



		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC  L_0003</b>	PÁGINA <b>2/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

## ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	OBJETIVO	3
2.0	BIBLIOGRAFIA/NORMAS UTILIZADAS	3
3.0	PROGRAMAS UTILIZADOS	3
4.0	MATERIAIS/PARÂMETROS DE DURABILIDADE	3
5.0	DOCUMENTOS/DESENHOS DE REFERÊNCIA	3
6.0	PROPRIEDADES DO SOLO	4
7.0	ESBOÇO DA ESTRUTURA	4
8.0	CARREGAMENTO	5
9.0	DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA	9

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>3/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

## 1.0 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar os cálculos e dimensionamento dos elementos estruturais em concreto armado para a Reforma de Edificações localizadas no Parque das Águas na cidade de Caxambu, Minas Gerais.

## 2.0 BIBLIOGRAFIA/NORMAS UTILIZADAS

- NBR-6118/2014 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento;
- NBR-8681/2004 – Ações e Segurança nas Estruturas;
- NBR-6122/2019 – Projeto e Execução nas Fundações;
- NBR-6120/2019 – Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edificações.
- Norma Copasa T175-3.

## 3.0 PROGRAMAS UTILIZADOS

- CYPECAD 2020f;
- Planilhas e Programas Próprios.

## 4.0 MATERIAIS/PARÂMETROS DE DURABILIDADE

- $F_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$ ;
- Concreto Magro  $f_{ck} \geq 10 \text{ MPa}$ ;
- Consumo de Cimento  $\geq 350 \text{ Kg/m}^3$ ;
- $E_{cs} = 28.160 \text{ MPa}$ ;
- Aço CA-50;
- Classe de Agressividade Ambiental III;
- Abertura máxima de Fissuras  $w_k \leq 0,3 \text{ mm}$ ;
- Cobrimento da armadura = 4,00cm.
- Peso Específico do Concreto = 2,5 tf/m<sup>3</sup>.

## 5.0 DOCUMENTOS/DESENHOS DE REFERÊNCIA

- CXB\_PRQAG\_10947\_PB\_EST\_DES\_B101 – RESERVATÓRIO - ARRANJO, PLANTA, CORTE AA.
- CXB-PRQAG\_10947\_PB\_EST\_DES\_B130 – RESERVATÓRIO - FORMA.
- CXB\_PRQAG\_10947\_PB\_EST\_DES\_B131\_R02 – RESERVATÓRIO – ARMAÇÃO.

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC  L_0003</b>	PÁGINA <b>4/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

## 6.0 PROPRIEDADES DO SOLO

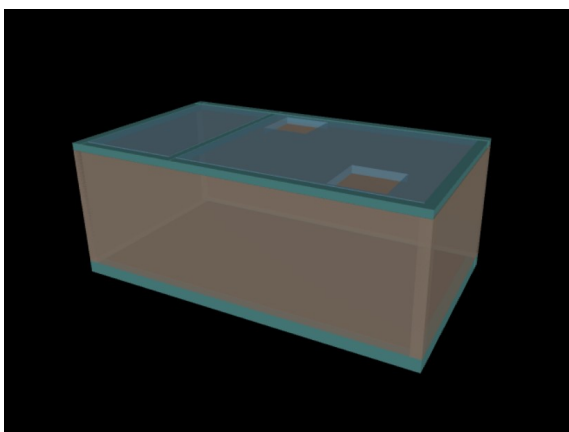
Devido à ausência de informação e pesquisas de caracterização relativas às propriedades físico-mecânicas do solo, as propriedades físico-mecânicas do solo adotadas foram os seguintes parâmetros:

$$\sigma_{adm} \geq 1,0 \text{ kgf/cm}^2$$

As propriedades precisam ser confirmadas em campo por profissional especializado.

## 7.0 ESBOÇO DA ESTRUTURA

### Modelagem no Software - RESERVATÓRIO



		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>5/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

## 8.0 CARREGAMENTO

### Lajes – Cargas superficiais

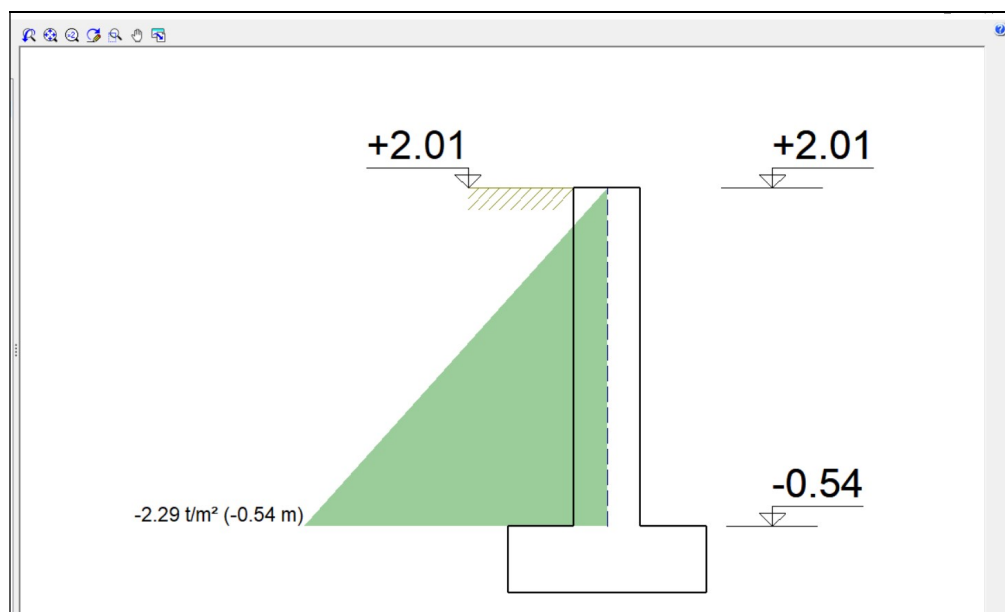
Piso	S.C.U (t/m <sup>2</sup> )	C. permanentes (t/m <sup>2</sup> )
Topo	0,15	0,10
Fundação	0,00	0,00

**Obs:** Carga das bombas consideradas: 150kg x 3 bombas = 450Kg. O Peso foi transformado em carga superficial, ou seja,  $450\text{Kg}/(7,10 \times 4,00) \text{ m}^2 = 16 \text{ Kg/m}^2 = 0,016 \text{ t/m}^2$ . Considerado 0,10 t/m<sup>2</sup>, pois ainda tem os pesos do revestimento e as margens de segurança.

**Nota:** 2 bombas do PCI e 1 bomba do Sistema.

### Diagramas de pressões sobre muros

Empuxos do terreno			
Referência	Hipótese	Descrição	Cortina
Empuxo padrão	Cargas permanentes Valor: 2,29 t/m <sup>2</sup>	Com reaterro/água: Cota 2.01 m Ângulo do talude 0.00 Graus Densidade aparente 1.80 t/m <sup>3</sup> Densidade submersa 1.10 t/m <sup>3</sup> Ângulo atrito interno 30.00 Graus Alívio por drenagem 100.00 %	C1, C2, C3, C4



**Obs:** Foi considerado no dimensionamento, a pior situação de cálculo, ou seja, o reservatório vazio, somente com o esforço do empuxo de Terrapleno.

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>6/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

## Cortinas

### Referências:

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

Nx : Axial vertical.

Ny : Axial horizontal.

Nxy: Axial tangencial.

Mx : Momento vertical (em torno do eixo horizontal).

My : Momento horizontal (em torno do eixo vertical).

Mxy: Momento torsor.

Qx : Cortante transversal vertical.

Qy : Cortante transversal horizontal.

<b>Cortina C1: Comprimento: 710 cm [Nó inicial: 0.00;4.00 -&gt; Nó final: 7.10;4.00]</b>										
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Topo (e=20.0 cm)	Arm. vert. dir.	2.63	-4.36	-0.55	-0.05	-1.39	-0.18	-0.03	---	---
	Arm. horz. dir.	0.77	-0.93	-2.41	0.05	0.02	-0.37	0.01	---	---
	Arm. vert. esq.	0.68	-2.36	-0.46	0.06	0.28	0.28	0.01	---	---
	Arm. horz. esq.	0.49	-1.71	-0.88	0.44	0.30	0.29	0.00	---	---
	Concreto	5.61	-4.36	-0.55	-0.05	-1.39	-0.18	-0.03	---	---
	Arm. transv.	1.18	-3.09	-0.59	-0.14	---	---	---	1.30	0.00

<b>Cortina C2: Comprimento: 710 cm [Nó inicial: 0.00;0.00 -&gt; Nó final: 7.10;0.00]</b>										
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Topo (e=20.0 cm)	Arm. vert. dir.	0.67	-1.49	-0.99	0.32	-0.33	-0.29	-0.01	---	---
	Arm. horz. dir.	0.52	-1.49	-0.99	0.32	-0.33	-0.29	-0.01	---	---
	Arm. vert. esq.	2.53	-4.31	-0.54	-0.08	1.33	0.17	0.03	---	---
	Arm. horz. esq.	0.79	-0.97	-2.42	0.08	0.17	0.39	-0.00	---	---
	Concreto	5.40	-4.31	-0.54	-0.08	1.33	0.17	0.03	---	---
	Arm. transv.	1.14	-2.92	-0.59	0.06	---	---	---	-1.26	0.06

<b>Cortina C3: Comprimento: 400 cm [Nó inicial: 0.00;0.00 -&gt; Nó final: 0.00;4.00]</b>										
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Topo (e=20.0 cm)	Arm. vert. dir.	2.38	-4.47	-0.56	-0.02	-1.22	-0.15	-0.03	---	---
	Arm. horz. dir.	0.72	-1.05	-2.32	-0.13	0.02	-0.34	0.01	---	---
	Arm. vert. esq.	0.66	-2.12	-0.80	-0.13	0.28	0.30	0.01	---	---
	Arm. horz. esq.	0.51	-2.13	-0.81	0.05	0.28	0.30	0.00	---	---
	Concreto	5.07	-4.47	-0.56	-0.02	-1.22	-0.15	-0.03	---	---

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>7/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

<b>Cortina C3: Comprimento: 400 cm [Nó inicial: 0.00;0.00 -&gt; Nó final: 0.00;4.00]</b>										
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
	Arm. transv.	0.97	-3.31	-0.52	-0.06	---	---	---	1.07	0.00

<b>Cortina C4: Comprimento: 400 cm [Nó inicial: 7.10;0.00 -&gt; Nó final: 7.10;4.00]</b>										
Planta	Verificação	Aproveitamento (%)	Desfavoráveis							
			Nx (t/m)	Ny (t/m)	Nxy (t/m)	Mx (t·m/m)	My (t·m/m)	Mxy (t·m/m)	Qx (t/m)	Qy (t/m)
Topo (e=20.0 cm)	Arm. vert. dir.	0.66	-1.41	-1.07	-0.02	-0.33	-0.30	-0.01	---	---
	Arm. horz. dir.	0.55	-1.45	-1.04	0.05	-0.32	-0.31	-0.00	---	---
	Arm. vert. esq.	2.11	-3.59	-0.45	0.00	1.11	0.14	0.03	---	---
	Arm. horz. esq.	0.83	-0.98	-2.48	0.15	0.17	0.40	0.01	---	---
	Concreto	4.49	-3.59	-0.45	0.00	1.11	0.14	0.03	---	---
	Arm. transv.	0.92	-2.50	-0.63	-0.01	---	---	---	-1.01	-0.00

## ESTADOS LIMITES

E.L.U. Concreto E.L.Util Fendilhação. E.L.U. Concreto em fundações	NRB 6118:2014(ELU)
Tensões sobre o terreno Deslocamentos	Ações características

## SITUAÇÕES DE PROJETO

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

### - Com coeficientes de combinação

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

### - Sem coeficientes de combinação

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

$G_k$  Ação permanente;

$Q_k$  Ação variável;

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de segurança das ações permanentes;

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

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

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

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>8/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

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

Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ ) e coeficientes de combinação ( $\psi$ )

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

#### **E.L.U. Concreto: NBR 6118:2014**

#### **E.L.U. Concreto em fundações: NBR 6118:2014**

<b>Situação 1</b>				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.400	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.400	1.000	0.500
Vento (Q)	0.000	1.400	1.000	0.600

#### **E.L.Util Fendilhação: NBR 6118:2014**

<b>Situação 1</b>				
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )		Coeficientes de combinação ( $\psi$ )	
	Favorável	Desfavorável	Principal ( $\psi_p$ )	Acompanhamento ( $\psi_a$ )
Permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.400	0.300
Vento (Q)	0.000	1.000	0.300	0.000

- Tensões sobre o terreno

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

- Deslocamentos

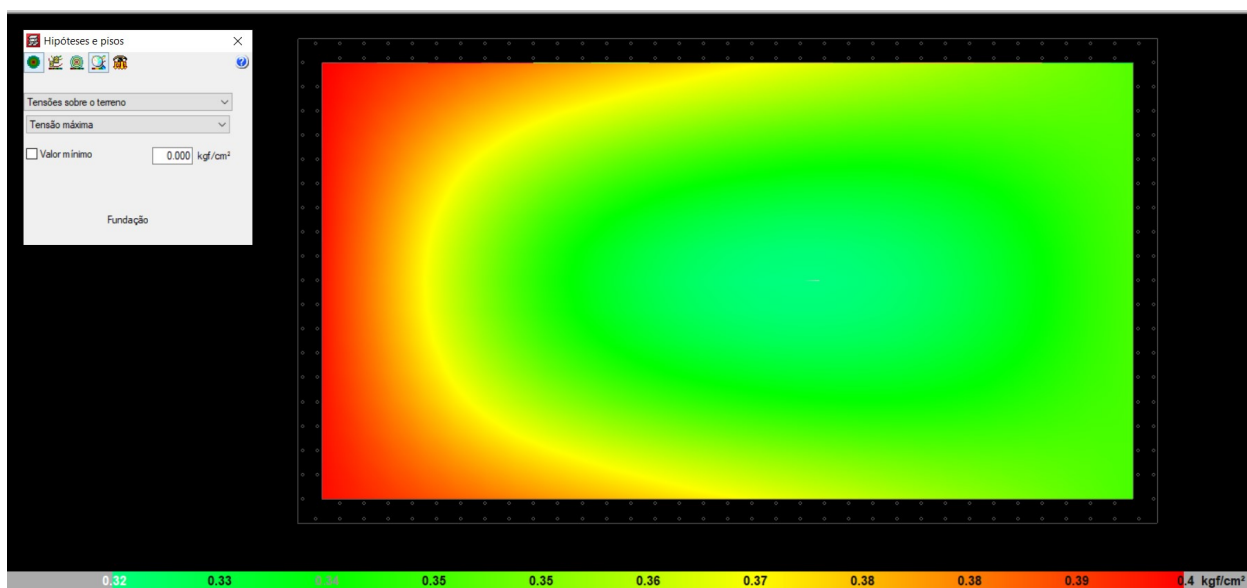
<b>Ações variáveis</b>		
	Coeficientes parciais de segurança ( $\gamma$ )	
	Favorável	Desfavorável
Permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Vento (Q)	0.000	1.000



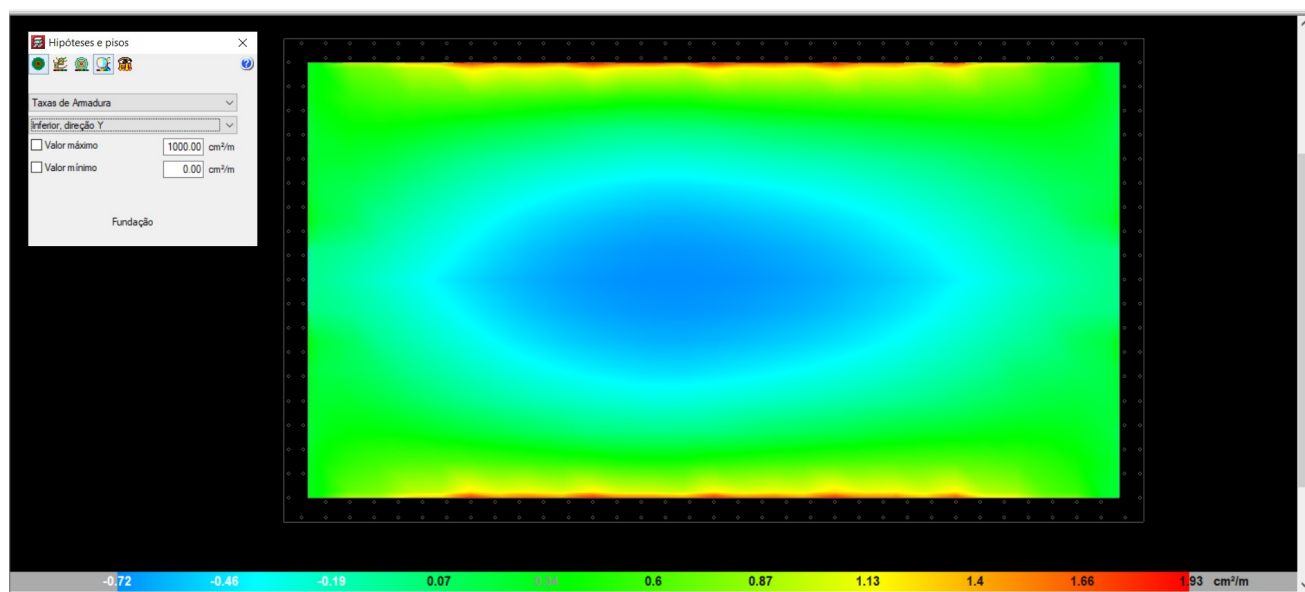
		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>9/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

## 9.0 DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA

### Lajes:

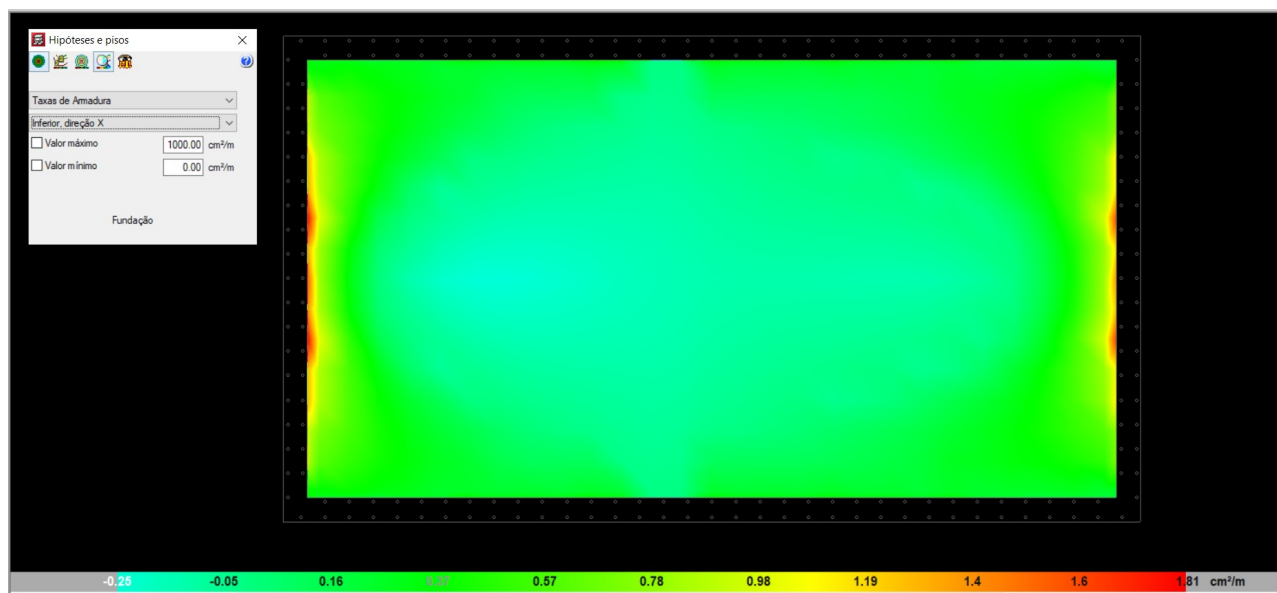


TENSÃO SOBRE O TERRENO = 0,4 Kgf/cm²

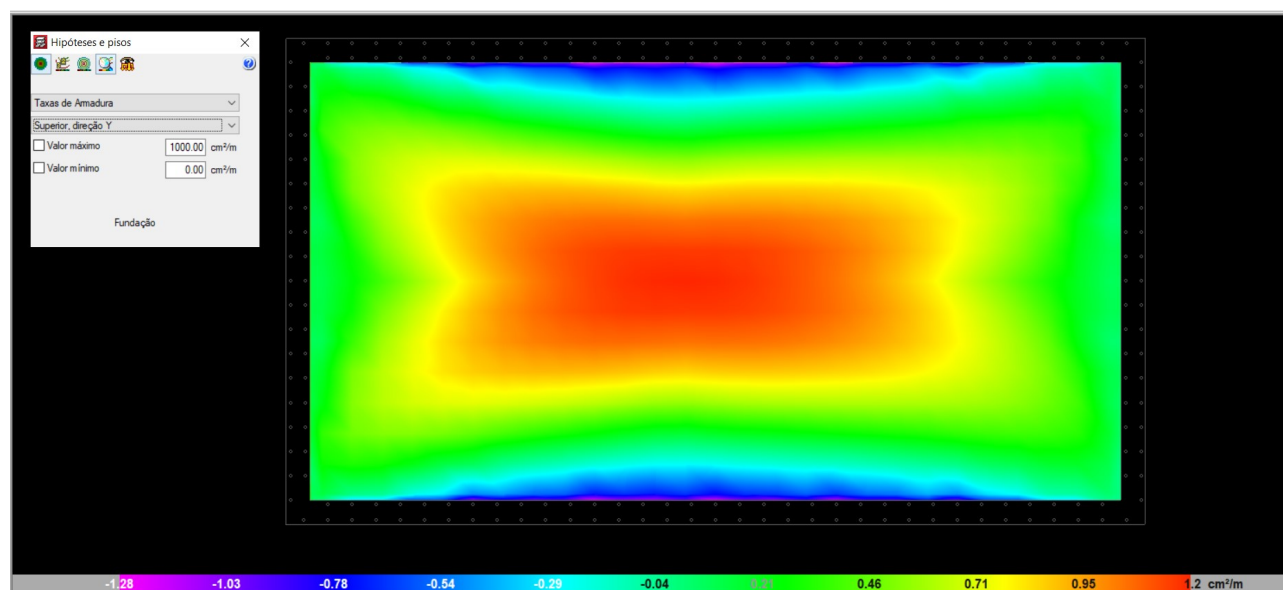


TAXA DE ARMADURA INFERIOR, DIREÇÃO Y: 1,93 cm²/m

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>10/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

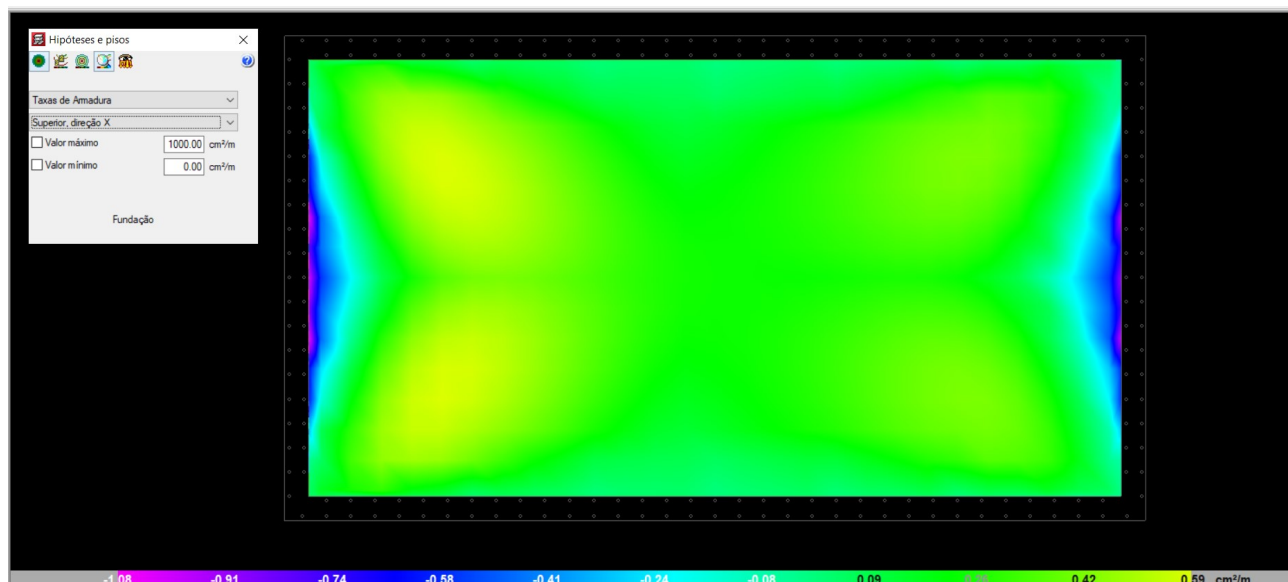


TAXA DE ARMADURA INFERIOR, DIREÇÃO X: 1,81 cm<sup>2</sup>/m

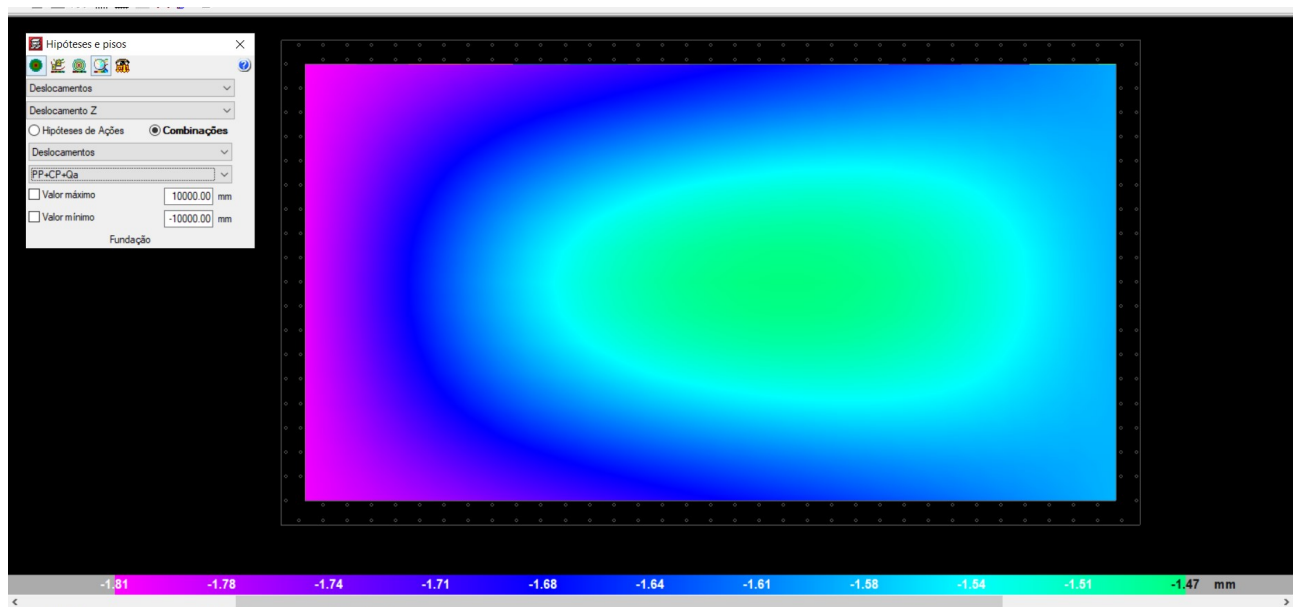


TAXA DE ARMADURA SUPERIOR, DIREÇÃO Y: 1,20 cm<sup>2</sup>/m

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>11/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>



TAXA DE ARMADURA SUPERIOR, DIREÇÃO X : 0,59 cm<sup>2</sup>/m



DESLOCAMENTOS: 0,181 cm

		<b>CT 10947 - Elaboração de Projeto Básico das edificações de apoio do Parque das Águas Dr. Lysandro Carneiro Guimarães, no Município de Caxambu-MG</b>	
<b>PROJETO ESTRUTURAL - MEMÓRIA DE CÁLCULO – RESERVATÓRIO Nº 2</b>		Nº <b>CXB_PRQAG_10947_PB_DOC_MC L_0003</b>	PÁGINA <b>12/12</b>
		Nº	REV. <b>4</b>

### Cortinas:

Cortina C1: Comprimento: 710 cm [Nó inicial: 0.00;4.00 -> Nó final: 7.10;4.00]											
Planta	Espessura (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Ramos	Diam.	Esp.ver (cm)	Esp.hor (cm)		
Topo	20.0	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	---	---	---	---	100.0	---

Cortina C2: Comprimento: 710 cm [Nó inicial: 0.00;0.00 -> Nó final: 7.10;0.00]											
Planta	Espessura (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Ramos	Diam.	Esp.ver (cm)	Esp.hor (cm)		
Topo	20.0	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	---	---	---	---	100.0	---

Cortina C3: Comprimento: 400 cm [Nó inicial: 0.00;0.00 -> Nó final: 0.00;4.00]											
Planta	Espessura (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Ramos	Diam.	Esp.ver (cm)	Esp.hor (cm)		
Topo	20.0	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	---	---	---	---	100.0	---

Cortina C4: Comprimento: 400 cm [Nó inicial: 7.10;0.00 -> Nó final: 7.10;4.00]											
Planta	Espessura (cm)	Armadura vertical		Armadura horizontal		Armadura transversal				F.C. (%)	Estado
		Esquerda	Direita	Esquerda	Direita	Ramos	Diam.	Esp.ver (cm)	Esp.hor (cm)		
Topo	20.0	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	Ø10.0 c/10 cm	---	---	---	---	100.0	---

F.C. = O fator de comprimento indica a porcentagem da área na qual a armadura e a espessura de concreto são suficientes.