



***BUNGE ALIMENTOS S.A.***

***RELATÓRIO TÉCNICO PARA PROCEDIMENTO A  
SER ADOTADO DEVIDO AO CONTATO ENTRE OS  
SILOS 4 E 5***

***Abr/17***

***MPAC02417-GER-RL-001  
Rev.2***



## ÍNDICE:

1. OBJETIVO .....	4
2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA E NORMAS .....	4
2.1 Documentos de Referência.....	4
2.2 Normas Estrangeiras .....	4
3. LOCALIZAÇÃO .....	5
4. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA .....	5
5. BREVE HISTÓRICO .....	10
6. VISITA TÉCNICA DE INSPEÇÃO DOS SILOS.....	12
7. ANÁLISE ESTRUTURAL .....	22
7.1 Características dos Materiais.....	22
7.2 Geometrias e Características.....	24
7.3 Esforços .....	24
7.4 Modelo Matemático.....	25
7.4.1 Modelo deformado no instante do encosto.....	26
7.4.2 Modelo após simulação com molas de 50.000 kN/m .....	27
7.4.3 Momento no anel.....	28
7.4.4 Gráfico Reação no contato do anel X Recalque.....	28
7.5 Verificação do anel superior.....	29
8. MONITORAMENTO DE RECALQUES .....	29
8.1 Histórico .....	29
8.2 Resultados .....	30
9. CONCLUSÃO .....	42

## 1. OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar o procedimento a ser adotado devido ao contato entre os silos 4 e 5 e condensar os resultados coletados da instrumentação instalada nos silos do Terminal de Santos - Moinho Pacífico, localizado no porto de Santos, estado de São Paulo.

## 2. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA E NORMAS

O presente documento tem como referência os seguintes órgãos normativos e documentos:

### 2.1 Documentos de Referência

NÚMERO	TÍTULO/ DESCRIÇÃO
ZORTEA CONSTRUÇÕES LTDA	Planimetria Geral - Ampliação Armazenagem (Dois Coneresilos 2031)
ZORTEA CONSTRUÇÕES LTDA	Planta Baixa - Ampliação Armazenagem (Dois Coneresilos 2031)
ZORTEA CONSTRUÇÕES LTDA	Cortes Coneresilos 2031 - Ampliação Armazenagem (Dois Coneresilos 2031)
MP-501/GI - 1/6	PLANTA BAIXA - Unidade Industrial I - Santos /SP - Coneresilo ZORTEA 2031
MP-501/GI - 2/6	CORTES CONCRESILO- AB/CD - DETALHE- Unidade Industrial I - Santos /SP - Coneresilo ZORTEA 2031
MP-501/GI - 3/6	CORTES CONCRESILO- EF/GH - DETALHE- Unidade Industrial I - Santos /SP - Coneresilo ZORTEA 2031
MP-501/GI - 4/6	ELEVAÇÕES 01 E 02- Unidade Industrial I - Santos /SP - Coneresilo ZORTEA 2031
MP-501/GI - 5/6	FORMA/ PLACA ANCORAGEM (TIPO 1 E 2)- Unidade Industrial I - Santos /SP - Coneresilo ZORTEA 2031
MP-501/GI - 6/6	FORMA DA COBERTURA- Unidade Industrial I - Santos /SP - Coneresilo ZORTEA 2031
CARLOS LEAL E.C S/C Ltda.	Anéis Para Nivelamento- Forma, armação e protensão

### 2.2 Normas Estrangeiras

DIN 1055-6:2005-03	Actions on Structures - Part 6: Design loads for buildings and load in Silos bins
--------------------	---

### 3. LOCALIZAÇÃO

O empreendimento está localizado no porto de Santos, conforme se indica da foto abaixo.



### 4. DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura dos silos em estudo consiste em:

- a) Sapata corrida de concreto armado para apoio do costado dos silos (ver figura 4.1), sem transmissão de momentos;

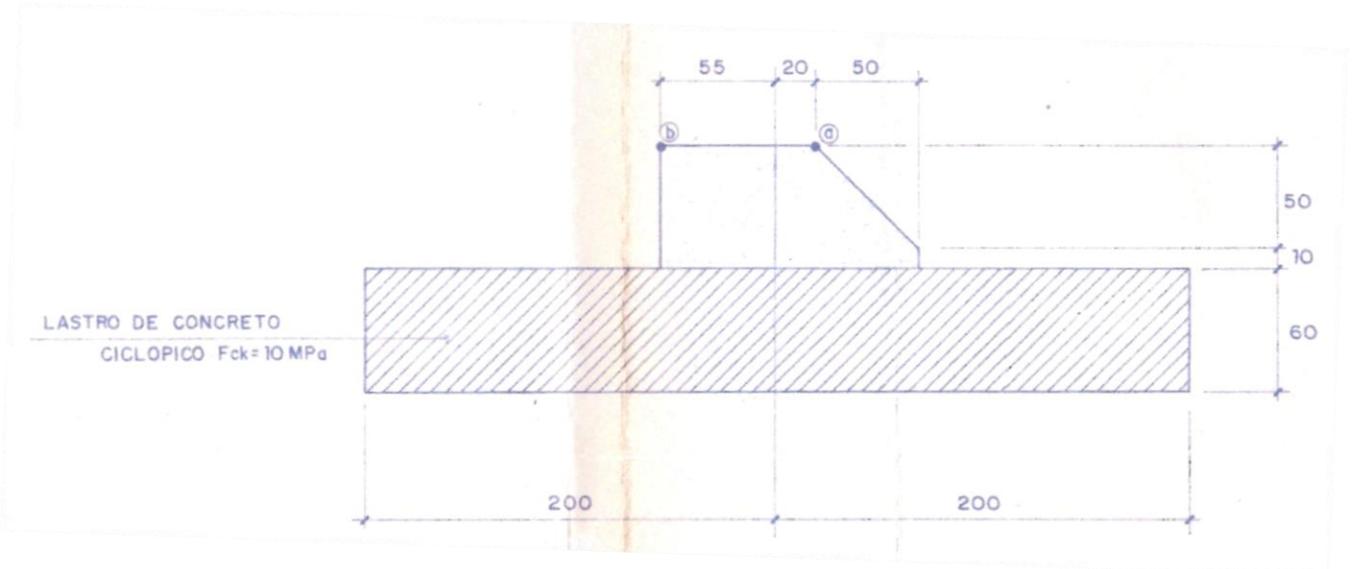
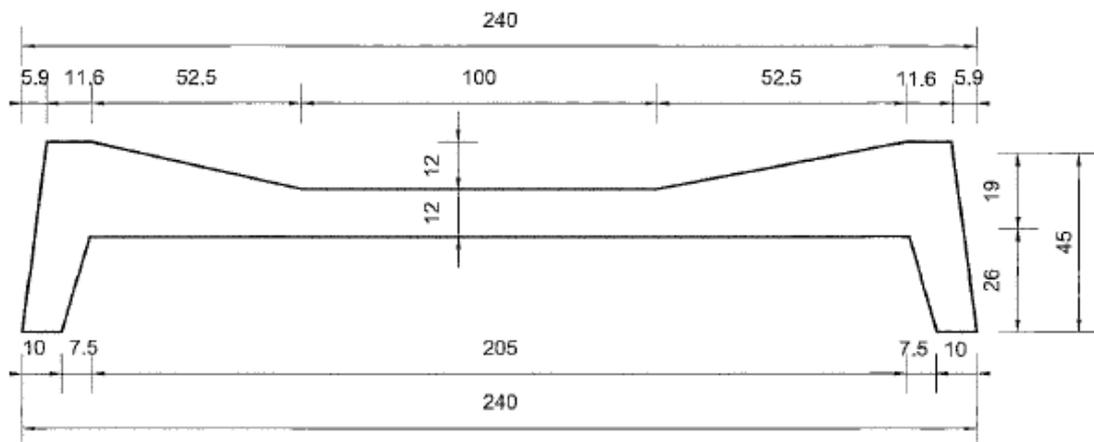


Figura 4.1 - Sapata corrida existente

- b) Costado dividido em dois anéis (inferior e superior);
- c) Cada anel é formado por 31 placas pré-moldadas de concreto armado;
- d) De forma genérica cada placa pré-moldada tem dimensões de 240cm x 1000cm (ver figura 4.2);



CORTE BB- PLACA INFERIOR E SUPERIOR  
ESC.: 1/150

Figura 4.2 - Seção da placa a meia altura

- e) A cobertura do silo é em forma cônica, também formada por placas pré-moldadas;

- f) Cada placa possui 11 cabos de protensão ao longo de sua altura. A cada cabo corresponde uma carga de protensão de projeto de 860 kN (ver figura 4.3);

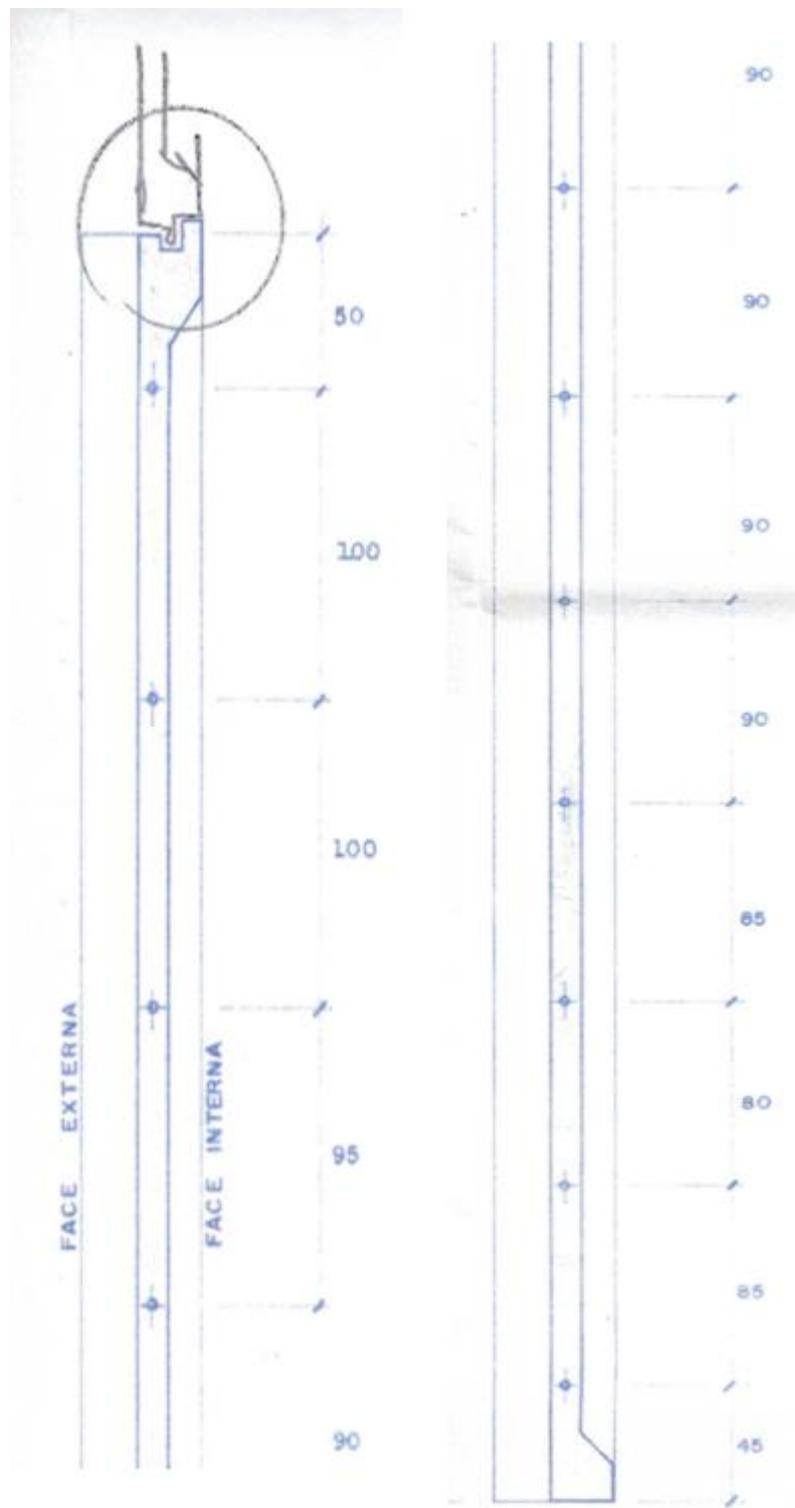


Figura 4.3 - Cabos de protensão nas placas pré-moldadas existentes

- g) Na junção dos anéis superior e inferior existe um anel externo horizontal, com dimensões de 100 x 55 que apresenta várias cordoalhas de protensão (4 cordoalhas com 4 cabos de protensão de  $\varnothing=12,5\text{mm}$ ). Cada cabo de protensão apresenta uma carga estimada de 553kN (ver figura 4.4);

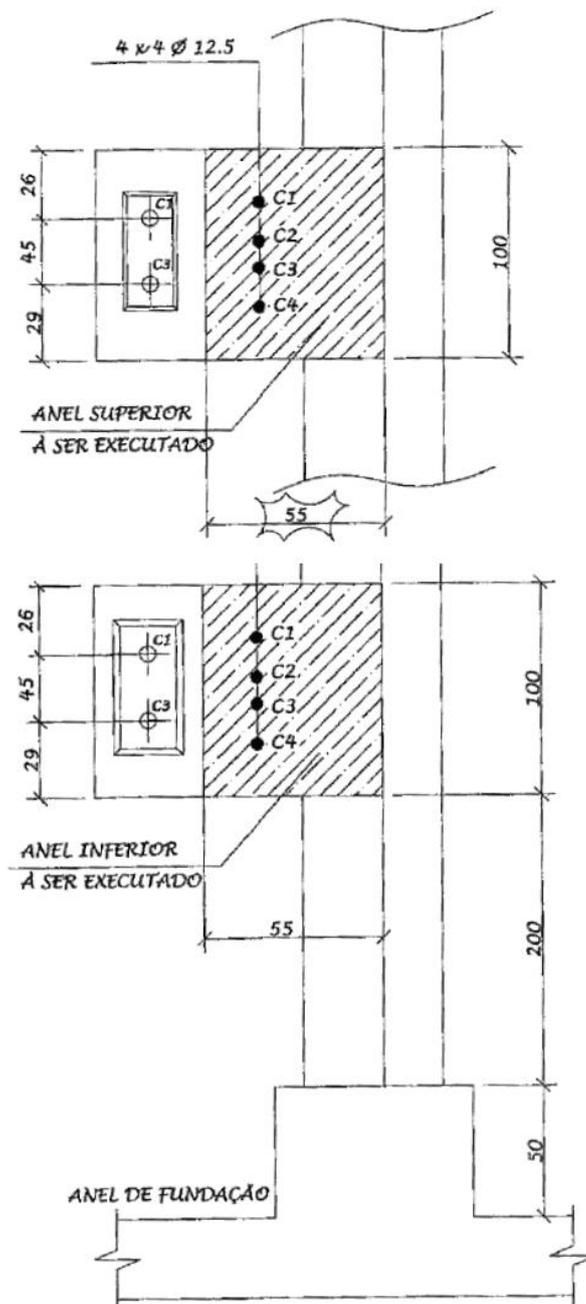
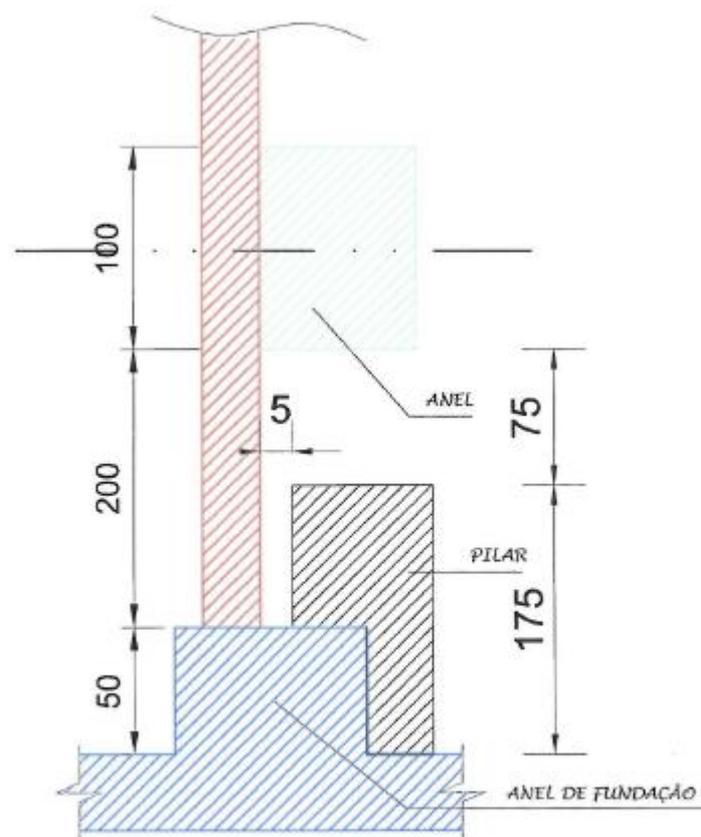


Figura 4.4 - Anéis externos de reforço

- a) Na placa pré-moldada inferior, próximo à sapata corrida de fundação existe outro anel externo horizontal, com dimensões de 100 x 55 que apresenta várias cordoalhas de protensão (4 cordoalhas com 7 cabos de protensão de  $\varnothing=12,5\text{mm}$ ). Cada cabo de protensão apresenta uma carga estimada de 553kN (ver figura 4.4);
- b) Entre a sapata corrida e o anel externo inferior foram construídos pilaretes para permitir a inserção de macacos hidráulicos e desta forma promover o renivelamento do silo, quando necessário (ver figura 4.5);



DET.1  
ESC.: 1/125

Figura 4.2 - Pilaretes para macaqueamento

## 5. BREVE HISTÓRICO

A obra em análise consiste na construção de inicial de 5 silos com capacidade de 7.400 ton cada um, dispostos conforme foto1 do item 3 acima.

Os cinco silos foram construídos no ano de 1992, em fundação direta, sobre os solos sedimentares da baixada santista (ver figura 5.1).

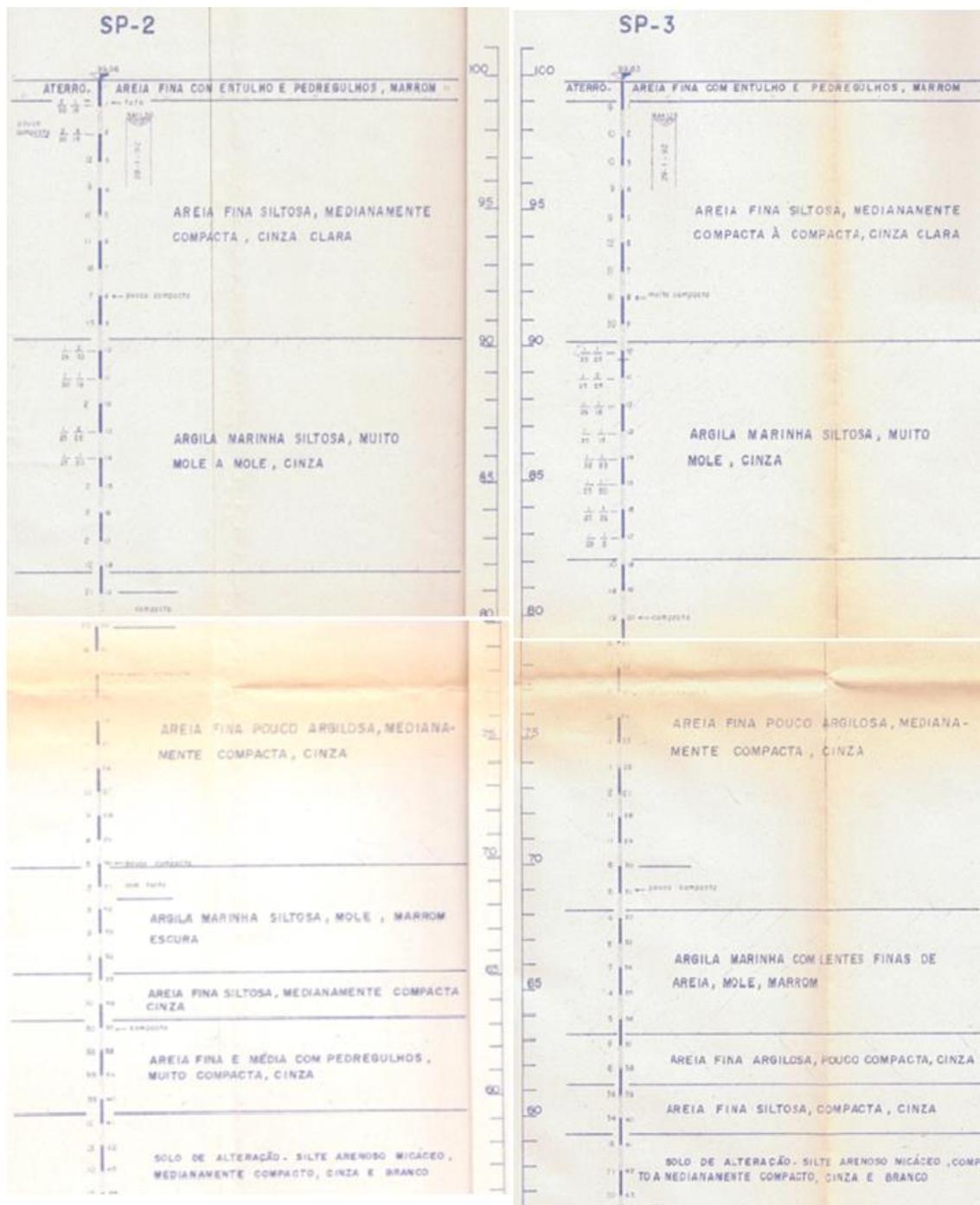


Figura 5.1 - Sondagens SP- 02 e 03

Devido à compressibilidade das argilas orgânicas de Santos os silos recalçaram e foram apresentando algumas patologias.

Em 1998, no silo 2, ocorreu o descolamento entre o anel de placas superior e inferior (nas proximidades do silo 1).

No ano de 2000 foram construídos dois anéis protendidos, um a meia altura (na interligação entre as placas pré-moldadas superior e inferior) e outro 2m acima do nível da fundação (ver figura 5.2), com a finalidade de servir de apoio para os macacos no processo de desnivelamento dos silos.

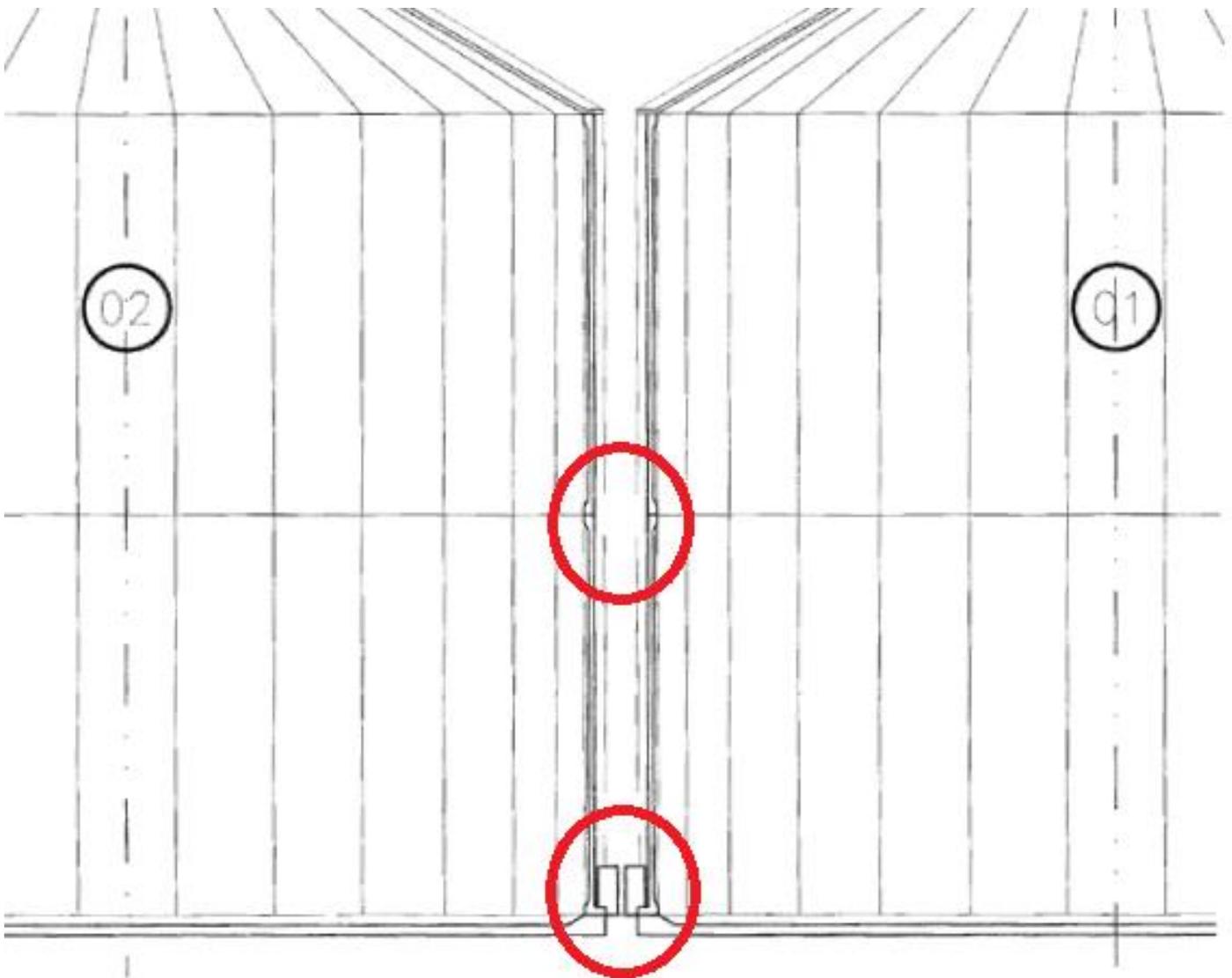


Figura 5.2 - Anéis protendidos de reforço

Em 2009 ocorreu o contato entre os anéis intermediários dos silos 4 e 5, permanecendo até hoje em operação.

## 6. VISITA TÉCNICA DE INSPEÇÃO DOS SILOS

Para inspecionar os túneis sob os 5 silos foi realizada uma visita técnica no dia 11/04/2017, onde estiveram presentes os Engenheiros Roberto Gama, Evaldo Farqui e Marcelo Ramos, cabendo ao ultimo entrar nos túneis para realizar a inspeção de caráter visual. A inspeção foi registrada em foto e vídeo.

A inspeção foi iniciada pelo túnel sob os silos 1, 2 e 3, chegando até o final deste, onde fica o fosso do elevador. Na sequencia, por outra entrada, foi inspecionado o túnel sob os silos 4 e 5 e ainda o túnel de interligação, indo até o final deste onde fica o fosso do elevador. A figura a seguir mostra um esquema dos túneis inspecionados.

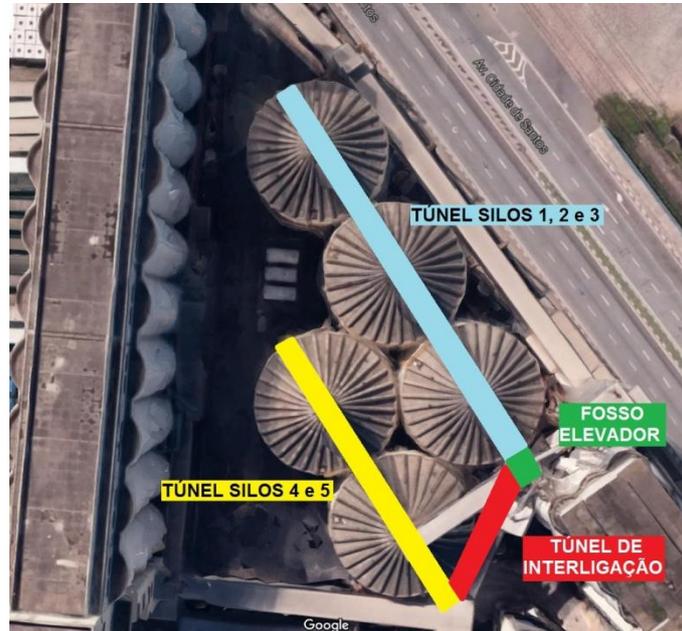


Foto 6.1 - Imagem aérea com layout dos túneis

Após a inspeção interna aos túneis, foi realizada a vistoria externa dos silos.

Durante a inspeção as seguintes observações foram registradas:

- Os transportadores de correia instalados nos túneis não apresentam desalinhamento considerável;

- As juntas não apresentam sinais de deslocamento ou avaria;
- As estruturas de concreto estão íntegras;
- O túnel sob os silos 1, 2 e 3, parte central, apresentava uma razoável lamina d água sobre o piso, que impediu a visualização da condição do piso;
- A galeria do transportador aéreo apresenta deformação na estrutura metálica e fechamentos;
- Não foi possível visualizar o pé do elevador que alimenta os silos, devido ao acúmulo de material no fosso.

A seguir são apresentadas fotos com algumas evidências da inspeção.



Foto 6.2 - Vista geral do Túnel Silos 1, 2 e 3



Foto 6.3 - Condição do piso do Túnel Silos 1, 2 e 3



Foto 6.4 - Detalhe da junta do Túnel Silos 1, 2 e 3



Foto 6.5 - Alinhamento do Transportador de Correia do Túnel Silos 1, 2 e 3



Foto 6.6 - Fosso do Elevador com acúmulo de material



Foto 6.7 - Corpo do Elevador de Expedição dos Silos



Foto 6.8 - Piso do Túnel Silos 4 e 5



Foto 6.9 - Alinhamento do Transportador de Correias do Túnel Silos 4 e 5



Foto 6.10 - Final do Túnel Silos 4 e 5



Foto 6.21 - Detalhe de junta do Túnel Silos 4 e 5



Foto 6.32 - Entrada do Túnel Silos 4 e 5



Foto 6.43 - Vista geral do Túnel de Interligação



Foto 6.14 - Detalhe de junta do Túnel de Interligação



Foto 6.55 - Elevador de Expedição dos Silos ao fundo



Foto 6.66 - Galeria de Transportador de Correias Aéreo com Deformação



Foto 6.17- Silos com recalque encostados



Foto 6.78 - Silos com recalque, muito próximos de se encostarem

## 7. ANÁLISE ESTRUTURAL

### 7.1 Características dos Materiais

Para este projeto foram analisados os silos 04 e 05. Para a análise do silo, foi feito um modelo estrutural que considera o silo como sendo composto por: paredes constituídas por placas de concreto protendido, cobertura e dois anéis de concreto. O material que será depositado dentro do silo será grãos de trigo. De acordo com a norma DIN 1055:6 - Actions on Structures - Part 6: Design loads for buildings and load in Silos bins, ANEXO E, os parâmetros do trigo são os apresentados na tabela 7.1.1 a seguir:

### Details of Bulk Material Parameters

This annex specifies parameters for a few bulk materials commonly stored in silos, which are to be used as characteristic values for design calculations.

**Table E.1 – Bulk Material Parameters<sup>a</sup>**

Type of bulk material	Density $\gamma$ kN/m <sup>3</sup>		Gradient of slope $\varphi$ , degree	Angle of internal friction $\varphi_i$ , degree		Horizontal load ratio $K$		Coefficient of wall friction <sup>b</sup> $\mu$ ( $\mu = \tan \varphi_w$ ) (Mean value)				Parameter for reference surface load $C_{sp}$
	Lower value $\gamma_1$	Upper value $\gamma_2$		Mean value $\varphi_m$	Conversion factor $a_{\varphi}$	Mean value $K_m$	Conversion factor $a_k$	Wall type D1	Wall type D2	Wall type D3	Conversion factor $a_{\mu}$	
Coal	7	10	36	31	1.16	0.52	1.15	0.44	0.49	0.59	1.12	0.6
Coal dust	6	8	34	27	1.26	0.58	1.2	0.41	0.51	0.56	1.07	0.5
Coke	6.5	8	36	31	1.16	0.52	1.15	0.49	0.54	0.59	1.12	0.6
Fly ash	8	15	41	35	1.16	0.46	1.20	0.51	0.62	0.72	1.07	0.5
Flour	6.5	7	45	42	1.06	0.36	1.11	0.24	0.33	0.48	1.16	0.6
Iron pellets	19	22	36	31	1.16	0.52	1.15	0.49	0.54	0.59	1.12	0.5
Lime hydrate	6	8	34	27	1.26	0.58	1.20	0.36	0.41	0.51	1.07	0.6
Limestone powder	11	13	36	30	1.22	0.54	1.20	0.41	0.51	0.56	1.07	0.5
Maize	7	8	35	31	1.14	0.53	1.14	0.22	0.36	0.53	1.24	0.9
Phosphate	16	22	34	29	1.18	0.56	1.15	0.39	0.49	0.54	1.12	0.5
Potatoes	6	8	34	30	1.12	0.54	1.11	0.33	0.38	0.48	1.16	0.5
Sand	14	16	39	39	1.09	0.45	1.11	0.38	0.48	0.57	1.16	0.4
Slag clinker	10.5	12	39	36	1.09	0.45	1.11	0.48	0.57	0.67	1.16	0.6
Soya beans	7	8	29	25	1.16	0.63	1.11	0.24	0.38	0.48	1.16	0.5
Sugar	8	9.5	38	32	1.19	0.50	1.2	0.46	0.51	0.56	1.07	0.4
Sugar beet pellets	6.5	7	36	31	1.16	0.52	1.15	0.35	0.44	0.54	1.12	0.5
Wheat	7.5	9.0	34	30	1.12	0.54	1.11	0.24	0.38	0.57	1.16	0.5

NOTE The upper characteristic value  $\gamma_2$  of the bulk material density  $\gamma$  is to be always used when determining the silo loads. The lower characteristic value  $\gamma_1$  in table E.1 is meant to support calculations for storage capacities when, for example, a certain specified storage capacity has to be ensured.

<sup>a</sup> When a bulk material that is not in the list has to be stored, then tests should be conducted.

If the expense incurred on the tests is not justified, esp. if an assessment of the expense shows that the wide spectrum of values used for calculations would have only marginal

Effect on the overall effort, then the values given in the so-called 'general bulk material' category may be used. These values can be particularly appropriate for small silo loads. For

Large silo loads, however, these values generally result in unviable calculations. As a rule, in such cases tests are preferable.

<sup>b</sup> The effective wall friction coefficient for wall type D4 (contagated wall) can be assessed according to D.2

<sup>c</sup> The bulk material shows a tendency to mechanically interlock leading to arching or discharge disturbances.

Tabela 7.1.1

## 7.2 Geometrias e Características

As geometrias assumidas foram:

### Parede do Silo – Placas Pré-moldadas

Altura	10 m
Espessura (meia altura)	0,12 m

### Anéis de Reforço

Altura	1 m
Espessura	0,55 m

### Cobertura

Espessura	0,10 m
Altura	5,74 m

### Silo

$\phi_{\text{nominal}}$	23,8 m
Capacidade total (6% compactação)	7.750 ton
Volume total	9.749 m <sup>3</sup>
Altura do cilindro	20 m
Altura total	25,74 m
Área	444,88 m <sup>2</sup>
Perímetro	74,77 m
Ângulo de repouso do material	34,00 °
Altura do produto equivalente (h)	22,68 m
h/D	0,95 < 1,0 ⇒ Silo baixo

## 7.3 Esforços

### Ações Permanentes

peso próprio da estrutura do silo	1107,2 tf
<b>peso do silo</b>	<b>14,8 tf/m</b>

## Ações Variáveis

### Produto armazenado (trigo) - Pressões método Rankine-Calil ( $h/D \leq 1,0$ )

$\gamma$ : peso específico do material (6% compactação)	0,900 tf/m <sup>3</sup>
$\mu$ : coeficiente de atrito material/parede (DIN 1055)	0,38
$\alpha_u$ (fator de conversão de $\mu$ ) (DIN 1055)	1,16
$K = 1 - \frac{\sin^2 \phi_e}{1 + \sin^2 \phi_e}$ (Rankine-Calil)	0,60
$\phi_r$ : ângulo de repouso (KW)	34 °
$\phi_e$ : efetivo ângulo de atrito interno (DIN 1055)	30 °
$\alpha_q$ (fator de conversão de $\phi_e$ ) (DIN 1055)	1,12

PRESSÃO HORIZONTAL E FORÇA DE ATRITO

Cota z (m)	Pressão horizontal enchimento $P_{h\text{ ench}} = k \times \gamma \times z$ (tf/m <sup>2</sup> )	Pressão horizontal descarregamento $P_{h\text{ descarreg}} = 1,15 P_{h\text{ ench}}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Força de atrito carregamento $P_{wf\text{ ench}} = \mu \times P_{h\text{ ench}}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Força de atrito descarregamento $P_{wf\text{ descarreg}} = 1,15 P_{wf\text{ ench}}$ (tf/m <sup>2</sup> )	Pressão horizontal cálculo $P_{hd} = 1,35 \times P_{h\text{ ench}}$ (tf/m <sup>2</sup> )
1,7	0,9	1,1	0,4	0,5	1,4
2,7	1,5	1,7	0,6	0,7	2,3
3,7	2,0	2,3	0,9	1,0	3,1
4,7	2,6	2,9	1,1	1,3	3,9
5,7	3,1	3,6	1,4	1,6	4,7
6,7	3,6	4,2	1,6	1,8	5,6
7,7	4,2	4,8	1,8	2,1	6,4
8,7	4,7	5,4	2,1	2,4	7,2
9,7	5,3	6,0	2,3	2,7	8,0
10,7	5,8	6,7	2,6	2,9	8,9
11,7	6,3	7,3	2,8	3,2	9,7
12,7	6,9	7,9	3,0	3,5	10,5
13,7	7,4	8,5	3,3	3,8	11,3
14,7	8,0	9,1	3,5	4,0	12,2
15,7	8,5	9,8	3,7	4,3	13,0
16,7	9,0	10,4	4,0	4,6	13,8
17,7	9,6	11,0	4,2	4,9	14,6
18,7	10,1	11,6	4,5	5,1	15,5
19,7	10,7	12,3	4,7	5,4	16,3
20,7	11,2	12,9	4,9	5,7	17,1
21,7	11,7	13,5	5,2	5,9	18,0
22,7	12,3	14,1	5,4	6,2	18,8

Tabela 7.2.1 - Pressão horizontal e força de atrito

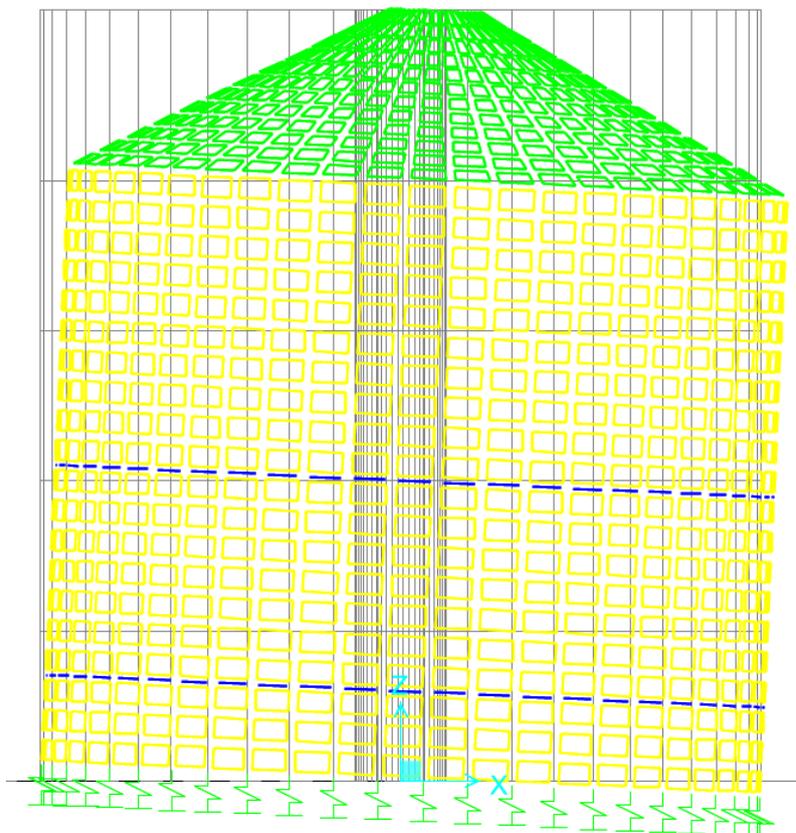
## 7.4 Modelo Matemático

Com o auxílio do software SAP2000, foi feito um modelo do Silo com as seguintes premissas:

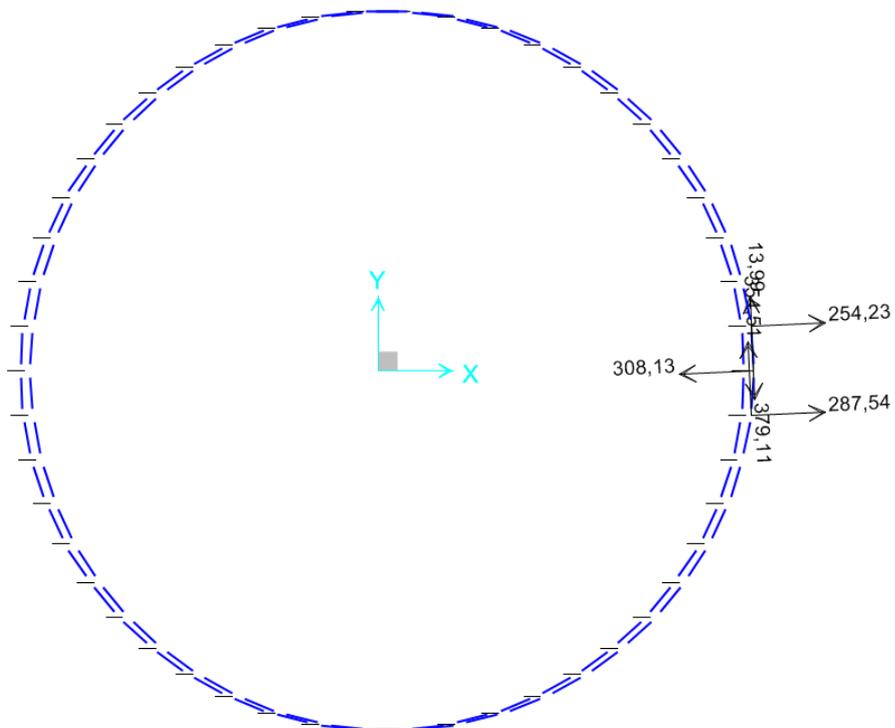
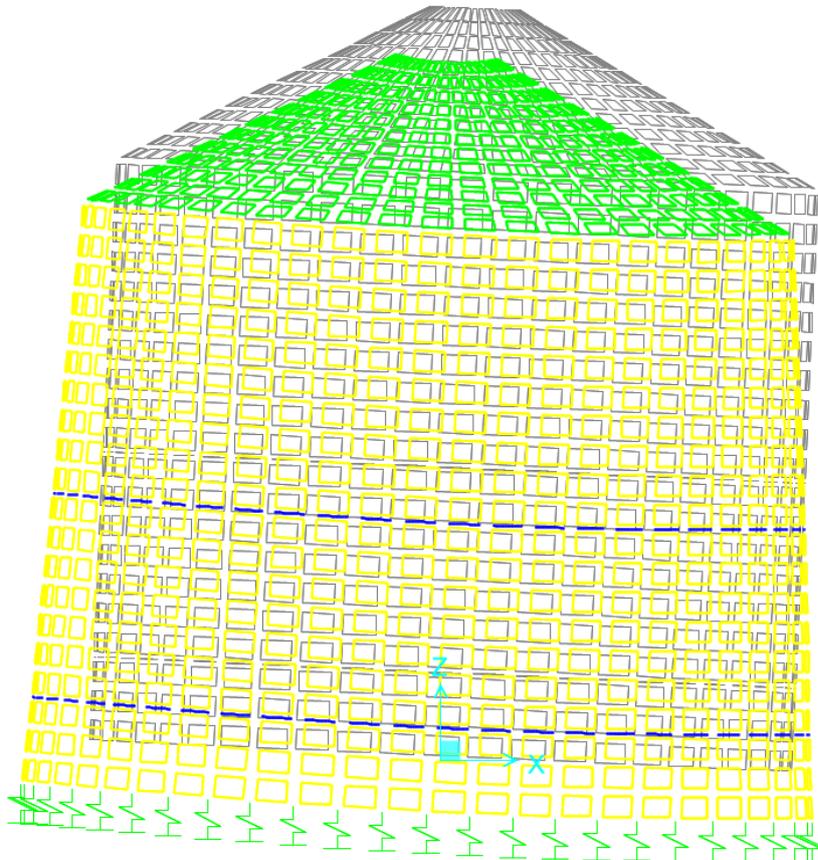
- O recalque do silo foi considerado como movimento de corpo rígido;
- A inclinação do Silo devido ao recalque é de aproximadamente 2,6° (estimado geometricamente pelos documentos disponíveis de projeto e considerando que ocorreu

- movimento simétrico entre os dois silos que encostaram). No modelo foram colocadas molas variando de 10.000kN/m a 40.000kN/m, para simular esse movimento angular de corpo rígido e, desta forma, simular as diferenças de recalque ao longo da periferia do silo;
- c) No ponto de contato (anel superior) foi admitido que não houvesse a possibilidade de deslocamento relativo entre os silos encostados, ou seja, foi adotado como um apoio sem possibilidade de transmissão de momentos e somente possibilidade de deslocamento vertical;
  - d) Após o encosto dos silos, as molas mais "duras" foram "amolecidas" para simular a transferência de carga que o apoio no anel impõe na fundação, admitindo um movimento de corpo rígido;
  - e) Não foram consideradas molas com reação horizontal na fundação;
  - f) A análise foi somente feita para a condição de silo cheio, porque é a que conduz às maiores tensões de tração no anel do silo e a maior componente horizontal de peso (silo +produto).

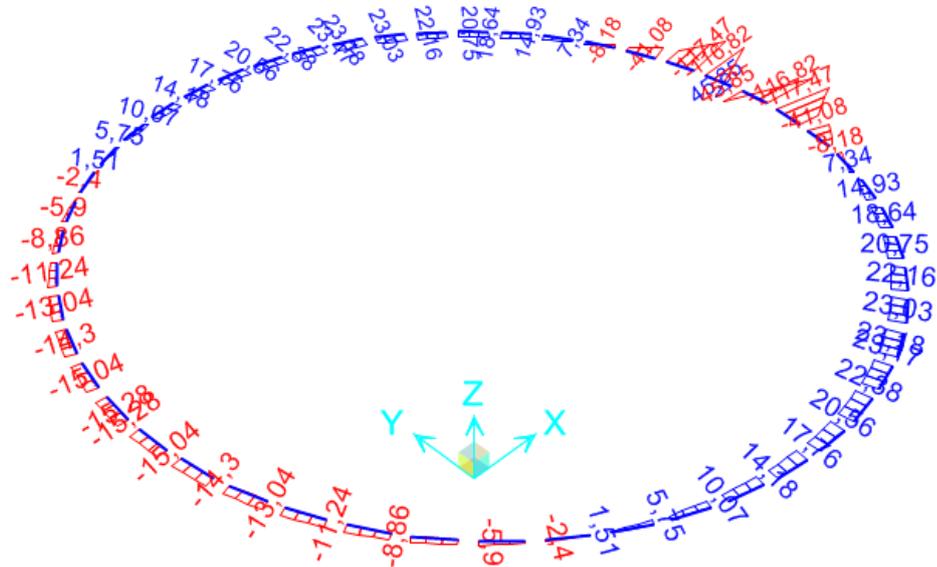
#### 7.4.1 Modelo deformado no instante do encosto



### 7.4.2 Modelo após simulação com molas de 50.000 kN/m



### 7.4.3 Momento no anel



### 7.4.4 Gráfico Reação no contato do anel X Recalque

F (tf)	k (tf/m)	Recalque (cm)
291,52	1250	8
296	1000	10
301	750	13
308,13	500	21

Tabela 7.5.4.1 - Relação entre reação (F) no contato e Recalque.

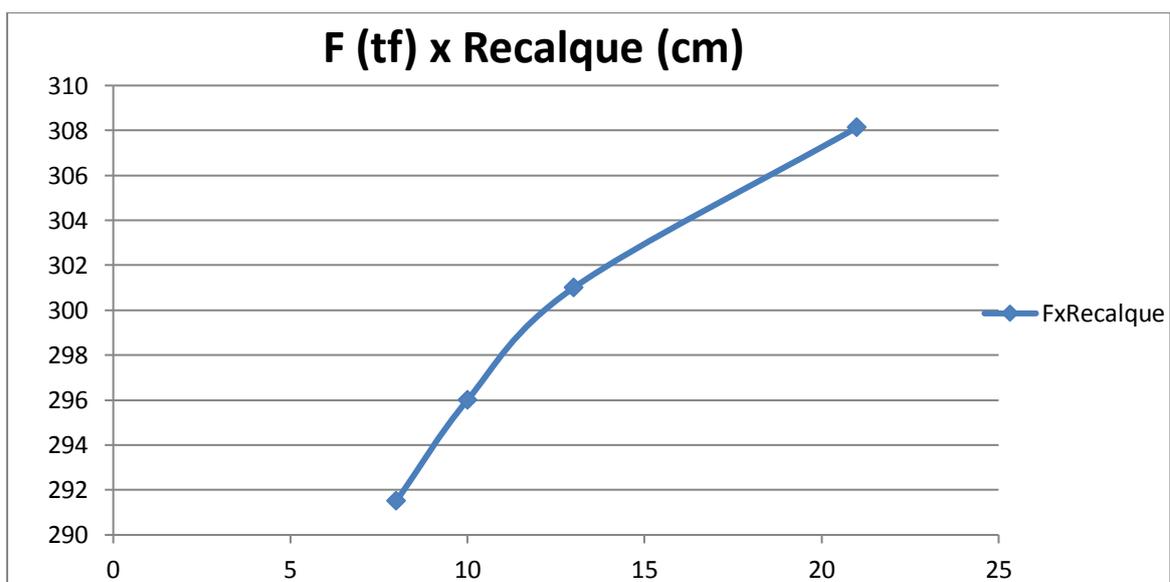


Gráfico 7.5.4.2 - Relação entre reação (F) e Recalque.

## 7.5 Verificação do anel superior

b	100 cm
h	55 cm
I	1.386.458 cm <sup>4</sup>
y	27,5 cm
W	50.417 cm <sup>3</sup>
A	5500 cm <sup>2</sup>
e	7,5 cm

### Carga de protensão

P	221.200,0 kgf
---	---------------

### Tensão devido à força de protensão

P	221.200 kgf x cm
M <sub>p</sub>	1.659.000 kgf x cm
$\sigma_{1p}$	-73,1 kgf/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{2p}$	-7,3 kgf/cm <sup>2</sup>

### Tensão devido ao pp + produto

N	150.000 kgf
M	7.300 kgf x cm
$\sigma_{1p}$	27,42 kgf/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{2p}$	27,13 kgf/cm <sup>2</sup>

### Tensão total: protensão + pp + produto

$\sigma_{1p}$	-45,71 kgf/cm <sup>2</sup>
$\sigma_{2p}$	19,82 kgf/cm <sup>2</sup>

Como se pode verificar, da demonstração acima, espera-se uma tração no anel de concreto, quando a carga de contato aumentar com o aumento de recalque. O problema é que não conseguimos estimar com precisão quando isso ocorrerá.

## 8. MONITORAMENTO DE RECALQUES

### 8.1 Histórico

No ano de 2010 foi instalada uma série de pinos de recalque nos 5 silos em análise.

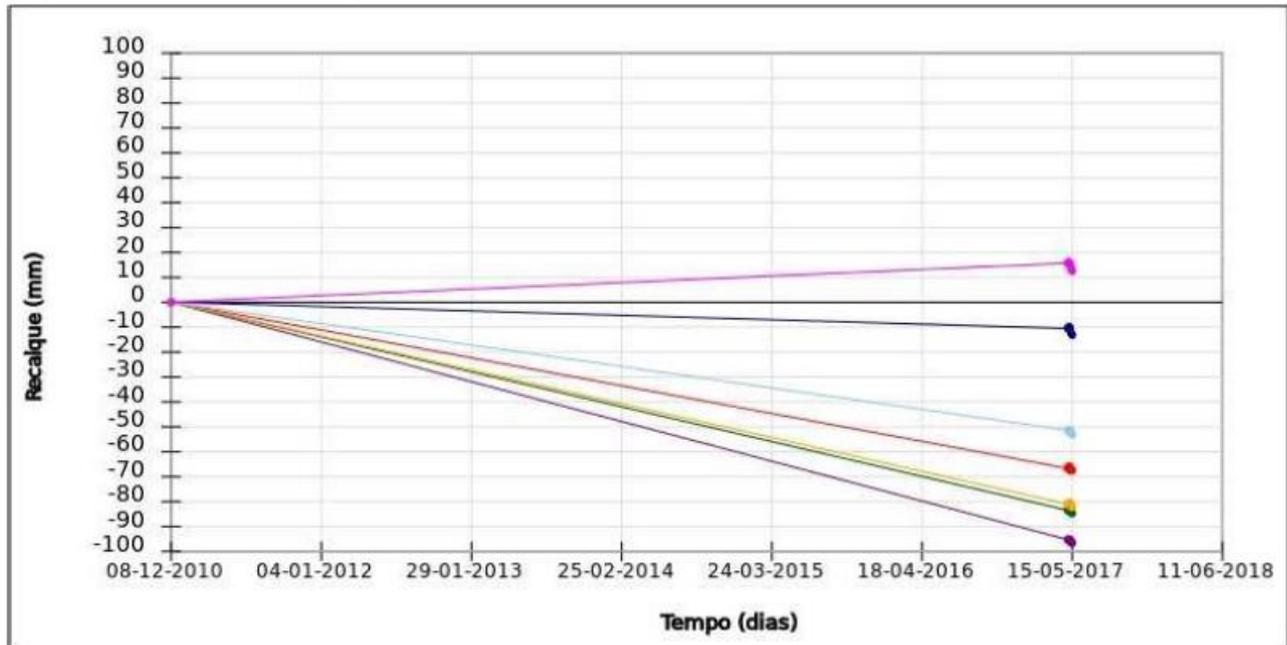
Cada silo foi aparelhado com 7 pinos de recalque, os quais foram “zerados” em 08/12/2010.

Como referência de nível para esses pinos de recalque foi instalado um pino referencial (BM) próximo aos silos 4 e 5, conforme indicado na figura abaixo.



## 8.2 Resultados

Entre 03/05 e 15/05/2017 foi feita uma campanha de leituras de nível nos pinos anteriormente instalados, a qual está apresentada nos gráficos a seguir.

**Grupo: SILO 01 A - Pinos de Recalque dos Silos**


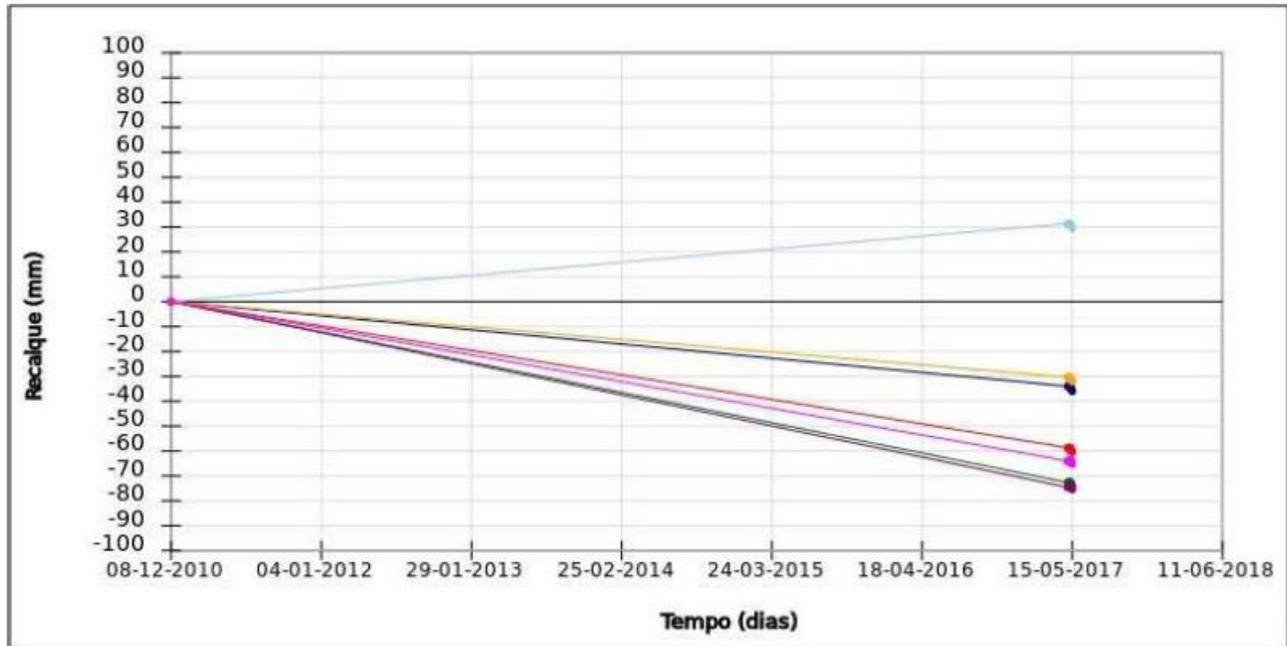
■ P01   
 ■ P05   
 ■ P09   
 ■ P12   
 ■ P18   
 ■ P21   
 ■ P24

**Grupo: SILO 01 A - Pinos de Recalque dos Silos**

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,2327	0,0	0,0	0	6,1367	0,0	0,0	0	6,1213	0,0	0,0	0	6,0707	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,2222	-10,5	-10,5	0	6,07	-66,7	-66,7	0	6,0378	-83,5	-83,5	0	5,9754	-95,3	-95,3	0
05-05-17 12,00,00	6,2226	0,4	-10,1	0	6,0706	0,6	-66,1	0	6,038	0,2	-63,3	0	5,9756	0,2	-65,1	0
08-05-17 13,00,00	6,2228	0,2	-9,9	0	6,0706	0,2	-65,9	0	6,038	0,0	-63,3	0	5,9756	0,0	-65,1	0
10-05-17 08,00,00	6,2216	-1,2	-11,1	0	6,0692	-1,6	-67,5	0	6,037	-1,0	-64,3	0	5,9744	-1,2	-66,3	0
12-05-17 08,00,00	6,2202	-1,4	-12,5	0	6,0696	0,4	-67,1	0	6,0378	0,8	-63,5	0	5,975	0,6	-65,7	0
15-05-17 12,00,00	6,2196	-0,6	-13,1	0	6,0692	-0,4	-67,5	0	6,0366	-1,2	-64,7	0	5,974	-1,0	-66,7	0

**Grupo: SILO 01 A - Pinos de Recalque dos Silos**

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,1349	0,0	0,0	0	6,2032	0,0	0,0	0	6,3443	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,0538	-81,1	-81,1	0	6,1516	-51,4	-51,4	0	6,36	15,7	15,7	0
05-05-17 12,00,00	6,0544	0,6	-80,5	0	6,1516	0,0	-51,4	0	6,3602	0,2	15,9	0
08-05-17 13,00,00	6,0544	0,0	-80,5	0	6,152	0,2	-51,2	0	6,3604	0,2	16,1	0
10-05-17 08,00,00	6,0534	-1,0	-81,5	0	6,151	-1,0	-52,2	0	6,3592	-1,2	14,9	0
12-05-17 08,00,00	6,0538	0,4	-81,1	0	6,1514	0,4	-51,8	0	6,358	-1,2	13,7	0
15-05-17 12,00,00	6,0526	-1,2	-82,3	0	6,15	-1,4	-53,2	0	6,3568	-1,2	12,5	0

**Grupo: SILO 02 A - Pinos de Recalque dos Silos**


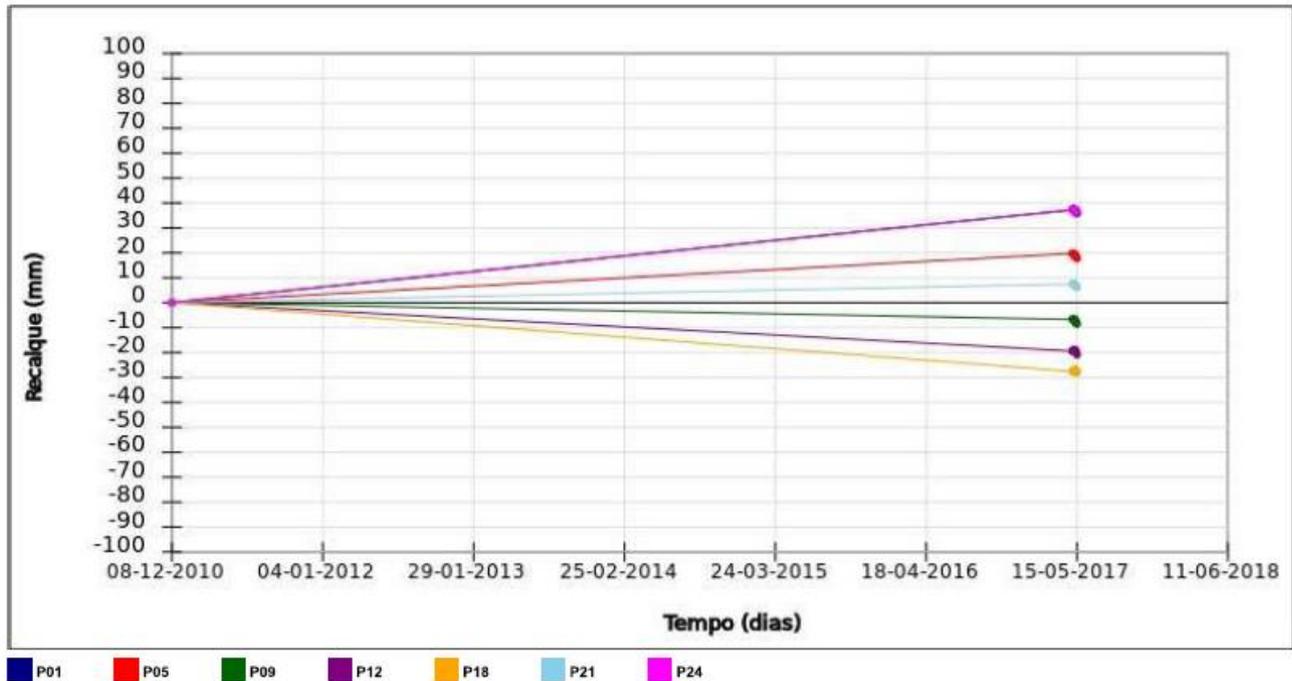
■ P01   
 ■ P05   
 ■ P09   
 ■ P12   
 ■ P18   
 ■ P21   
 ■ P24

**Grupo: SILO 02 A - Pinos de Recalque dos Silos**

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,18	0,0	0,0	0	6,1623	0,0	0,0	0	6,1087	0,0	0,0	0	6,0784	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,146	-34,0	-34,0	0	6,1036	-58,7	-58,7	0	6,036	-72,7	-72,7	0	6,0018	-74,6	-74,6	0
05-05-17 12,00,00	6,146	0,0	-34,0	0	6,1032	-0,4	-59,1	0	6,036	0,0	-72,7	0	6,0024	0,6	-74,0	0
08-05-17 13,00,00	6,1462	0,2	-33,8	0	6,1036	0,4	-58,7	0	6,0364	0,4	-72,3	0	6,0024	0,0	-74,0	0
10-05-17 08,00,00	6,145	-1,2	-35,0	0	6,1028	-0,8	-59,5	0	6,0356	-0,8	-73,1	0	6,0018	-0,6	-74,6	0
12-05-17 08,00,00	6,1456	0,6	-34,4	0	6,1034	0,6	-58,9	0	6,036	0,4	-72,7	0	6,0022	0,4	-74,2	0
15-05-17 12,00,00	6,144	-1,6	-36,0	0	6,1018	-1,6	-60,5	0	6,0346	-1,4	-74,1	0	6,001	-1,2	-75,4	0

**Grupo: SILO 02 A - Pinos de Recalque dos Silos**

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,239	0,0	0,0	0	6,2004	0,0	0,0	0	6,2412	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,2086	-30,4	-30,4	0	6,2318	31,4	31,4	0	6,1772	-64,0	-64,0	0
05-05-17 12,00,00	6,2084	-0,2	-30,6	0	6,2316	-0,2	31,2	0	6,177	-0,2	-64,2	0
08-05-17 13,00,00	6,2088	0,4	-30,2	0	6,2316	0,0	31,2	0	6,1772	0,2	-64,0	0
10-05-17 08,00,00	6,2076	-1,2	-31,4	0	6,2306	-0,8	30,4	0	6,1768	-0,4	-64,4	0
12-05-17 08,00,00	6,2082	0,6	-30,8	0	6,2314	0,6	31,0	0	6,1776	0,8	-63,6	0
15-05-17 12,00,00	6,207	-1,2	-32,0	0	6,23	-1,4	29,6	0	6,176	-1,6	-65,2	0

**Grupo: SILO 03 A - Pinos de Recalque dos Silos**

**Grupo: SILO 03 A - Pinos de Recalque dos Silos**

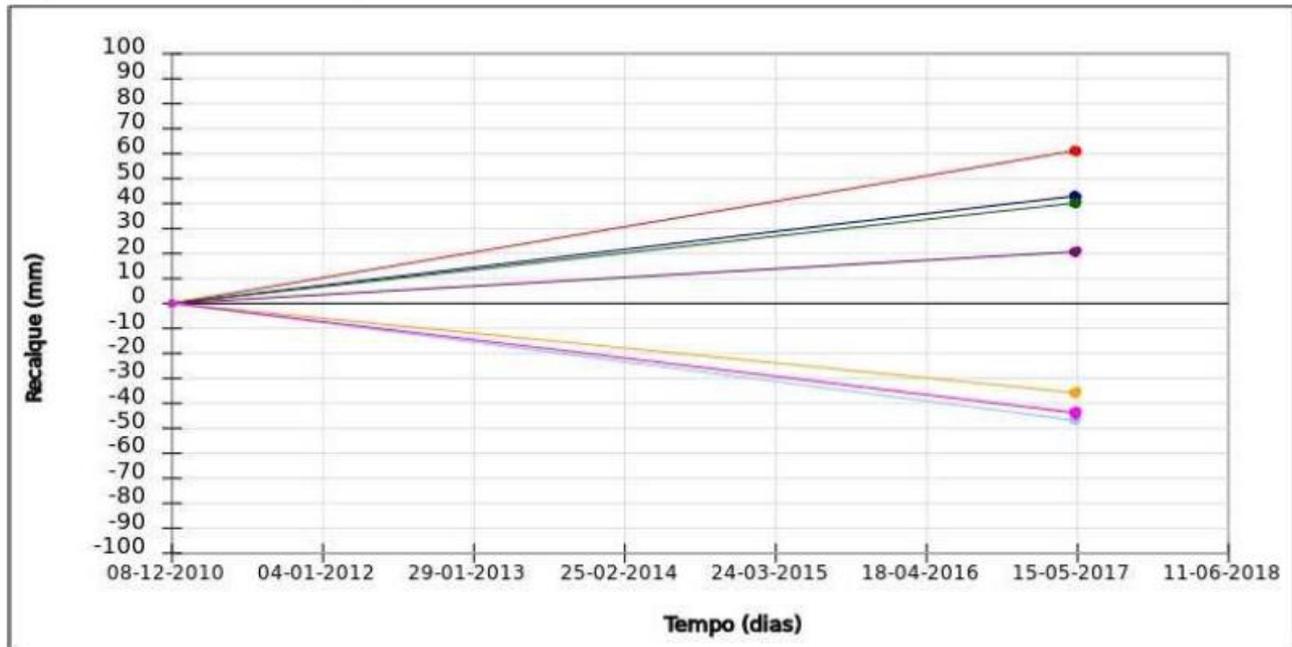
Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,2981	0,0	0,0	0	6,261	0,0	0,0	0	6,2231	0,0	0,0	0	6,1998	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,3354	37,3	37,3	0	6,3008	19,8	19,8	0	6,2164	-6,7	-6,7	0	6,1804	-19,4	-19,4	0
05-05-17 12,00,00	6,3356	0,2	37,5	0	6,3006	-0,2	19,6	0	6,2168	0,2	-6,5	0	6,1806	0,2	-19,2	0
08-05-17 13,00,00	6,3356	0,0	37,5	0	6,3006	0,0	19,6	0	6,2168	0,0	-6,5	0	6,181	0,4	-18,8	0
10-05-17 08,00,00	6,3346	-1,0	36,5	0	6,2994	-1,2	18,4	0	6,2152	-1,4	-7,9	0	6,18	-1,0	-19,8	0
12-05-17 08,00,00	6,3352	0,8	37,1	0	6,3	0,6	19,0	0	6,2158	0,6	-7,3	0	6,1806	0,6	-19,2	0
15-05-17 12,00,00	6,334	-1,2	35,9	0	6,2988	-1,2	17,8	0	6,2146	-1,2	-8,5	0	6,179	-1,6	-20,8	0

**Grupo: SILO 03 A - Pinos de Recalque dos Silos**

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,2346	0,0	0,0	0	6,3165	0,0	0,0	0	6,3468	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,207	-27,6	-27,6	0	6,324	7,5	7,5	0	6,384	37,2	37,2	0
05-05-17 12,00,00	6,2072	0,2	-27,4	0	6,324	0,0	7,5	0	6,3838	-0,2	37,0	0
08-05-17 13,00,00	6,2076	0,4	-27,0	0	6,3242	0,2	7,7	0	6,384	0,2	37,2	0
10-05-17 08,00,00	6,207	-0,6	-27,6	0	6,3232	-1,0	6,7	0	6,3828	-1,2	36,0	0
12-05-17 08,00,00	6,2078	0,8	-26,8	0	6,3238	0,6	7,3	0	6,3836	0,8	36,8	0
15-05-17 12,00,00	6,2066	-1,2	-28,0	0	6,3226	-1,2	6,1	0	6,3838	0,2	37,0	0

## MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 04 A - Pinos de Recalque dos Silos



■ P01   
 ■ P05   
 ■ P09   
 ■ P12   
 ■ P18   
 ■ P21   
 ■ P24

## MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 04 A - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,3951	0,0	0,0	0	6,4514	0,0	0,0	0	6,3723	0,0	0,0	0	6,318	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,438	42,9	42,9	0	6,5124	61,0	61,0	0	6,4124	40,1	40,1	0	6,3386	20,6	20,6	0
05-05-17 12,00,00	6,4384	0,4	43,3	0	6,5126	0,2	61,2	0	6,4126	0,2	40,3	0	6,3386	0,0	20,6	0
08-05-17 13,00,00	6,4386	0,2	43,5	0	6,513	0,4	61,6	0	6,4128	0,2	40,5	0	6,3386	0,0	20,6	0
10-05-17 08,00,00	6,4376	-1,0	42,5	0	6,5126	-0,4	61,2	0	6,412	-0,6	39,7	0	6,3382	-0,4	20,2	0
12-05-17 08,00,00	6,437	-0,6	41,9	0	6,5118	-0,6	60,4	0	6,4122	0,2	39,9	0	6,3386	0,4	20,6	0
15-05-17 12,00,00	6,4376	0,8	42,7	0	6,5126	0,8	61,2	0	6,413	0,8	40,7	0	6,3392	0,6	21,2	0

## MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 04 A - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	6,2785	0,0	0,0	0	6,1417	0,0	0,0	0	6,1619	0,0	0,0	0
03-05-17 09,00,00	6,2428	-35,7	-35,7	0	6,095	-46,7	-46,7	0	6,1182	-43,7	-43,7	0
05-05-17 12,00,00	6,2428	0,0	-35,7	0	6,0954	0,4	-46,3	0	6,1186	0,4	-43,3	0
08-05-17 13,00,00	6,2422	-0,6	-36,3	0	6,0956	0,2	-46,1	0	6,1186	0,0	-43,3	0
10-05-17 08,00,00	6,2424	0,2	-36,1	0	6,0946	-1,0	-47,1	0	6,117	-1,6	-44,9	0
12-05-17 08,00,00	6,243	0,6	-35,5	0	6,0952	0,6	-46,5	0	6,1176	0,8	-44,1	0
15-05-17 12,00,00	6,2436	0,6	-34,9	0	6,096	0,8	-45,7	0	6,1188	1,0	-43,1	0

**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 05 A - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia												
08-12-10 09,00,00	6,2302	0,0	0,0	0	6,2638	0,0	0,0	0	6,2218	0,0	0,0	0	6,1355	0,0	0,0	0
03-05-17 08,00,00	6,254	23,8	23,8	0	6,2658	2,0	2,0	0	6,2014	-20,4	-20,4	0	6,069	-86,5	-86,5	0
05-05-17 12,00,00	6,254	0,0	23,8	0	6,2656	-0,2	1,8	0	6,2018	0,4	-20,0	0	6,0692	0,2	-86,3	0
08-05-17 12,00,00	6,254	0,0	23,8	0	6,266	0,4	2,2	0	6,2022	0,4	-19,6	0	6,0696	0,4	-85,9	0
10-05-17 08,00,00	6,2546	0,6	24,4	0	6,2662	0,2	2,4	0	6,2026	0,4	-19,2	0	6,0686	-1,0	-86,9	0
12-05-17 08,00,00	6,2546	0,0	24,4	0	6,2664	0,2	2,6	0	6,2028	0,2	-19,0	0	6,0692	0,6	-86,3	0
15-05-17 12,00,00	6,2536	-1,0	23,4	0	6,2658	-0,6	2,0	0	6,203	0,2	-18,8	0	6,0696	0,4	-85,9	0

**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 05 A - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09,00,00	5,9922	0,0	0,0	0	5,9986	0,0	0,0	0	6,1428	0,0	0,0	0
03-05-17 08,00,00	5,9962	-96,0	-96,0	0	5,9958	-82,8	-82,8	0	6,0896	-53,2	-53,2	0
05-05-17 12,00,00	5,9964	0,2	-95,8	0	5,9962	0,4	-82,4	0	6,0896	0,0	-53,2	0
08-05-17 12,00,00	5,9966	0,2	-95,6	0	5,9964	0,2	-82,2	0	6,0898	0,2	-53,0	0
10-05-17 08,00,00	5,9956	-1,0	-96,6	0	5,9952	-1,2	-83,4	0	6,0888	-1,0	-54,0	0
12-05-17 08,00,00	5,996	0,4	-96,2	0	5,9956	0,4	-83,0	0	6,0894	0,6	-53,4	0
15-05-17 12,00,00	5,995	-1,0	-97,2	0	5,994	-1,6	-84,6	0	6,089	-1,4	-54,8	0

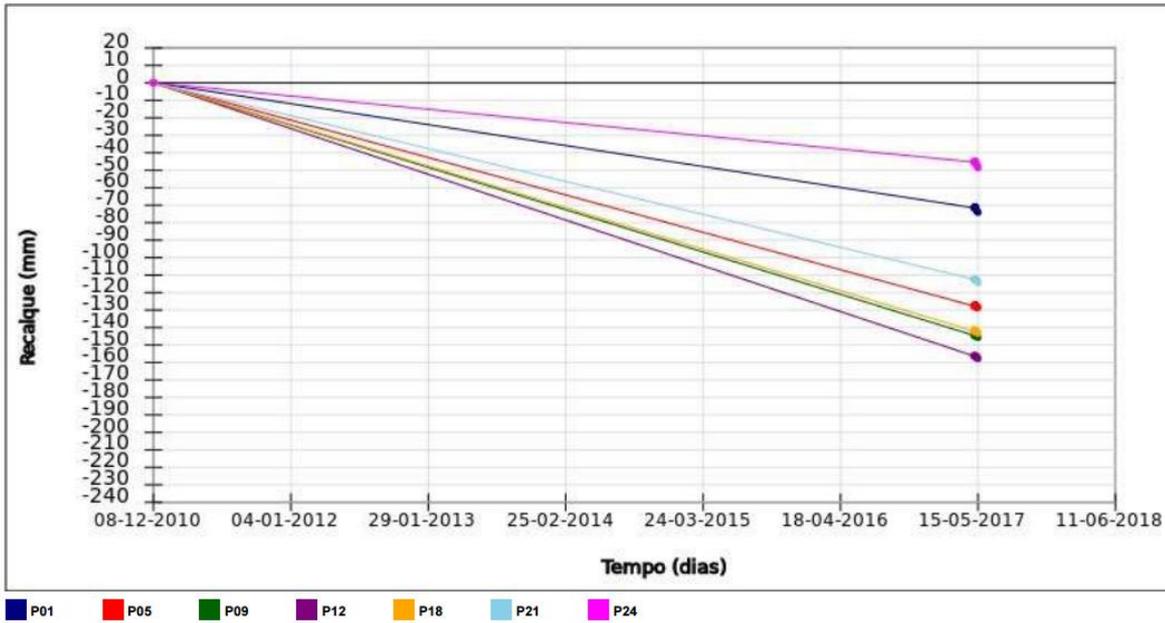
Pelos resultados obtidos e representados nos gráficos acima, pressupõe-se que houve algum problema com a referência de nível ao longo desses quase 7 anos sem leitura na instrumentação instalada.

Para corrigir esse efeito adotou-se o pino 05 (maior subida) do silo 4 como referência para corrigir os demais.

Os gráficos e tabelas corrigidos são apresentados a seguir.

**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 01 - Pinos de Recalque dos Silos


**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 01 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)
08-12-10 09.00.00	6.2327	0,0	0,0	0	6.1367	0,0	0,0	0	6.1213	0,0	0,0	0	6.0707	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.1612	-71,5	-71,5	0	6.009	-127,7	-127,7	0	5.9768	-144,5	-144,5	0	5.9144	-156,3	-156,3	0
05-05-17 12.00.00	6.1616	0,4	-71,1	0	6.0096	0,6	-127,1	0	5.977	0,2	-144,3	0	5.9146	0,2	-156,1	0
08-05-17 13.00.00	6.1618	0,2	-70,9	0	6.0098	0,2	-126,9	0	5.977	0,0	-144,3	0	5.9146	0,0	-156,1	0
10-05-17 08.00.00	6.1606	-1,2	-72,1	0	6.0082	-1,6	-128,5	0	5.976	-1,0	-145,3	0	5.9134	-1,2	-157,3	0
12-05-17 08.00.00	6.1592	-1,4	-73,5	0	6.0086	0,4	-128,1	0	5.9768	0,8	-144,5	0	5.914	0,6	-156,7	0
15-05-17 12.00.00	6.1586	-0,6	-74,1	0	6.0082	-0,4	-128,5	0	5.9756	-1,2	-145,7	0	5.913	-1,0	-157,7	0

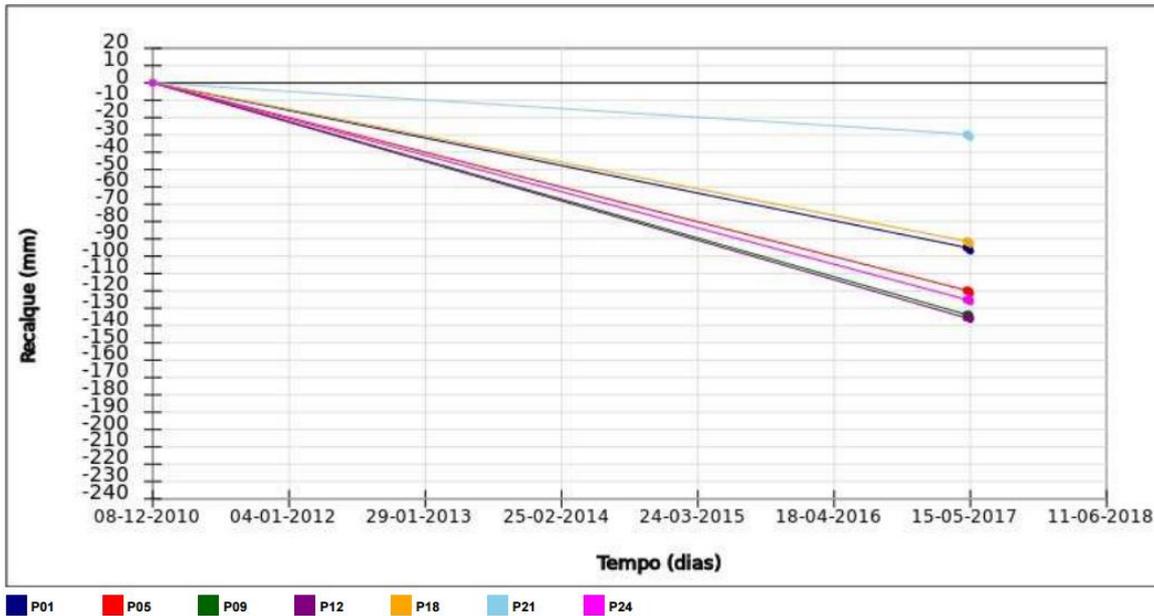
**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 01 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)
08-12-10 09.00.00	6.1349	0,0	0,0	0	6.2032	0,0	0,0	0	6.3443	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	5.9928	-142,1	-142,1	0	6.0908	-112,4	-112,4	0	6.299	-45,3	-45,3	0
05-05-17 12.00.00	5.9934	0,6	-141,5	0	6.0908	0,0	-112,4	0	6.2992	0,2	-45,1	0
08-05-17 13.00.00	5.9934	0,0	-141,5	0	6.091	0,2	-112,2	0	6.2994	0,2	-44,9	0
10-05-17 08.00.00	5.9924	-1,0	-142,5	0	6.09	-1,0	-113,2	0	6.2982	-1,2	-46,1	0
12-05-17 08.00.00	5.9928	0,4	-142,1	0	6.0904	0,4	-112,8	0	6.297	-1,2	-47,3	0
15-05-17 12.00.00	5.9916	-1,2	-143,3	0	6.089	-1,4	-114,2	0	6.2958	-1,2	-48,5	0

MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 02 - Pinos de Recalque dos Silos



MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 02 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)
08-12-10 09.00.00	6.18	0,0	0,0	0	6.1623	0,0	0,0	0	6.1087	0,0	0,0	0	6.0764	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.085	-95,0	-95,0	0	6.0426	-119,7	-119,7	0	5.975	-133,7	-133,7	0	5.9408	-135,6	-135,6	0
05-05-17 12.00.00	6.085	0,0	-95,0	0	6.0422	-0,4	-120,1	0	5.975	0,0	-133,7	0	5.9414	0,6	-135,0	0
08-05-17 13.00.00	6.0852	0,2	-94,8	0	6.0426	0,4	-119,7	0	5.9754	0,4	-133,3	0	5.9414	0,0	-135,0	0
10-05-17 08.00.00	6.084	-1,2	-96,0	0	6.0418	-0,8	-120,5	0	5.9746	-0,8	-134,1	0	5.9408	-0,6	-135,6	0
12-05-17 08.00.00	6.0846	0,6	-95,4	0	6.0424	0,6	-119,9	0	5.975	0,4	-133,7	0	5.9412	0,4	-135,2	0
15-05-17 12.00.00	6.083	-1,6	-97,0	0	6.0408	-1,6	-121,5	0	5.9736	-1,4	-135,1	0	5.94	-1,2	-136,4	0

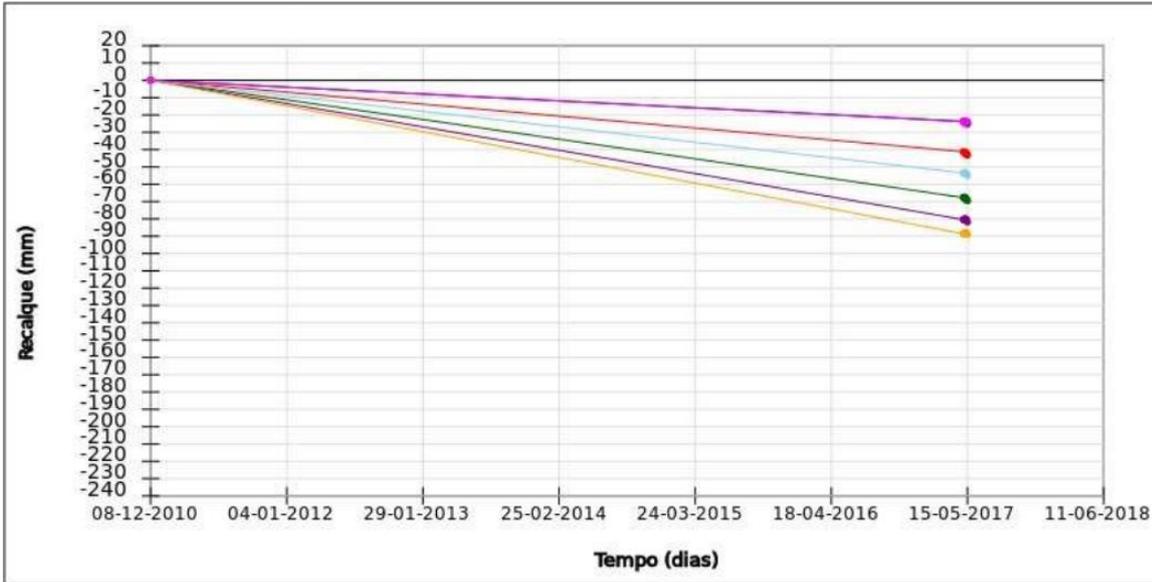
MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 02 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)
08-12-10 09.00.00	6.239	0,0	0,0	0	6.2004	0,0	0,0	0	6.2412	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.1476	-91,4	-91,4	0	6.1708	-29,6	-29,6	0	6.1162	-125,0	-125,0	0
05-05-17 12.00.00	6.1474	-0,2	-91,6	0	6.1706	-0,2	-29,8	0	6.116	-0,2	-125,2	0
08-05-17 13.00.00	6.1478	0,4	-91,2	0	6.1706	0,0	-29,8	0	6.1162	0,2	-125,0	0
10-05-17 08.00.00	6.1466	-1,2	-92,4	0	6.1698	-0,8	-30,6	0	6.1158	-0,4	-125,4	0
12-05-17 08.00.00	6.1472	0,6	-91,8	0	6.1704	0,6	-30,0	0	6.1166	0,8	-124,6	0
15-05-17 12.00.00	6.146	-1,2	-93,0	0	6.169	-1,4	-31,4	0	6.115	-1,6	-126,2	0

MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 03 - Pinos de Recalque dos Silos



■ P01 
 ■ P05 
 ■ P09 
 ■ P12 
 ■ P18 
 ■ P21 
 ■ P24

MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 03 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia												
08-12-10 09.00.00	6.2981	0,0	0,0	0	6.281	0,0	0,0	0	6.2231	0,0	0,0	0	6.1998	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.2744	-23,7	-23,7	0	6.2398	-41,2	-41,2	0	6.1554	-67,7	-67,7	0	6.1194	-80,4	-80,4	0
05-05-17 12.00.00	6.2746	0,2	-23,5	0	6.2396	-0,2	-41,4	0	6.1556	0,2	-67,5	0	6.1196	0,2	-80,2	0
08-05-17 13.00.00	6.2746	0,0	-23,5	0	6.2396	0,0	-41,4	0	6.1556	0,0	-67,5	0	6.12	0,4	-79,8	0
10-05-17 08.00.00	6.2736	-1,0	-24,5	0	6.2384	-1,2	-42,6	0	6.1542	-1,4	-68,9	0	6.119	-1,0	-80,8	0
12-05-17 08.00.00	6.2742	0,6	-23,9	0	6.239	0,6	-42,0	0	6.1548	0,6	-68,3	0	6.1196	0,6	-80,2	0
15-05-17 12.00.00	6.273	-1,2	-25,1	0	6.2378	-1,2	-43,2	0	6.1536	-1,2	-69,5	0	6.118	-1,6	-81,8	0

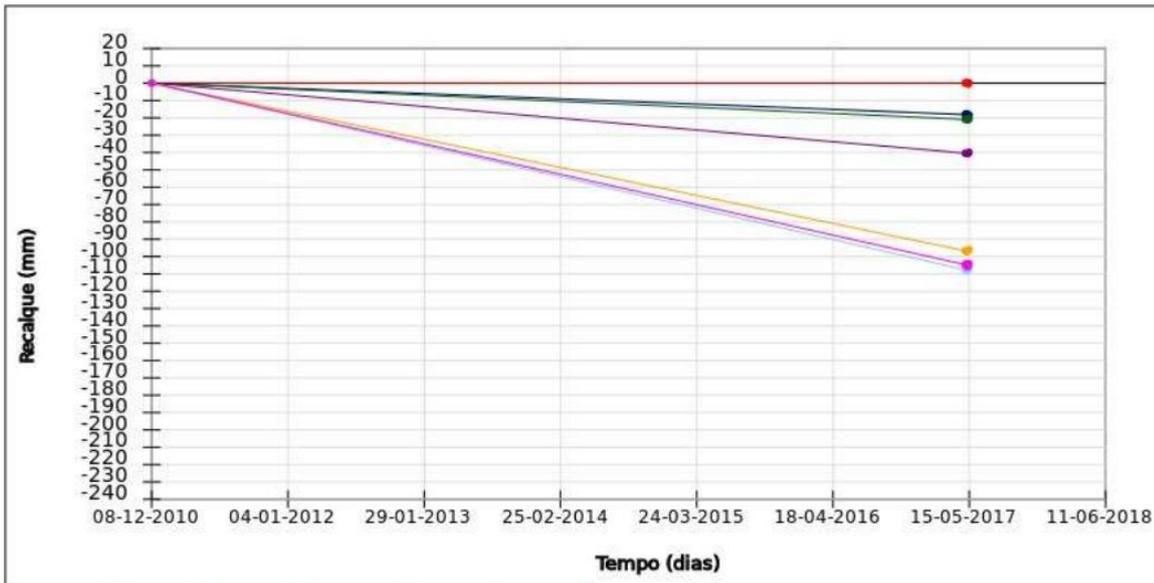
MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 03 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09.00.00	6.2346	0,0	0,0	0	6.3165	0,0	0,0	0	6.3468	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.146	-88,6	-88,6	0	6.263	-53,5	-53,5	0	6.323	-23,8	-23,8	0
05-05-17 12.00.00	6.1462	0,2	-88,4	0	6.263	0,0	-53,5	0	6.3228	-0,2	-24,0	0
08-05-17 13.00.00	6.1466	0,4	-88,0	0	6.2632	0,2	-53,3	0	6.323	0,2	-23,8	0
10-05-17 08.00.00	6.146	-0,6	-88,6	0	6.2622	-1,0	-54,3	0	6.3218	-1,2	-25,0	0
12-05-17 08.00.00	6.1468	0,8	-87,8	0	6.2628	0,6	-53,7	0	6.3226	0,8	-24,2	0
15-05-17 12.00.00	6.1456	-1,2	-89,0	0	6.2616	-1,2	-54,9	0	6.3228	0,2	-24,0	0

**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 04 - Pinos de Recalque dos Silos



■ P01 ■ P05 ■ P09 ■ P12 ■ P18 ■ P21 ■ P24

**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 04 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia												
08-12-10 09.00.00	6.3951	0,0	0,0	0	6.4514	0,0	0,0	0	6.3723	0,0	0,0	0	6.318	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.377	-18,1	-18,1	0	6.4514	0,0	0,0	0	6.3514	-20,9	-20,9	0	6.2776	-40,4	-40,4	0
05-05-17 12.00.00	6.3774	0,4	-17,7	0	6.4516	0,2	0,2	0	6.3516	0,2	-20,7	0	6.2776	0,0	-40,4	0
08-05-17 13.00.00	6.3776	0,2	-17,5	0	6.452	0,4	0,6	0	6.3518	0,2	-20,5	0	6.2776	0,0	-40,4	0
10-05-17 08.00.00	6.3766	-1,0	-18,5	0	6.4516	-0,4	0,2	0	6.351	-0,8	-21,3	0	6.2772	-0,4	-40,8	0
12-05-17 09.00.00	6.376	-0,6	-19,1	0	6.4508	-0,8	-0,6	0	6.3512	0,2	-21,1	0	6.2776	0,4	-40,4	0
15-05-17 12.00.00	6.3768	0,8	-18,3	0	6.4516	0,8	0,2	0	6.352	0,8	-20,3	0	6.2782	0,6	-39,8	0

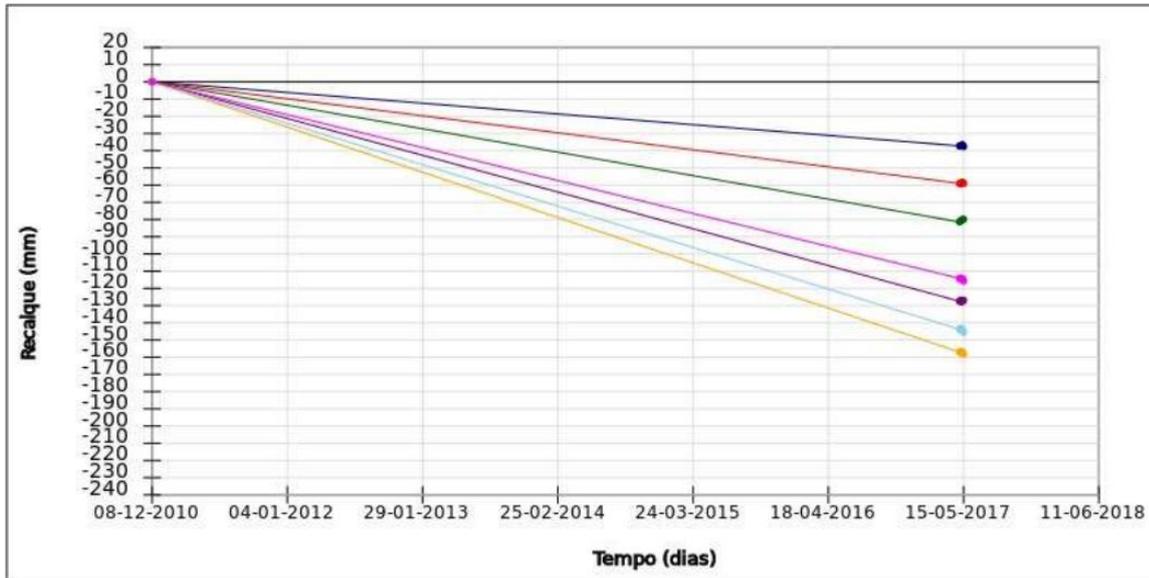
**MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO**

Grupo: SILO 04 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia	Leitura m	P mm	T mm	V mm/dia
08-12-10 09.00.00	6.2785	0,0	0,0	0	6.1417	0,0	0,0	0	6.1619	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.1818	-96,7	-96,7	0	6.034	-107,7	-107,7	0	6.0572	-104,7	-104,7	0
05-05-17 12.00.00	6.1818	0,0	-96,7	0	6.0344	0,4	-107,3	0	6.0576	0,4	-104,3	0
08-05-17 13.00.00	6.1812	-0,6	-97,3	0	6.0346	0,2	-107,1	0	6.0576	0,0	-104,3	0
10-05-17 08.00.00	6.1814	0,2	-97,1	0	6.0336	-1,0	-108,1	0	6.056	-1,6	-105,9	0
12-05-17 09.00.00	6.182	0,6	-96,5	0	6.0342	0,6	-107,5	0	6.0568	0,8	-105,1	0
15-05-17 12.00.00	6.1826	0,6	-95,9	0	6.035	0,8	-106,7	0	6.0578	1,0	-104,1	0

MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 05 - Pinos de Recalque dos Silos



■ P01 ■ P05 ■ P09 ■ P12 ■ P18 ■ P21 ■ P24

MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

Grupo: SILO 05 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P01				P05				P09				P12			
	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)
08-12-10 09.00.00	6.2302	0,0	0,0	0	6.2638	0,0	0,0	0	6.2218	0,0	0,0	0	6.1355	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	6.193	-37,2	-37,2	0	6.2048	-59,0	-59,0	0	6.1404	-81,4	-81,4	0	6.008	-127,5	-127,5	0
05-05-17 12.00.00	6.193	0,0	-37,2	0	6.2046	-0,2	-59,2	0	6.1408	0,4	-81,0	0	6.0082	0,2	-127,3	0
08-05-17 13.00.00	6.193	0,0	-37,2	0	6.205	0,4	-58,8	0	6.1412	0,4	-80,6	0	6.0086	0,4	-126,9	0
10-05-17 08.00.00	6.1936	0,6	-36,6	0	6.2052	0,2	-58,6	0	6.1416	0,4	-80,2	0	6.0076	-1,0	-127,9	0
12-05-17 09.20.00	6.1936	0,0	-36,6	0	6.2054	0,2	-58,4	0	6.1418	0,2	-80,0	0	6.0082	0,6	-127,3	0
15-05-17 12.00.00	6.1926	-1,0	-37,6	0	6.2048	-0,6	-59,0	0	6.142	0,2	-79,8	0	6.0086	0,4	-126,9	0

MOINHO PACIFICO - SILOS - MONITORAMENTO

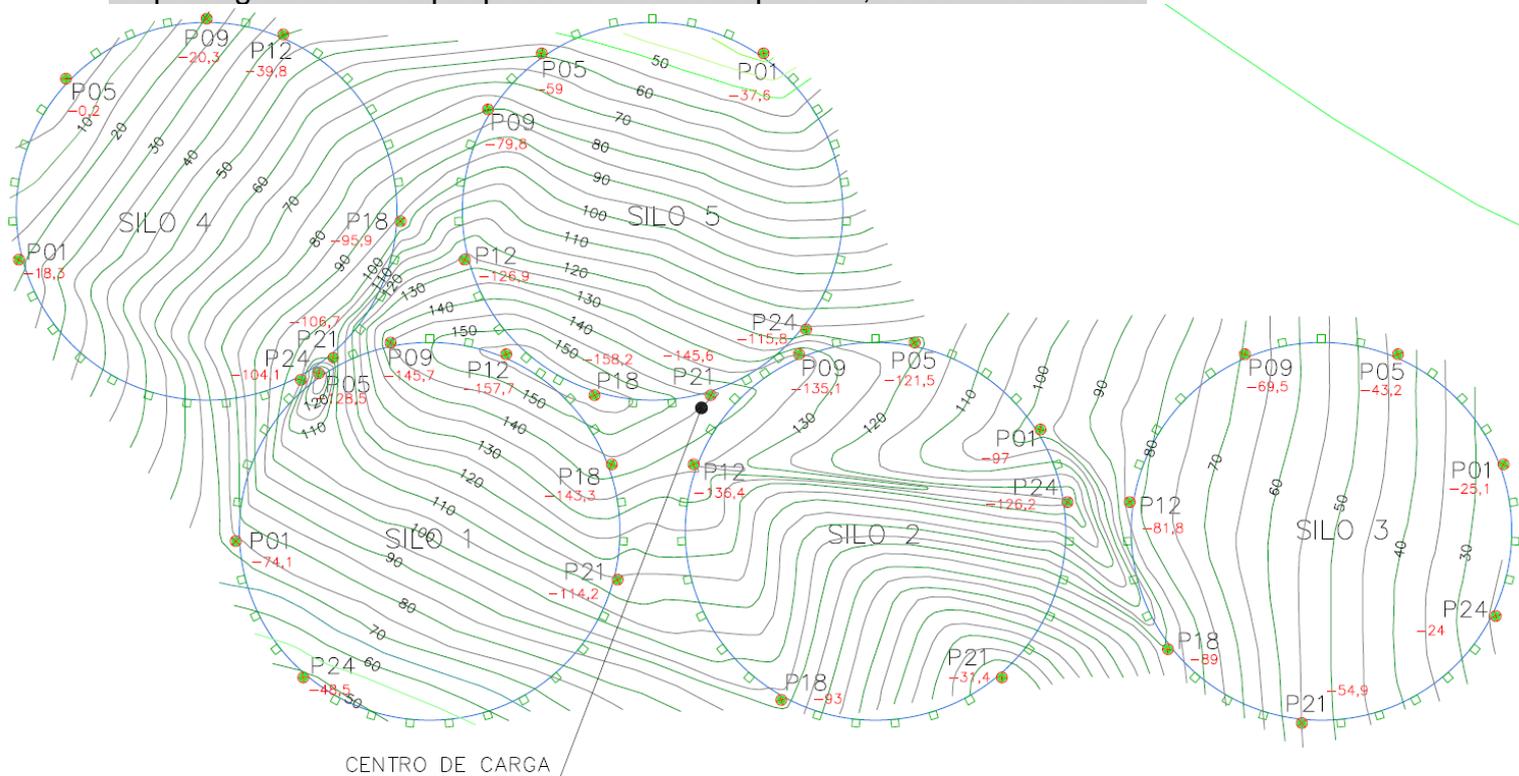
Grupo: SILO 05 - Pinos de Recalque dos Silos

Tempo (dias)	P18				P21				P24			
	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)	Leitura (m)	P (mm)	T (mm)	V (mm/dia)
08-12-10 09.00.00	6.0922	0,0	0,0	0	6.0686	0,0	0,0	0	6.1428	0,0	0,0	0
03-05-17 09.00.00	5.9352	-157,0	-157,0	0	5.9248	-143,8	-143,8	0	6.0286	-114,2	-114,2	0
05-05-17 12.00.00	5.9354	0,2	-156,8	0	5.9252	0,4	-143,4	0	6.0286	0,0	-114,2	0
08-05-17 13.00.00	5.9356	0,2	-156,6	0	5.9254	0,2	-143,2	0	6.0288	0,2	-114,0	0
10-05-17 08.00.00	5.9346	-1,0	-157,6	0	5.9242	-1,2	-144,4	0	6.0278	-1,0	-115,0	0
12-05-17 09.20.00	5.935	0,4	-157,2	0	5.9246	0,4	-144,0	0	6.0284	0,6	-114,4	0
15-05-17 12.00.00	5.934	-1,0	-158,2	0	5.923	-1,6	-145,6	0	6.027	-1,4	-115,8	0

Os valores de leitura total apresentados acima não representam os valores totais de recalque que os silos sofreram desde a sua implantação, pois a instalação dos pinos foi feita tardiamente e também porque já houve um processo de macaqueamento dos silos.

Com os resultados corrigidos, conforme descrito acima, foram traçadas as curvas de iso-recalque que são apresentadas na figura a seguir.

Conforme se pode ver na figura abaixo, todas as superfícies de recalque convergem para o centro de cargas e com tendência de movimento de corpo rígido, com exceção do silo 2 que não apresenta o mesmo comportamento, provavelmente influenciado pela presença do silo 3 ou por alguma avaria que possa ter sofrido o pino 24, desse mesmo silo.



CURVAS DE ISO-RECALQUES  
(MEDIDAS EM mm)

Vale lembrar que esse mesmo silo 2, no passado, sofreu o descolamento entre o anel superior e o inferior.

Se as curvas de iso-recalque realmente refletem o que está ocorrendo com o silo 2, vale a pena chamar a atenção para o maior nível de distorção que está sofrendo a parede do silo, especialmente entre os pinos 1 e 24.

## 9. CONCLUSÃO

Depois de todos os estudos efetuados, o que se observa é um grande número de incertezas de condições de contorno, imprecisões de parâmetros e limitações dos modelos matemáticos, como abaixo se apresentam:

- a) Não conhecemos a situação atual de integridade dos cabos de protensão das placas pré-moldadas. Lembrar que efeitos de flexo-tração, gerados pelo aparecimento da componente horizontal da força peso devido à inclinação do silo, são prejudiciais para os cabos;
- b) Nos projetos disponibilizados não consta a informação de qual carga de protensão foi efetivamente aplicada nos anéis de reforço (o valor adotado nas análises foi obtido a partir de tabelas de fabricantes);
- c) Não conhecemos com precisão a resistência característica (deve ser maior que na época da construção) e módulo de elasticidade (deve ser menor que na época da construção) do concreto que compõe as placas pré-moldadas da estrutura do silo;
- d) Não foram feitas medições de desaprumo do silo. O valor de  $2,6^\circ$  foi estimado considerando que os silos 4 e 5 se movimentaram simetricamente. Quanto maior o desaprumo do silo, maior é a componente da força peso e, portanto, maiores são os esforços de contato no anel superior;
- e) Desde que os silos encostaram não há um histórico de patologias detalhadas e bem documentadas relacionando patologias com magnitudes de recalque;
- f) Não há um histórico de recalques, desde o dia do primeiro carregamento dos silos;
- g) Os modelos de estimativa de recalques são muito aproximados, devido às suas próprias limitações numéricas e à definição com representatividade dos parâmetros reológicos do solo;
- h) O recalque é composto por uma parcela de adensamento primário e secundário (sendo verdade que qualitativamente o primeiro contribui com uma parcela menor que o segundo neste instante), dos quais não conseguimos identificar quantitativamente as proporções entre ambos;
- i) Não há teoria que determine com precisão a velocidade de recalque secundário, devido à heterogeneidade do solo e histórico de carregamento, por esse motivo é difícil estimar-se com precisão (intervalos de 30 dias) que nível de recalque será alcançado nos próximos meses (sobre tudo qual nível de alívio de tensão no solo intra silos será atingido após o encosto entre silos);

- j) A estrutura recebeu a instalação de 2 anéis protendidos que mudou o estado de tensões originais;
- k) A estrutura do Silo 2 já exibiu patologia em que a parte superior e inferior se desaprumaram, causando abertura de alguns centímetros em um lado do costado;
- l) Existe a dificuldade de identificar um mecanismo de aviso prévio que possa orientar, com antecedência, a necessidade de reparos.

Tendo em vista o exposto acima, a nossa recomendação é:

- a) Providenciar o destensionamento imediato das estruturas metálicas das galerias dos transportadores;
- b) Providenciar o renivelamento dos silos até final do mês de outubro de 2017. Iniciar pelo silo 2;
- c) Manter leituras quinzenais de recalque até o mês de outubro de 2017;
- d) Fazer o acompanhamento de recalques durante o macaqueamento dos silos;
- e) Manter o acompanhamento de recalques de pelo menos 01 leitura por mês até a próxima necessidade de renivelamento.
- f) Fazer um levantamento do nivelamento do piso interno do silo 2 para entender melhor o que pode estar acontecendo com ele e afastar as hipóteses de avaria nos pinos de recalque instalados nele.

Em termos de prioridades de execução:

- a) O que oferece o maior perigo hoje são as estruturas tensionadas das galerias, portanto os serviços de destensionamento devem ser feitos imediatamente;
- b) Após os serviços de destensionamento, até o mês de outubro de 2017 deve ser providenciado o renivelamento dos silos.