 cm	Passa
- Armadura sup. direção X para esq:	Calculado: 19 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para cima:	Calculado: 19 cm	Passa
- Armadura sup. direção Y para baixo:	Calculado: 19 cm	Passa
Abertura de fissuras:	Máximo: 0.3 mm	
- Armadura inferior direção X:	Calculado: 0 mm	Passa
- Armadura inferior direção Y:	Calculado: 0 mm	Passa
- Armadura superior direção X:	Calculado: 0.01 mm	Passa
- Armadura superior direção Y:	Calculado: 0.01 mm	Passa
Todas as verificações foram cumpridas		
Informação adicional:		
- Sapata do tipo rígido (Critério da CYPE)		
- Deslizamento da sapata - Combinações fundamentais: Resistência frente ao deslizamento: 108.65 t, Força que produz deslizamento: 15.38 t, Força Axial simultânea: 297.52 t, Área comprimida da sapata: 35.9796 m² (99.9434 %)		

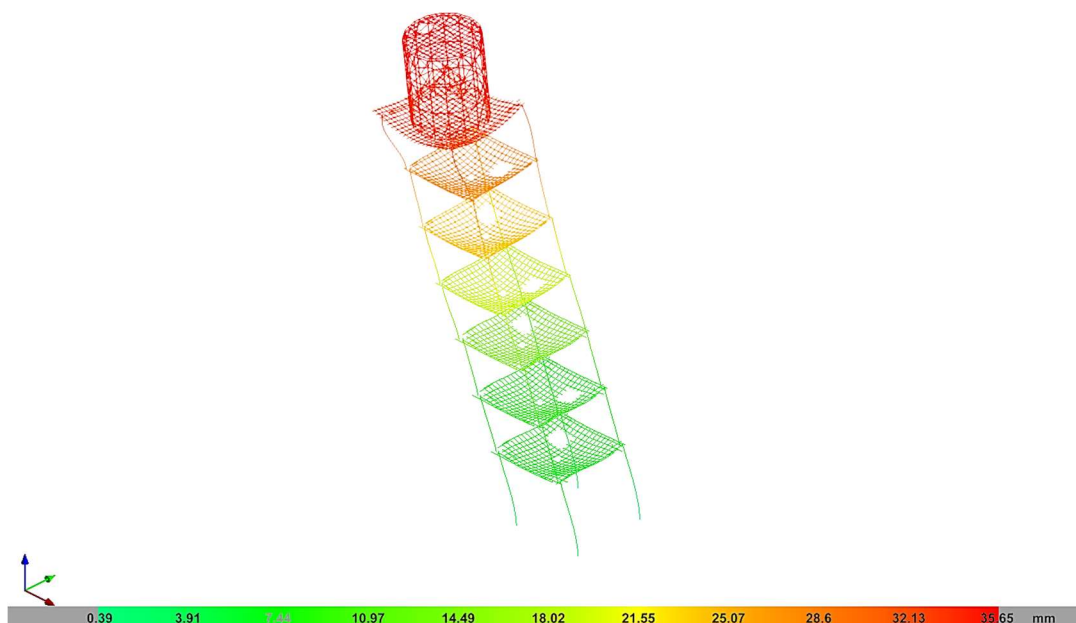
Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>58/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>			

Referência: P1-P2-P3-P4		
Dimensões: 600 x 600 x 100		
Soldados: Xi:Ø16c/20 Yi:Ø16c/20 Xs:Ø16c/20 Ys:Ø16c/20 Perimetral:2Ø10		
Verificação	Valores	Estado
- Relação ruptura desfavorável (Na direção X): 0.40 - Relação ruptura desfavorável (Na direção Y): 0.40 - Cortante de esgotamento (Na direção X): 259.64 t - Cortante de esgotamento (Na direção Y): 259.64 t		

## 6.0 ANÁLISE DE DEFORMAÇÕES

### 6.1 R.E.L - 01



A seguir são apresentados os principais resultados obtidos para a estrutura do reservatório elevado.



**Figura 6.1 – Envoltória de deformações.**



Valores admissíveis de acordo com a norma **ABNT NBR-6118:2014**:

$$\delta_{\text{máx.}} = H/400 \rightarrow 30.000,00 \text{ mm} / 400 = 75,00 \text{ mm};$$

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>59/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

$\delta_{REL-01} = 35,65 \text{ mm} < \delta_{m\acute{a}x.} \rightarrow \text{O.K!}$



Combinações permanentes ou transitórias					
Pilar	Piso	Cota (m)	Desl. X (mm)	Desl. Y (mm)	Desl. Z (mm)
P1	COROAMENTO	25.25	36.60	-37.23	-2.44
	Piso 6	21.75	31.30	-31.73	-3.57
	Piso 5	18.25	27.38	-27.73	-3.37
	Piso 4	14.75	22.85	-23.12	-3.23
	Piso 3	11.25	17.78	-17.98	-3.11
	Piso 2	7.75	13.10	-13.24	-2.87
	Piso 1	4.25	8.05	-8.14	-2.72
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.86
P2	COROAMENTO	25.25	36.60	-37.23	-2.46
	Piso 6	21.75	31.30	-31.73	-3.60
	Piso 5	18.25	27.38	-27.72	-3.39
	Piso 4	14.75	22.85	-23.11	-3.26
	Piso 3	11.25	17.78	-17.97	-3.13
	Piso 2	7.75	13.10	-13.23	-2.90
	Piso 1	4.25	8.05	-8.13	-2.73
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.88
P3	COROAMENTO	25.25	37.02	-37.23	-2.59
	Piso 6	21.75	31.57	-31.73	-3.68
	Piso 5	18.25	27.60	-27.73	-3.47
	Piso 4	14.75	23.02	-23.12	-3.32
	Piso 3	11.25	17.90	-17.98	-3.20
	Piso 2	7.75	13.19	-13.24	-2.95
	Piso 1	4.25	8.11	-8.14	-2.78
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.91
P4	COROAMENTO	25.25	37.02	-37.23	-2.61
	Piso 6	21.75	31.57	-31.73	-3.72
	Piso 5	18.25	27.60	-27.72	-3.49
	Piso 4	14.75	23.02	-23.11	-3.35
	Piso 3	11.25	17.90	-17.97	-3.22
	Piso 2	7.75	13.19	-13.23	-2.98
	Piso 1	4.25	8.11	-8.13	-2.80
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.93

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA <b>EX-51467</b>	PÁGINA <b>60/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA <b>N044500-C-1MC005</b>	REV. <b>3</b>

Os valores indicados levam em conta os fatores de deslocamentos definidos para os efeitos multiplicadores de segunda ordem.

### Valores máximos

Combinações permanentes ou transitórias					
Pilar	Piso	Cota (m)	Desl. X (mm)	Desl. Y (mm)	Desl. Z (mm)
P1	COROAMENTO	24.75	34.23	-34.85	-2.35
	Piso 6	21.25	29.03	-29.45	-3.48
	Piso 5	17.75	25.20	-25.54	-3.28
	Piso 4	14.25	20.77	-21.03	-3.14
	Piso 3	10.75	15.81	-16.00	-3.02
	Piso 2	7.25	11.26	-11.38	-2.77
	Piso 1	3.75	6.44	-6.51	-2.60
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.82
P2	COROAMENTO	24.75	34.23	-34.86	-2.37
	Piso 6	21.25	29.03	-29.45	-3.51
	Piso 5	17.75	25.20	-25.53	-3.30
	Piso 4	14.25	20.77	-21.02	-3.17
	Piso 3	10.75	15.81	-15.99	-3.04
	Piso 2	7.25	11.26	-11.38	-2.80
	Piso 1	3.75	6.44	-6.50	-2.61
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.84
P3	COROAMENTO	24.75	34.64	-34.85	-2.50
	Piso 6	21.25	29.29	-29.45	-3.59
	Piso 5	17.75	25.41	-25.54	-3.38
	Piso 4	14.25	20.93	-21.03	-3.23
	Piso 3	10.75	15.92	-16.00	-3.10
	Piso 2	7.25	11.34	-11.38	-2.85
	Piso 1	3.75	6.48	-6.51	-2.66
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.88
P4	COROAMENTO	24.75	34.64	-34.86	-2.52
	Piso 6	21.25	29.29	-29.45	-3.62
	Piso 5	17.75	25.41	-25.53	-3.40
	Piso 4	14.25	20.93	-21.02	-3.26
	Piso 3	10.75	15.92	-15.99	-3.13
	Piso 2	7.25	11.34	-11.38	-2.88

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>61/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Combinações permanentes ou transitórias					
Pilar	Piso	Cota (m)	Desl. X (mm)	Desl. Y (mm)	Desl. Z (mm)
	Piso 1	3.75	6.48	-6.50	-2.68
	TOPO FUNDAÇÃO	-1.00	0.00	0.00	-1.90



Desaprumo local máximo dos pilares (d / h)		
Planta	Combinações permanentes ou transitórias	
	Direção X	Direção Y
COROAMENTO	1 / 649 (P3, P4)	1 / 637 (P1, ...)
Piso 6	1 / 875 (P3, P4)	1 / 875 (P1, ...)
Piso 5	1 / 761 (P3, P4)	1 / 761 (P1, ...)
Piso 4	1 / 687 (P1, ...)	1 / 687 (P1, ...)
Piso 3	1 / 745 (P1, ...)	1 / 745 (P1, ...)
Piso 2	1 / 687 (P1, ...)	1 / 687 (P1, ...)
Piso 1	1 / 649 (P1, ...)	1 / 649 (P1, ...)

Desaprumo total máximo dos pilares (D / H)	
Combinações permanentes ou transitórias	
Direção X	Direção Y
1 / 710 (P3, P4)	1 / 706 (P1, ...)

Os valores indicados levam em conta os fatores de deslocamentos definidos para os efeitos multiplicadores de segunda ordem.

Análise da estabilidade global das estruturas, neste trabalho, será conduzida pelo coeficiente  $\gamma_z$ , parâmetro que avalia e permite prever, com boa aproximação, a magnitude dos efeitos de segunda ordem na estrutura.

De acordo com as prescrições normativas da **ABNT NBR-6118:2014** – item 15.5.3, os efeitos de segunda ordem podem ser dispensados, quando os acréscimos de esforços

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>62/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

que ocorrem devido aos mesmos não forem superiores a 10% nas reações e nas solicitações relevantes da estrutura.

$$\gamma_z = \frac{1}{1 - \frac{\Delta M d}{M_1 d}} \approx 1,067 \ll 1,10 \rightarrow O.K!$$

O acréscimo de esforços é da ordem de 0,67 % < 10 %, logo, a estrutura pode ser considerada de nós fixos e os efeitos de segunda ordem podem ser dispensados.

## 6.2 VERIFICAÇÃO DA PAREDE

A partir da geometria indicada no item 2 e das ações e combinações descritas no item 4 deste documento, procedeu-se ao dimensionamento estrutural das paredes em concreto armado. O dimensionamento será conduzido adotando-se o modelo de cálculo por cortinas à flexão. Na sequência são listadas as verificações efetuadas.

Referências:

Aproveitamento: Nível de tensões (relação entre a tensão máxima e a admissível). Equivale ao inverso do coeficiente de segurança.

N<sub>x</sub> : Axial vertical.

N<sub>y</sub> : Axial horizontal.

N<sub>xy</sub>: Axial tangencial.



M<sub>x</sub> : Momento vertical (em torno do eixo horizontal).

M<sub>y</sub> : Momento horizontal (em torno do eixo vertical).

M<sub>xy</sub>: Momento torsor.

Q<sub>x</sub> : Cortante transversal vertical.

Q<sub>y</sub> : Cortante transversal horizontal.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSE)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>63/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Cortina C1@C17: Comprimento: 71.3141 cm [Nó inicial: 0.50;3.11 -> Nó final: 1.10;3.49]										
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis							
			Nx	Ny	Nxy	Mx	My	Mxy	Qx	Qy
Cobertura (e=20.0 cm)	Arm. vert. dir.	1.06	-1.78	0.78	0.32	-0.35	-0.04	0.01	---	---
	Arm. horz. dir.	0.16	-3.05	-1.78	-0.07	-0.06	0.01	-0.02	---	---
	Arm. vert. esq.	0.75	-2.51	-0.47	-0.08	0.20	0.08	-0.04	---	---
	Arm. horz. esq.	0.21	-2.51	-0.47	-0.08	0.20	0.08	-0.04	---	---
	Concreto	2.33	-1.78	0.78	0.32	-0.35	-0.04	0.01	---	---
	Arm. transv.	0.75	-3.68	2.06	-0.53	---	---	---	-0.72	0.11



Cortina C1@C17: Comprimento: 71.1959 cm [Nó inicial: 3.10;0.50 -> Nó final: 3.49;1.09]											
Planta	Espessura (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Ramos	Diam.	Esp.ver (cm)	Esp.hor (cm)		
RESERVATÓRIO	20.0	Ø12.5c.25 cm	Ø12.5c.25 cm	Ø8c.10 cm	Ø8c.10 cm	1	Ø6.3	10	25	100.0	---

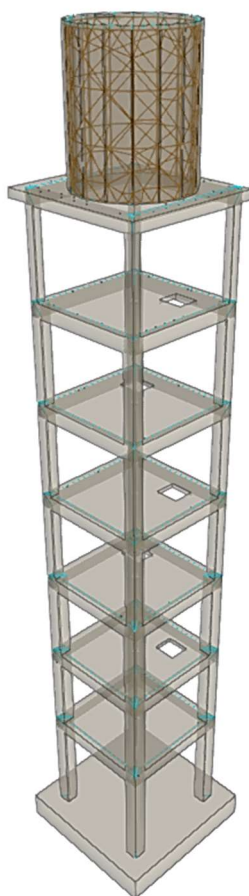
Armadura de engaste na interface com a laje: Armadura vertical Ø12.5c.10 cm – Esquerda/Direita

Obs: A parede também atende ao modelo de cálculo pelo método da biela-tirante (Viga parede).

## 7.0 MODELO ANALÍTICO

Na figura 7.1 é apresentado o modelo analítico desenvolvido para avaliação dos elementos estruturais.



Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>64/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>





**Figura 7.1 – Modelo do Reservatório elevado REL-01.**

## **8.0 CONCLUSÕES**

A partir da geometria indicada no item 2 e das ações descritas no item 4, procedeu-se no item 5 deste documento ao dimensionamento das estruturas de concreto armado do reservatório elevado, a ser implantado, na **ETA** no povoado de Degredo. Pode-se observar que todos os critérios relacionados aos estados limites dos elementos estruturais foram atendidos, desta forma o dimensionamento estrutural atende aos requisitos das normas vigentes, s.m.j.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>65/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

Ressalta-se, também, que as análises consideram informações tabeladas, pela ausência de estudos geotécnicos laboratoriais e apresentam valores aproximados em condições drenadas de mobilização. A capacidade de suporte do solo deve ser confirmada “in loco”, por profissional habilitado, através de ensaios expeditos de campo, conforme **ABNT NBR-6122:2019 – Anexo A / item A.3** e caso sejam encontrados valores inferiores a 250,00 kN/m<sup>2</sup>, a projetista deverá ser consultada.

Código:	FM-ENG-002			
Nº da revisão:	01			
Elaborador:	Rachel Cezar Leão Viana			
Aprovador:	Christiano Barros			
Data da aprovação:	25/09/2020			
Periodicidade da revisão:	Anual			
Classificação:	Público			
<b>SOCIOECONÔMICO 02 - PROGRAMA 04 - QUALIDADE DE VIDA DE OUTROS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS LINHARES</b> <b>PROJETO BÁSICO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE DEGREDO - SE04004</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO - CIVIL - FUNDAÇÕES, ESTRUTURAS DE CONCRETO E ESTRUTURAS DE MADEIRA</b> <b>MEMÓRIA DE CÁLCULO ESTRUTURAL – REL-01 30 m³</b>			Nº ORDEM SOLICITAÇÃO ENGENHARIA (OSÉ)	
			<b>SE04004</b>	
			Nº CONTRATADA	PÁGINA
			<b>EX-51467</b>	<b>66/66</b>
			Nº FUNDAÇÃO RENOVA	REV.
			<b>N044500-C-1MC005</b>	<b>3</b>

## 9.0 ANEXO I

### 9.1 LISTA QUANTITATIVOS DE MATERIAL

#### Total obra

Elemento	Fôrmas (m²)	Volume (m³)	Barras (kg)
Sapatas isoladas	24.00	36.000	1556
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>36.000</b>	<b>1556</b>

Elemento	Fôrmas (m²)	Superfície (m²)	Volume (m³)	Barras (kg)
Lajes maciças	-	118.25	20.300	2969
Vigas	91.37	30.10	16.440	2006
Muros de concreto armado	-	103.13	10.310	1030
Pilares	160.00	-	17.840	1688
<b>Total</b>	<b>-</b>	<b>251.48</b>	<b>64.890</b>	<b>7693</b>