

ORIGINAL

FURNAS - AAT.E	
RELATÓRIO	
Nº	CÓPIA
17930	

A. P.



UHE SÍMPLICIO
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO
REC GEC.E.054.2014



Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL N° GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

FOLHA DE ATUALIZAÇÃO

Revisões em vigor

Página	I/4	I/5								
Revisão	0	0								
Página	II/6	II/7	II/8	II/9	II/10	II/11	II/12	II/13	II/14	II/15
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Página	II/16	II/17	II/18	II/19	II/20	II/21	II/22	II/23	II/24	II/25
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Página	II/26	II/27	II/28	II/29	II/30	II/31	II/32	II/33	II/34	II/35
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Página	II/36	II/37	II/38	II/39	II/40	II/41	II/42	II/43	II/44	II/45
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Página	II/36	II/37	II/38	II/39	II/40	II/41	II/42	II/43	II/44	II/45
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Página	II/46	II/47	II/48	II/49	II/50	II/51	II/52	II/53	II/54	II/55
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Página	II/56	II/57	II/58	II/59	II/60	II/61	II/62	II/63	II/64	II/65
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Página	II/66	II/67	II/68	II/69	II/70					
Revisão	0	0	0	0	0					
Página										
Revisão										

Observações:

Órgão Emissor DGSB.E	Vistos DGSB.E / DPTD.E	Aprovação GEC.E	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00
-------------------------	---------------------------	--------------------	-------------------------------	---------------


Leticia Costa Manna Leite
 Ger. de Engenharia Civil
 Matr. 19022-2

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

SUMÁRIO

PARTE I - IDENTIFICAÇÃO E SÍNTESE	4
I.1. Identificação do Relatório	4
I.2. Síntese	4
PARTE II - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA	6
II.1. Objetivo	6
II.2. Descrição das Atividades	6
II.2.1. Introdução	6
II.2.2. Inspeção Técnica	6
II.2.3. Análise de Comportamento	6
I.2.3.1. CÉLULAS DE CARGA INSTALADAS NOS TIRANTES	7
I.2.3.1.1. Elevações entre 132 e 153 - Cortinas A, B e C	7
I.2.3.1.2. Elevações entre 153 e 160 - Cortina	28
I.2.3.1.3. Elevações entre 160 e 170 - Cortina I	33
I.2.3.1.3.1. Elevações entre 160 e 170 - Cortina I - Paineis 1	37
I.2.3.1.3.2. Elevações entre 160 e 170 - Cortina I - Paineis 2	39
I.2.3.1.3.3. Elevações entre 160 e 170 - Cortina I - Paineis 3	42
I.2.3.1.3.4. Elevações entre 160 e 170 - Cortina I - Paineis 4 e 5	45
I.2.3.1.4. Elevações acima da 170.	48
I.2.3.2. MEDIDORES TRIORTOGONAIS DE JUNTAS	60
I.2.3.3. MEDIDORES DE VAZÃO	65
II.3. Conclusões	66
II.4. Referências	70

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
 Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	3/70

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL Nº GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

PARTE I - IDENTIFICAÇÃO E SÍNTESE

I.1. Identificação do Relatório

- Autores

Nome	Função	Departamento	Divisão
Fernanda Otto Springer	Engenheira Civil	GEC.E Gerência de Engenharia Civil	DGSB.E Divisão de Geotecnia e Segurança de Barragens
Ralf Lehtola	Engenheiro Civil	GEC.E Gerência de Engenharia Civil	DPTO.E Divisão de Projetos de Transmissão e Obras Cíveis

- Cliente

GCL.E / DCGL.E
GRN.O / DOSP.O

- Órgãos Envolvidos

GEC.E / DGSB.E / DPTO.E.

- Distribuição

SE.E / SI.E / PS.O
GEC.E / GCL.E / GRN.O / GST.E
DGSB.E / DOSP.O / DCGL.E / DTEC.E

I.2. Síntese

Este relatório de estudo de comportamento (REC) da UHE Simplício, apresenta análise dos dados do monitoramento da instrumentação que incluem células de carga, medidores triortogonais de juntas e medidores de vazão, tomando-se como base o atendimento aos critérios de Segurança de Barragens definidos pelo Projeto Executivo e implantados por FURNAS. A análise dos instrumentos compreendem as leituras efetuadas até 06/11/2014.

As observações procedidas indicam um comportamento normal perante as solicitações aplicadas no período e as ocorrências detectadas não apresentam risco de comprometimento aos critérios de segurança estabelecidos pelo projeto.

A usina encontra-se em operação desde abril de 2013 com suas três unidades geradoras fornecendo uma capacidade instalada de 305,7 MW (3 x 101,9 MW).

Visto por Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 4/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	----------------

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

Os pareceres sobre as análises de comportamento desse REC visam atender à Lei Federal 12.334 de 2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.

Informamos sobre a existência da Nota Técnica (NT GEC.E.013.2014 de 28/04/2014) que complementa os estudos de estabilidade, objetivando responder ao questionamento da CONSTRUÇÃO (GCL.E) sobre a necessidade de incorporação de carga de três tirantes que não foram executados. Sobre a questão, complementamos:

- O painel 3 da cortina 1 possui 30 tirantes, sendo que três encontram-se sem carga, o que por si só equivale a uma redução de 10% na carga ativa do painel.
- A Engevix, projetista da cortina, já havia sido consultada por FURNAS (GEC.E / DGSB.E) a respeito da supressão dos tirantes e foi enfática ao informar que o Projeto Executivo deve ser executado para garantias ao Fator de Segurança da Cortina e Segurança do Empreendimento.
- Há de se fazer uma diferenciação entre os três tirantes. Segundo e-mail do GCL.E de 25 de março de 2013, o Tirante T60, que havia sido rompido “na luva” ao ser re-protendido pelo CCS, com nova luva, não incorporou carga de projeto, apresentando o mesmo comportamento dos tirantes T64 e T105. Com relação aos tirantes T64 e T105, ambos não “pegaram carga” e foram “protendidos” com menos de 10 tf. O T60 apresenta-se, inclusive, sem cabeça, totalmente sem carga.
- Como resultados dos estudos apresentados na Nota Técnica GEC.E.0013.2014 de 28/04/2014, informamos que na cortina 1, painel 3, deverão ser executados três novos tirantes, adjacentes aos mesmos, que devem obrigatoriamente passar (serem aprovados) nos ensaios de recebimento. O comprimento de ancoragem dos bulbos deve ser dobrado.

Constam neste relatório as ações de engenharia sugeridas e a serem implementadas nas obras civis inerentes à manutenção e para o controle da segurança estrutural.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	5/70

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL N° GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

PARTE II - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA

II.1. Objetivo

Este relatório de estudo de comportamento (REC) apresenta para UHE Simplício, análise dos dados do monitoramento da instrumentação que incluem células de carga, medidores triortogonais de juntas e medidores de vazão, tomando-se como base o atendimento aos critérios de Segurança de Barragens definidos pelo Projeto Executivo e implantados por FURNAS. A análise dos instrumentos compreendem as leituras efetuadas até 06/11/2014.

II.2. Descrição das Atividades

II.2.1. Introdução

Os dados da auscultação dos medidores triortogonais de juntas e dos medidores de vazão da UHE SIMPLÍCIO estão disponíveis em ambiente Intranet Eletrobrás Furnas-SSB. As leituras das células de carga das cortinas atirantadas são enviadas por e-mail pela operação para a GEC.E/DGSB.E em formato xlsx (Microsoft Excel).

II.2.2. Inspeção Técnica

A Inspeção técnica realizada em 05/02/2014 é apresentada no RIT GEC.E.017.2014 de 28/04/2014.

II.2.3. Análise de Comportamento

O presente relatório de estudo de comportamento (REC) apresenta análise dos dados do monitoramento da instrumentação que incluem células de carga, medidores triortogonais de juntas e medidores de vazão, tomando-se como base o atendimento aos critérios de Segurança de Barragens definidos pelo Projeto Executivo e implantados por FURNAS.

Visto por Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 6/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	----------------

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL Nº GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

I.2.3.1. CÉLULAS DE CARGA INSTALADAS NOS TIRANTES

Esse capítulo será apresentado com a seguinte itemização:

I.2.3.1. CASA DE FORÇA E ÁREA DE MONTAGEM - TALUDES PRÓXIMOS

I.2.3.1.1. Elevações entre 132 e 153 - Cortinas A, B e C

I.2.3.1.2. Elevações entre 153 e 160

I.2.3.1.3. Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1

I.2.3.1.3.1. Painel 1

I.2.3.1.3.2. Painel 2

I.2.3.1.3.3. Painel 3

I.2.3.1.3.4. Painéis 4 e 5

I.2.3.1.4. Elevações acima da 170

I.2.3.1.1. Elevações entre 132 e 153 - Cortinas A, B e C

Com relação às Cortinas A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 temos a informar:

- Os tirantes T110 e T214 apresentam-se com leituras estabilizadas (Gráfico 2).
- Os tirantes T221, T307 e T318 apresentam decréscimo acentuado de carga (Gráfico 4).
- Os tirantes T118 e T220 apresentam leve elevação de carga (Gráfico 5).
- Os demais instrumentos apresentaram leve descarregamento, compatível com a normalidade, que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras compreendidas entre 42 e 47 tf (Gráfico 3).

As Figuras 1 e 2 apresentam esquematicamente as cargas da Cortina A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 em 06/11/2014.

Visto por Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 7/70
--------------------------------------	-----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	----------------

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

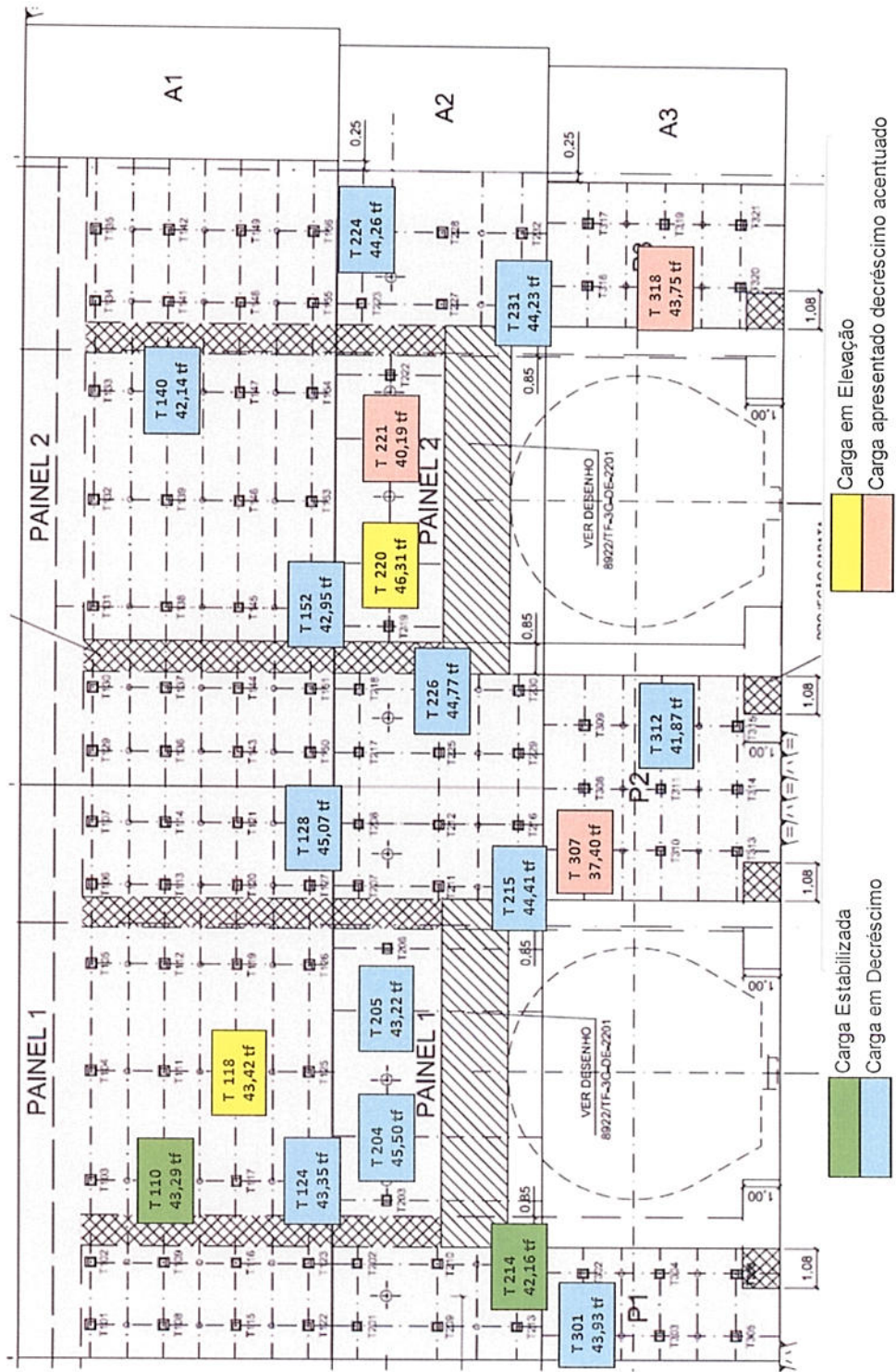


Figura 1 – Imagem da Cortina A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 x Carga [tf].

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	8/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

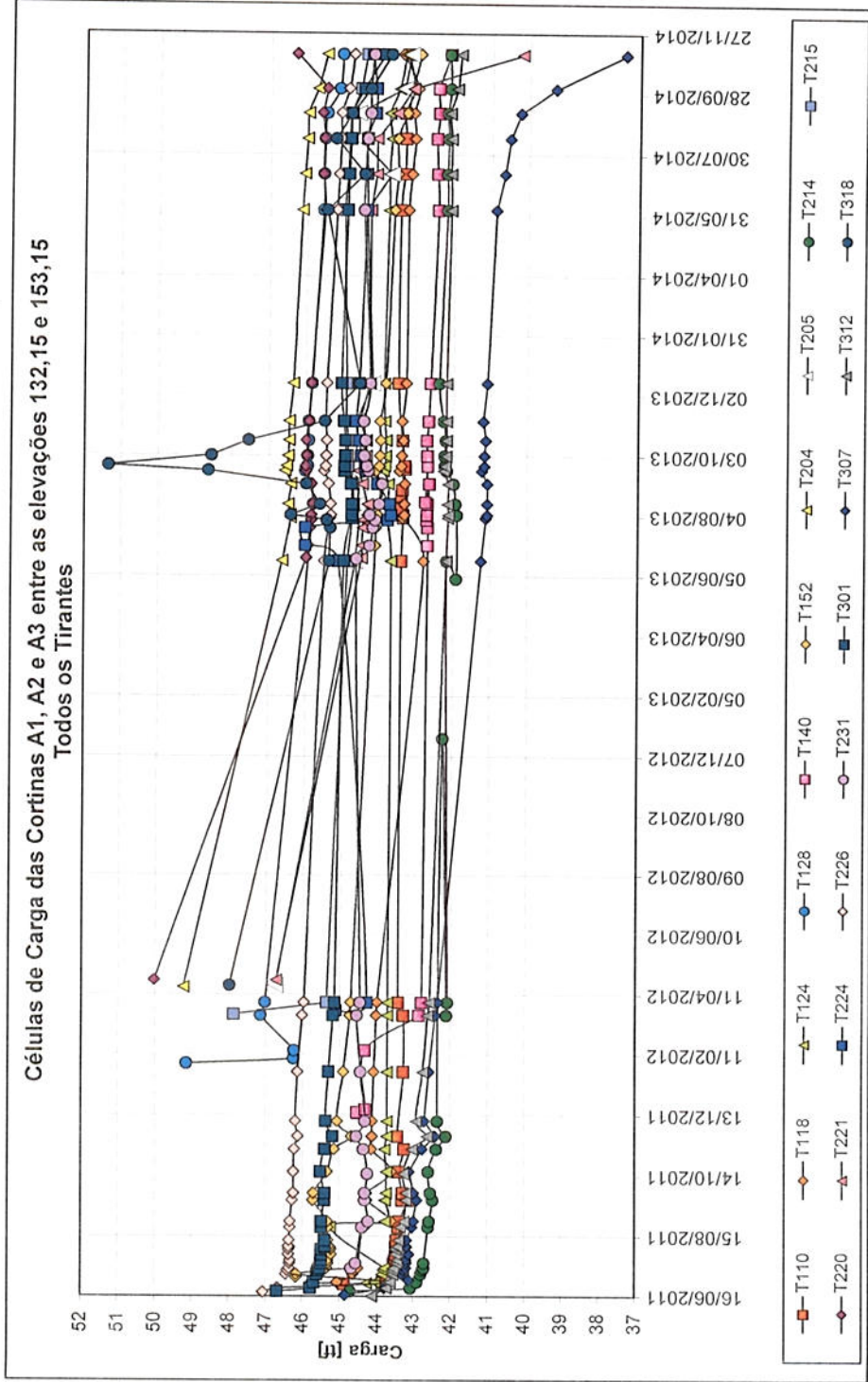


Gráfico 1 - Células de Carga das Cortinas A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 - Todos os Tirantes.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	10/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

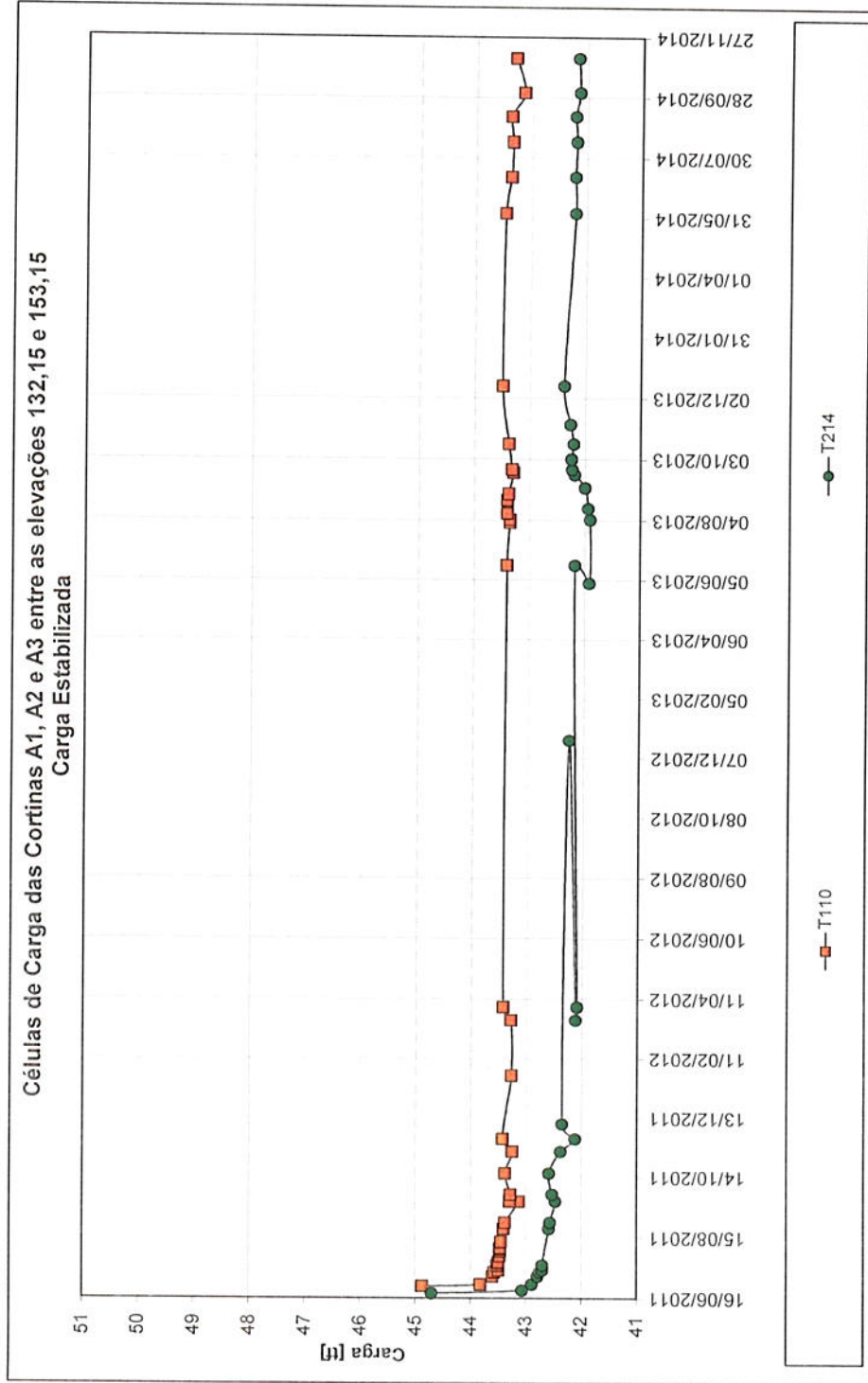


Gráfico 2 - Células de Carga das Cortinas A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 - Carga Estabilizada.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	11/70

Assunto	REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL Nº	Data de Emissão
		GEC.E.054.2014	08/12/2014

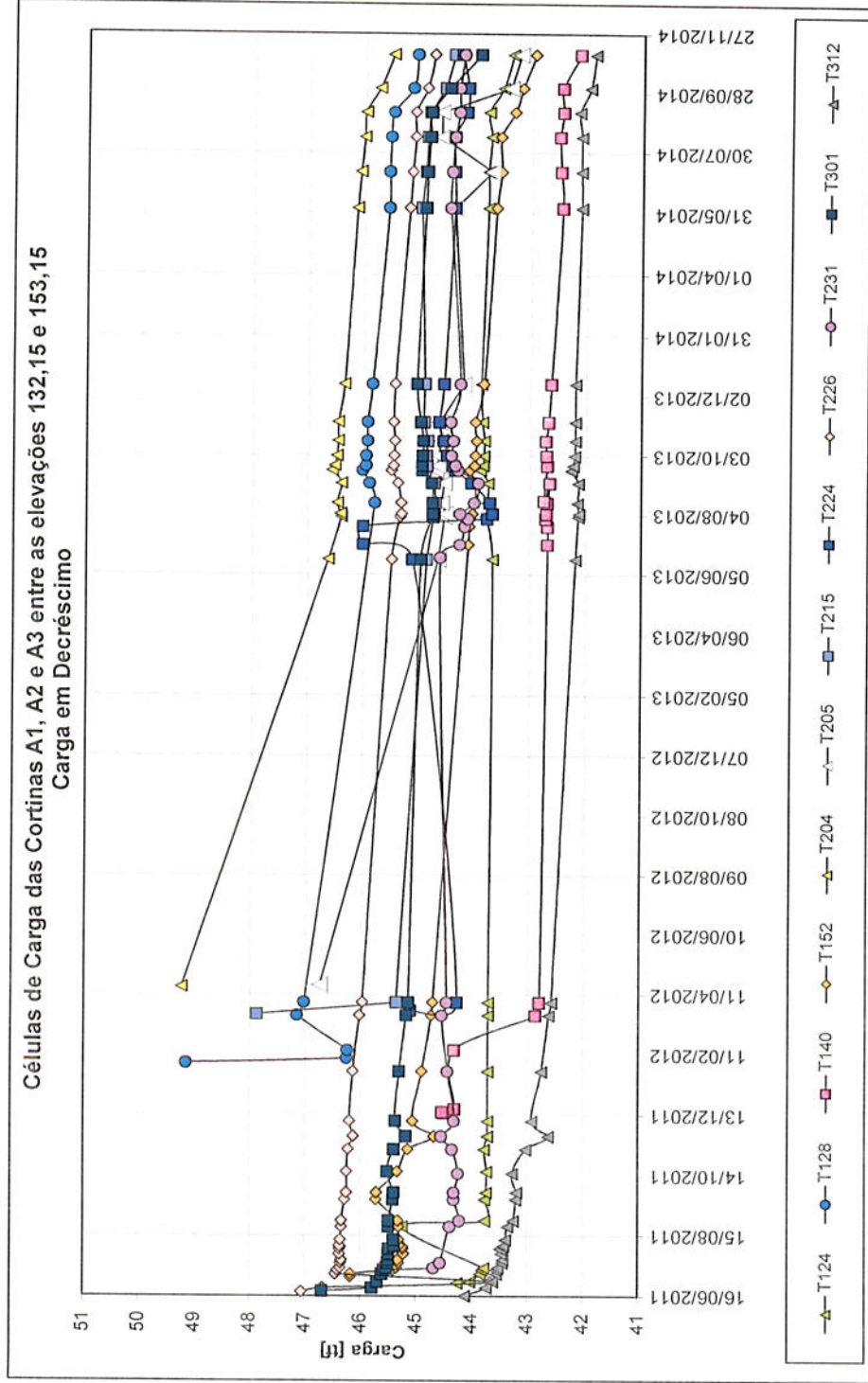


Gráfico 3 - Células de Carga das Cortinas A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 - Carga em Decréscimo.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	12/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

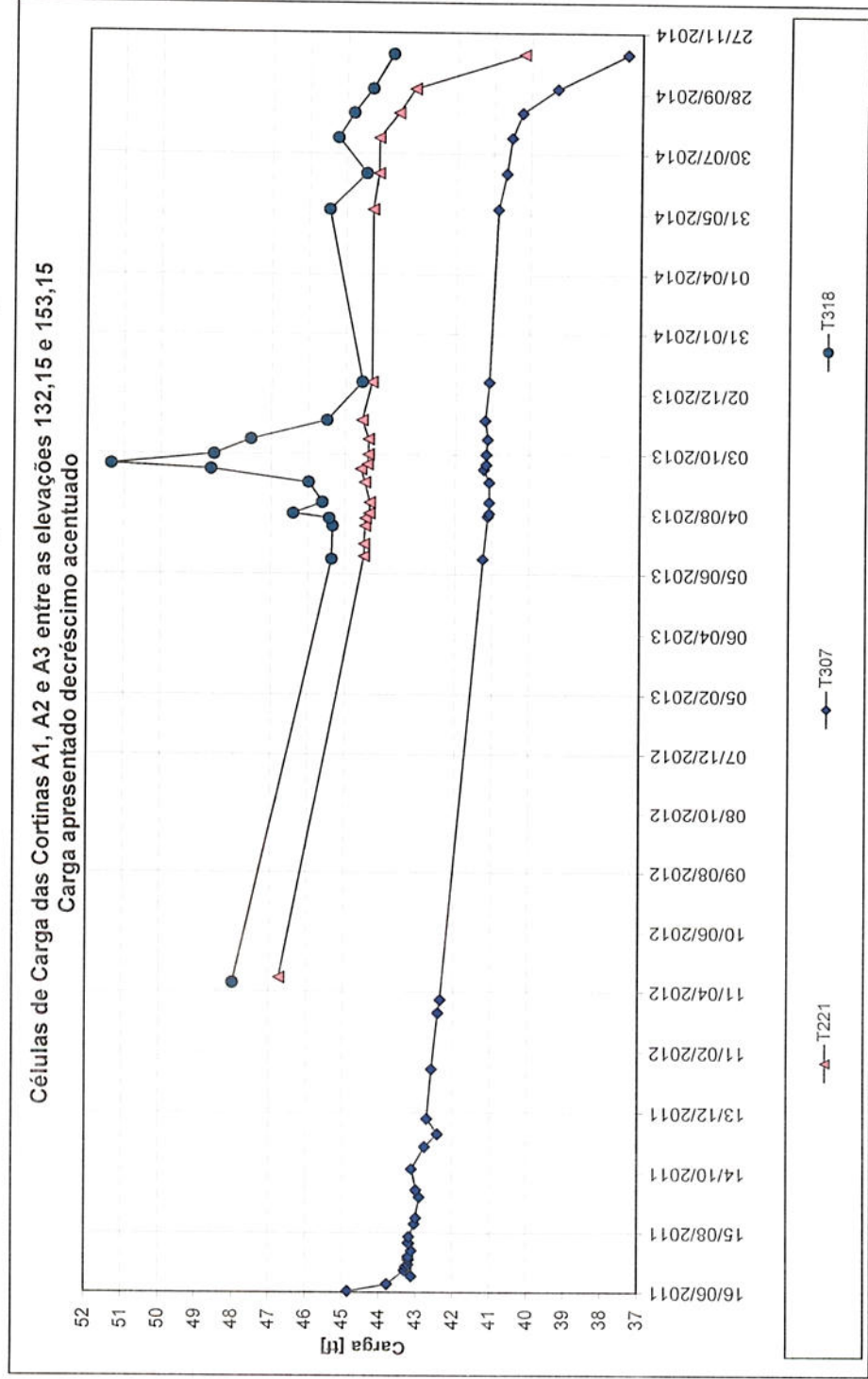


Gráfico 4 - Células de Carga das Cortinas A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 - Carga apresentado decréscimo acentuado.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	13/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

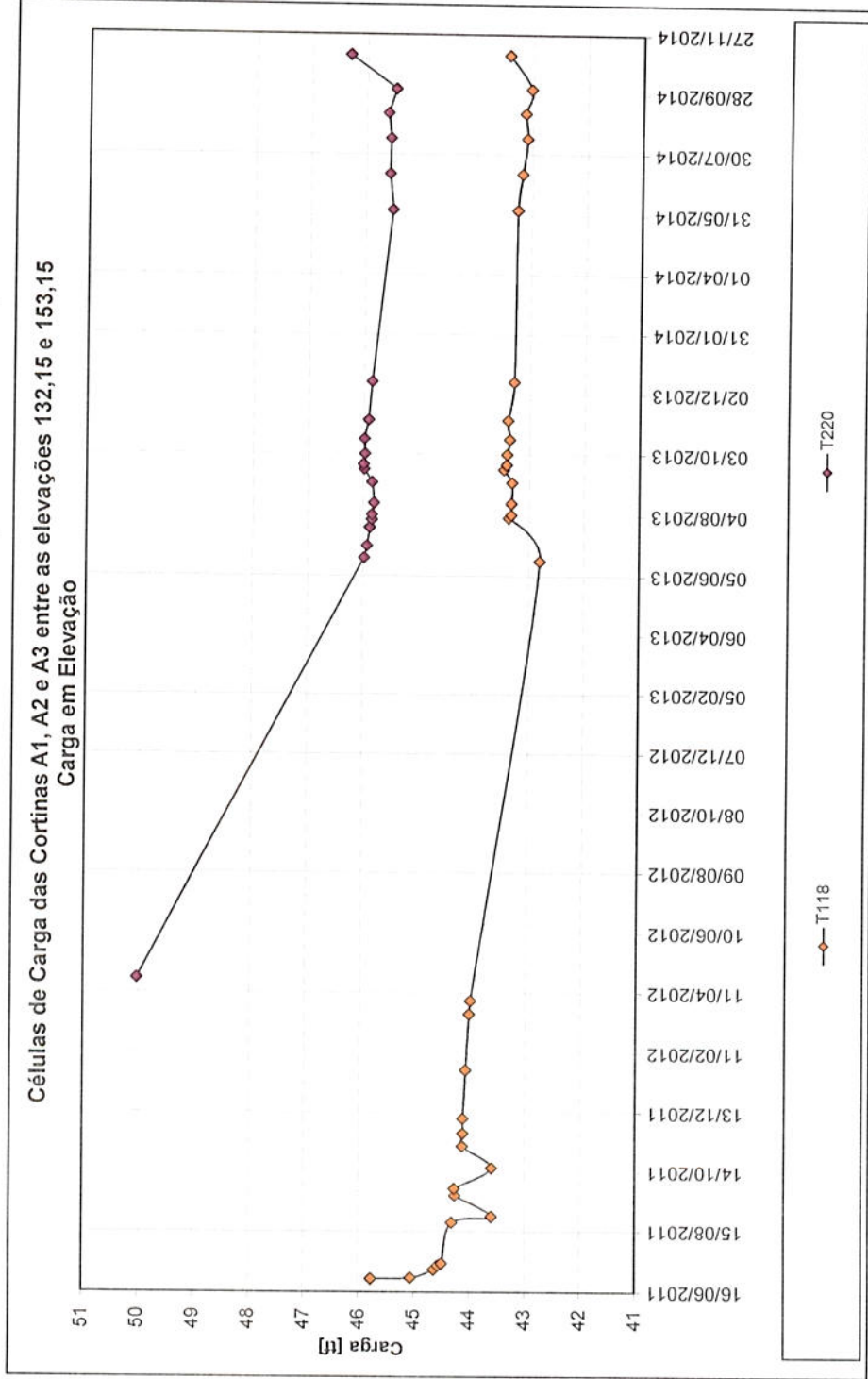


Gráfico 5 - Células de Carga das Cortinas A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 - Carga em Elevação.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	14/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

Com relação às Cortinas B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15 temos a informar:

- As células de carga T506, 508, 516 e 607 apresentam leituras anômalas e continuarão a serem monitoradas para que se possa melhor interpretar seus comportamentos (Gráficos 7 e 9);
- Os demais instrumentos apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras com leves decréscimos. As células apresentam leituras compreendidas entre 35 e 45 tf (Gráfico 8).

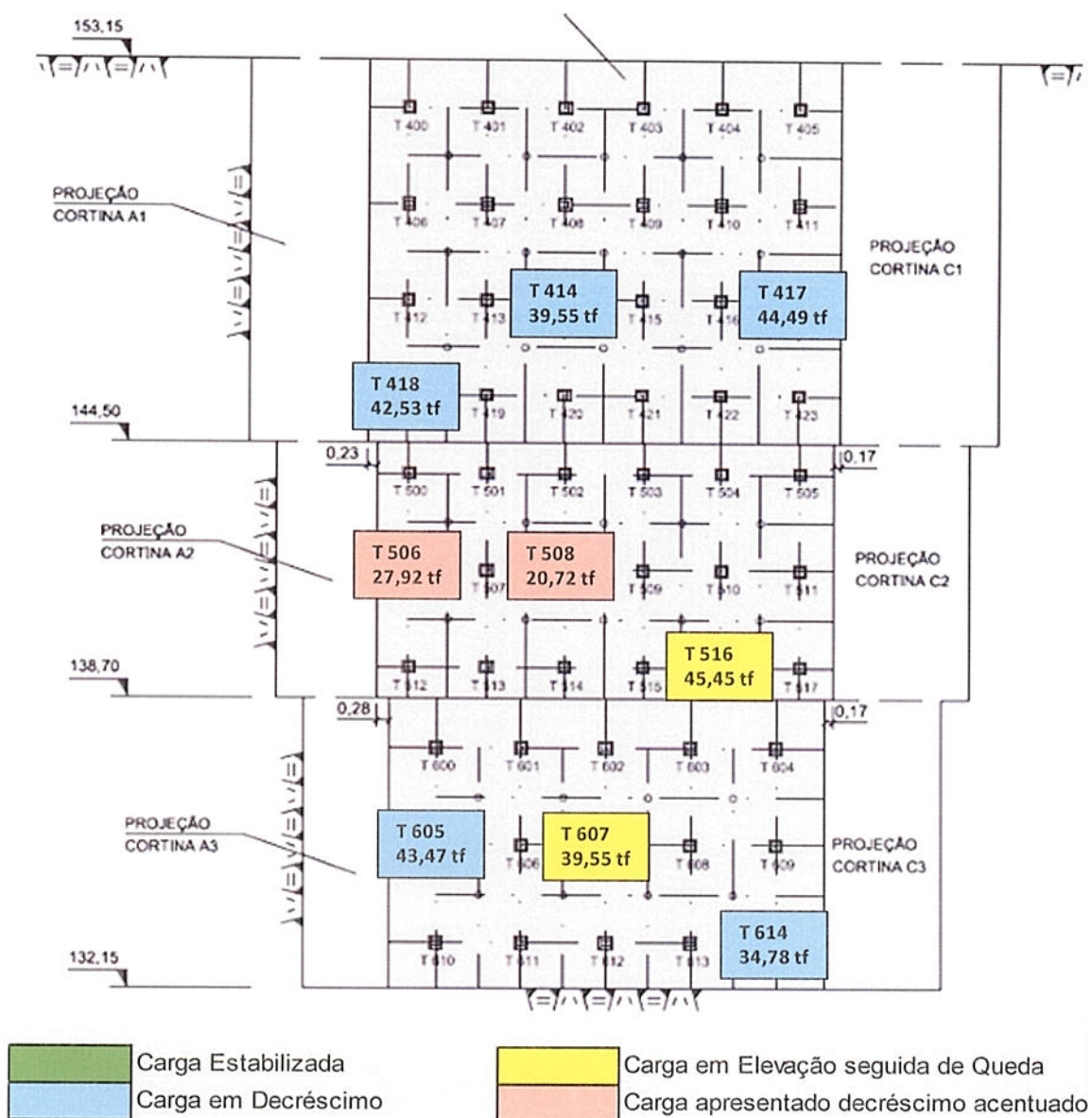


Figura 3 – Imagem da Cortina B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15.

Visto por Órgão: DGSE.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSE.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 15/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	-----------------

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Tirante	1											
Carga [tf]	1											
Tirante	2											
Carga [tf]	2											
Tirante	3					T 414						T 417
Carga [tf]	3					39,55						44,49
Tirante	4	T 418										
Carga [tf]	4	42,53										
Tirante	5											
Carga [tf]	5											
Tirante	6	T 506				T 508						
Carga [tf]	6	27,92				20,72						
Tirante	7									T 516		
Carga [tf]	7									45,45		
Tirante	8											
Carga [tf]	8											
Tirante	9		T 605				T 607					
Carga [tf]	9		43,47				42,00					
Tirante	10										T 614	
Carga [tf]	10										34,78	
		Carga Estabilizada					Carga em Elevação seguida de Queda					
		Carga em Decréscimo					Carga apresentado decréscimo acentuado					

Figura 4 – Esquema da Cortina B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15.

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

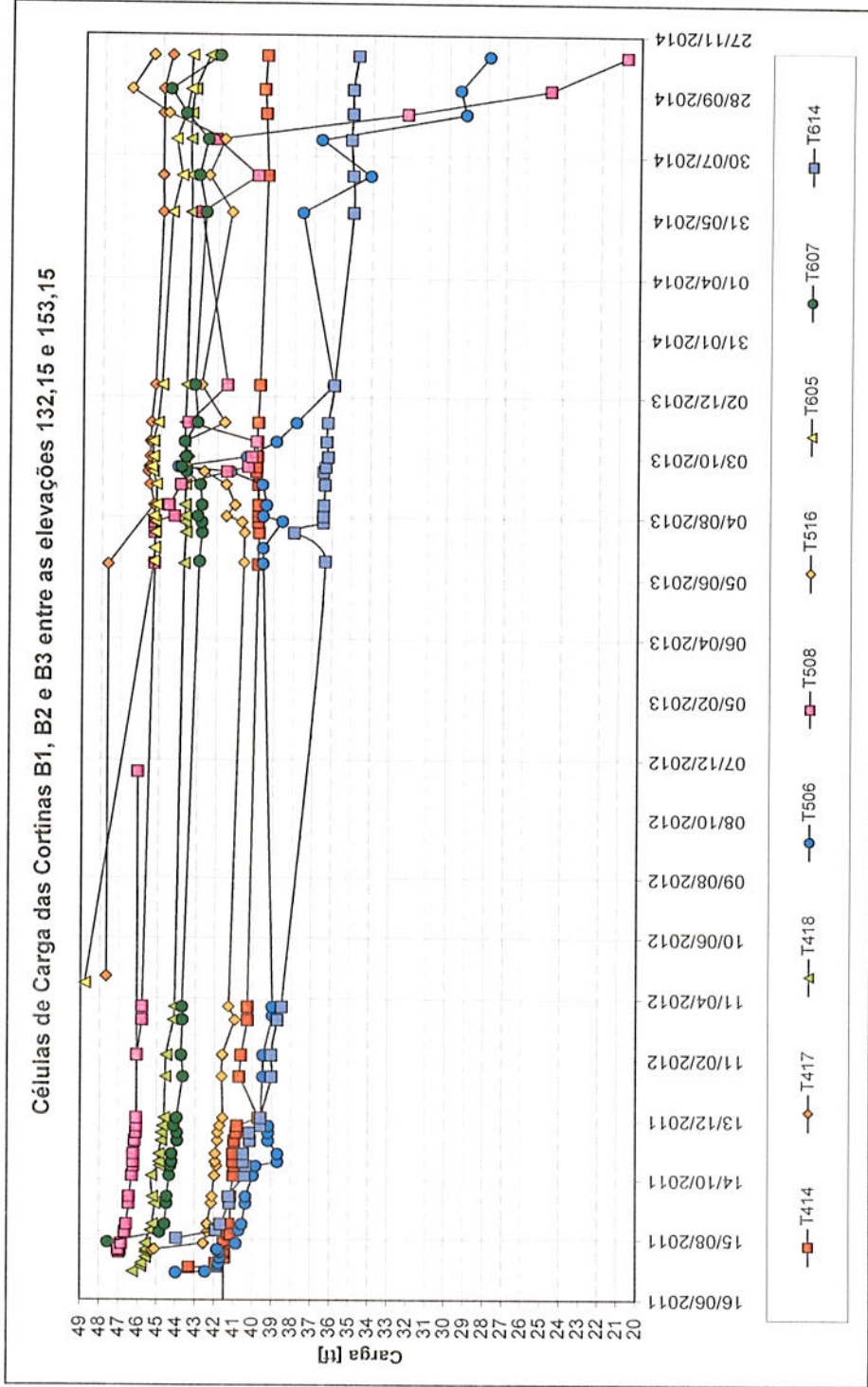


Gráfico 6 - Células de Carga das Cortinas B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Todos os tirantes.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	17/70

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

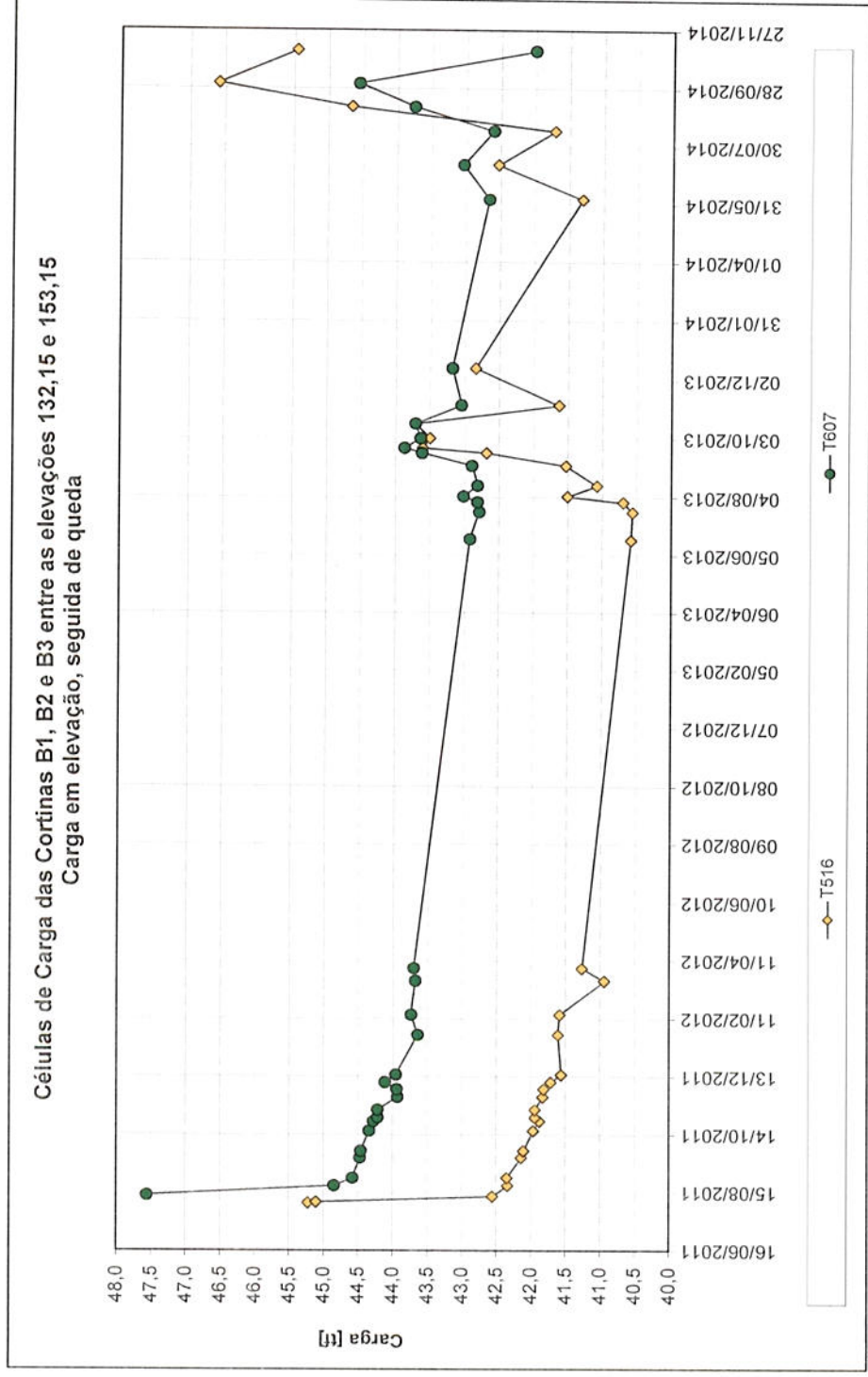


Gráfico 7 - Células de Carga das Cortinas B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Carga em Elevação seguida de Queda.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	18/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

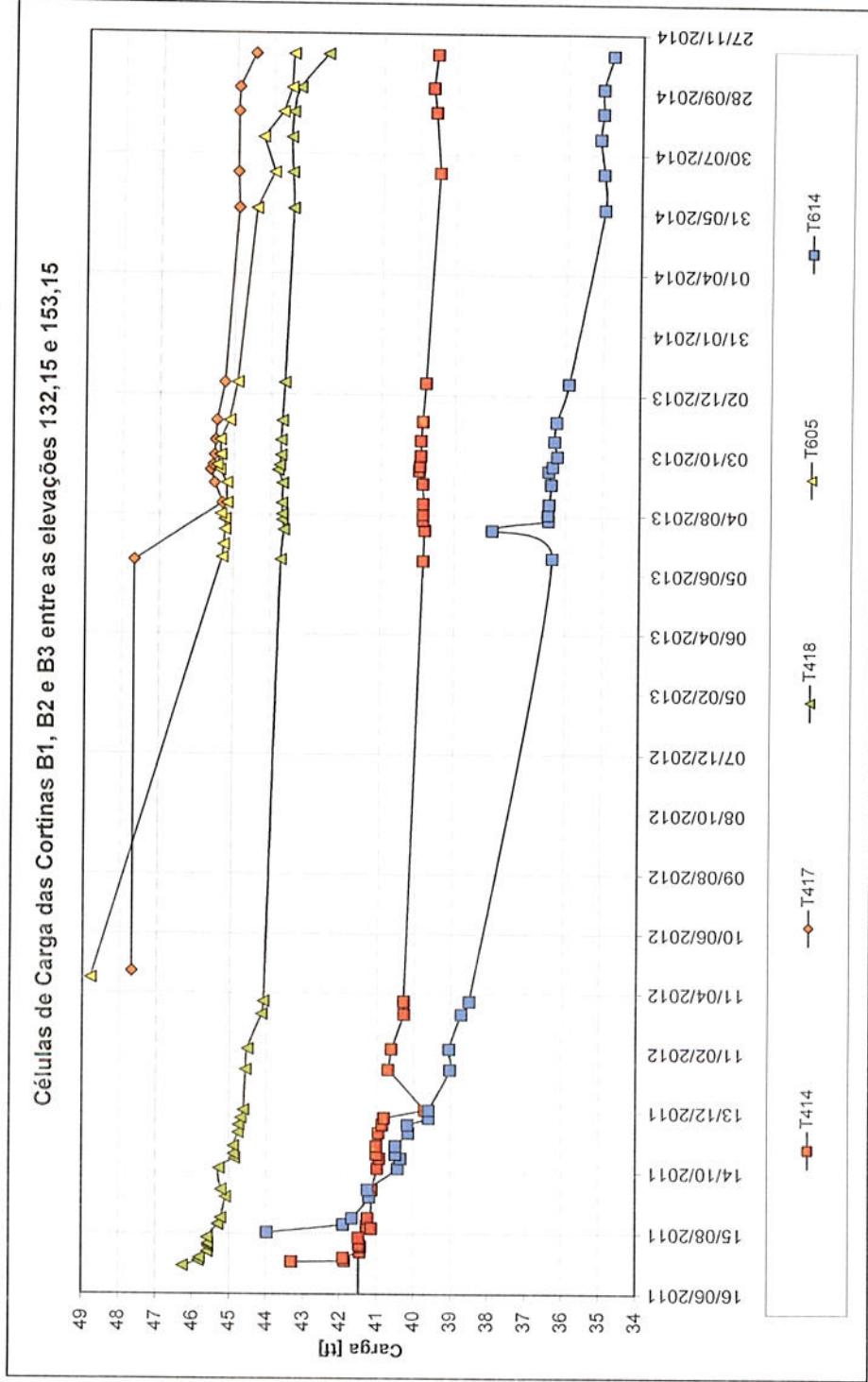


Gráfico 8 - Células de Carga das Cortinas B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Carga em Decréscimo.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	19/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

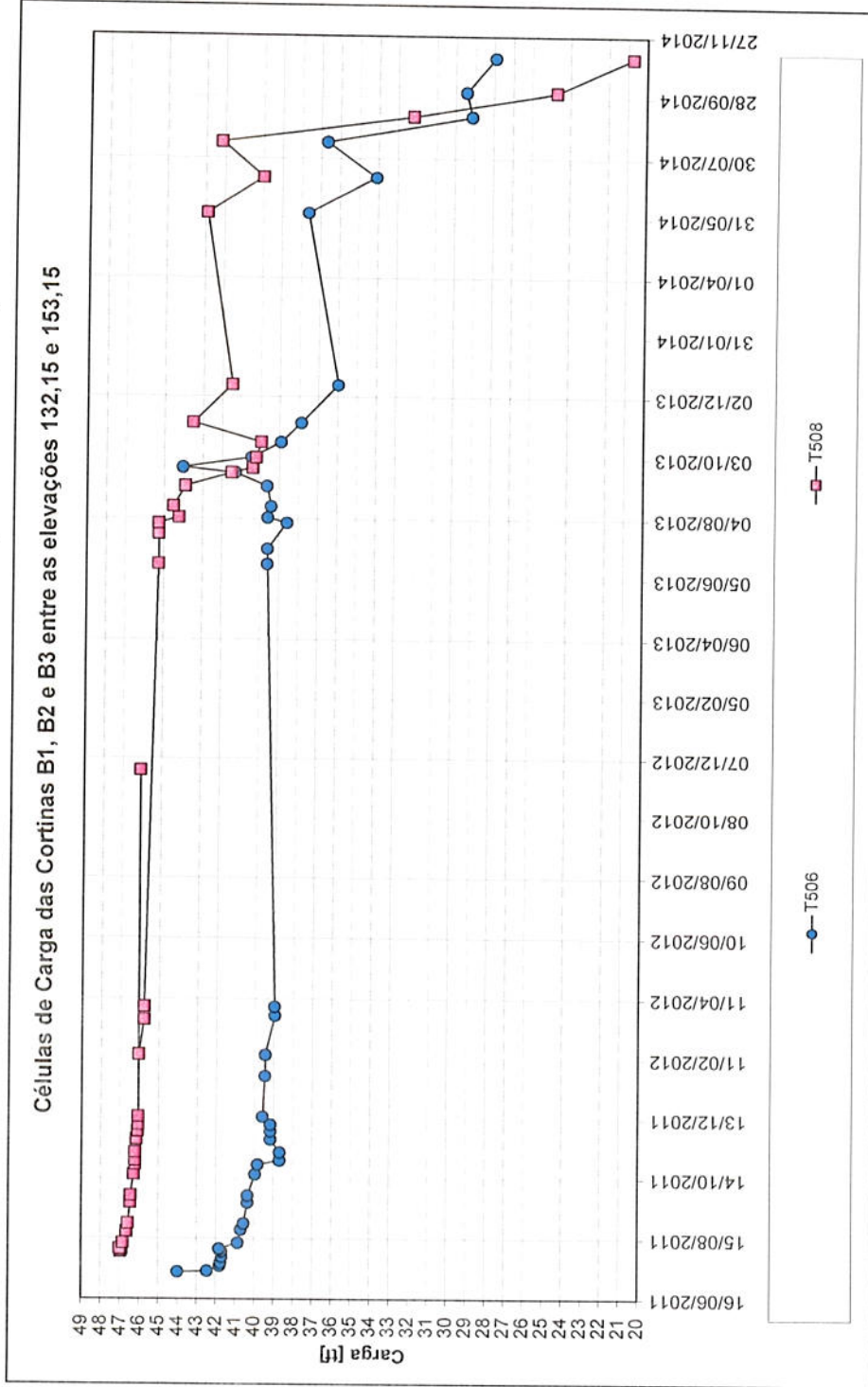


Gráfico 9 - Células de Carga das Cortinas B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Carga apresentando decréscimo acentuado.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	20/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

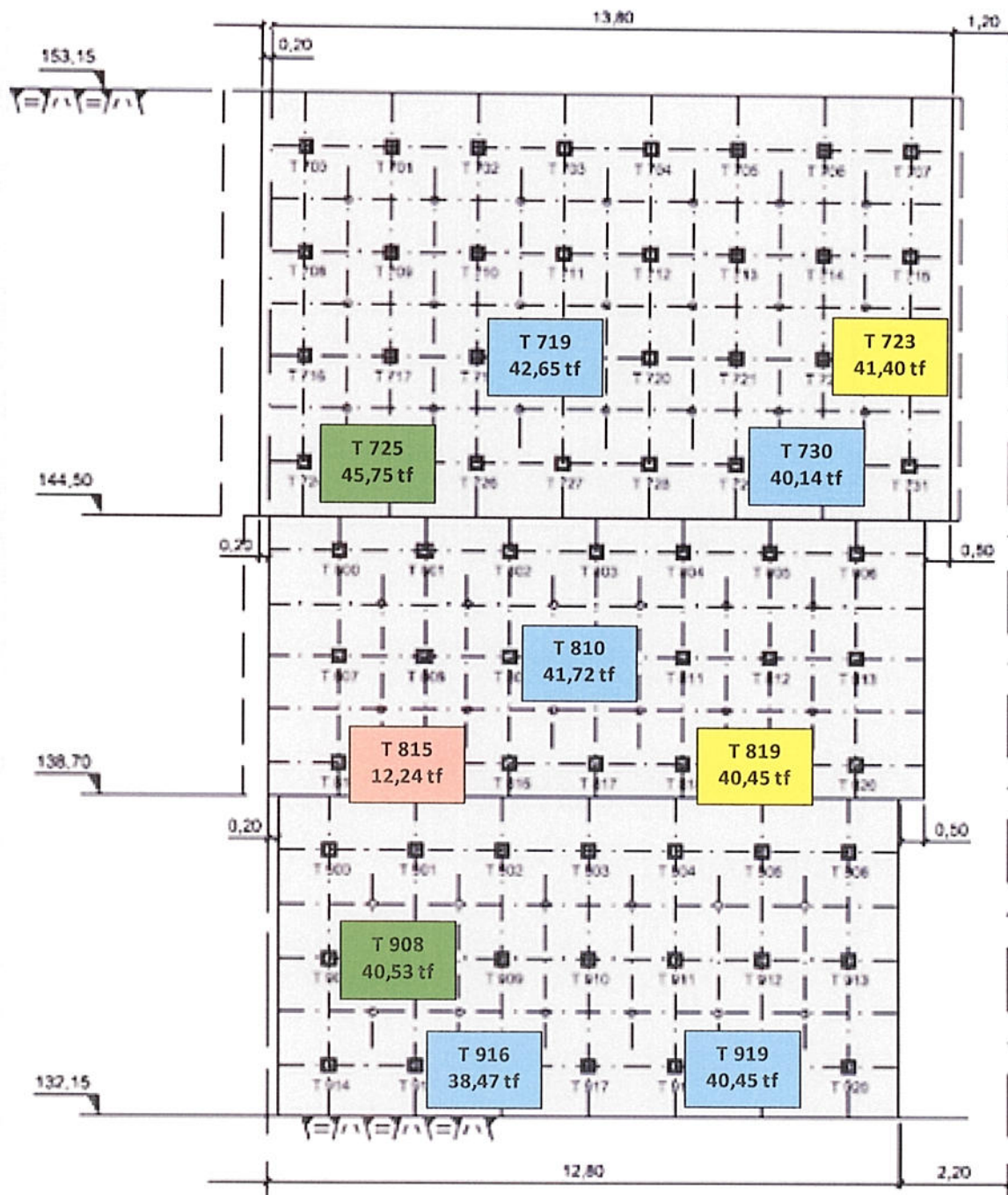


Figura 5 – Imagem da Cortina C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15.

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tirante 1															
Carga [tf]															
Tirante 2															
Carga [tf]															
Tirante 3							T 719								T 723
Carga [tf]							42,65								41,40
Tirante 4			T 725										T 730		
Carga [tf]			45,75										40,14		
Tirante 5															
Carga [tf]															
Tirante 6								T 810							
Carga [tf]								41,72							
Tirante 7				T 815											T 819
Carga [tf]				12,24											40,45
Tirante 8															
Carga [tf]															
Tirante 9			T 908												
Carga [tf]			40,53												
Tirante 10						T 916							T 919		
Carga [tf]						38,47							40,45		

Figura 6 – Esquema da Cortina C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15

Com relação às Cortinas C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15 temos a informar:

- A célula de carga T 815 apresenta leituras anômalas e continuará a ser monitorada para que se possa melhor interpretar seu comportamento (Gráficos 10 e 14);
- As células de carga T 725 e T 908 encontram-se com leituras estabilizadas (Gráfico 11).
- As células de carga T 723 e T 819 apresentam incrementos de carga que devem continuar a serem monitorados (Gráfico 12).
- Os demais instrumentos apresentam leves decréscimos de carga, compatíveis com a normalidade e que não comprometem a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 38,5 e 43,0 tf.

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

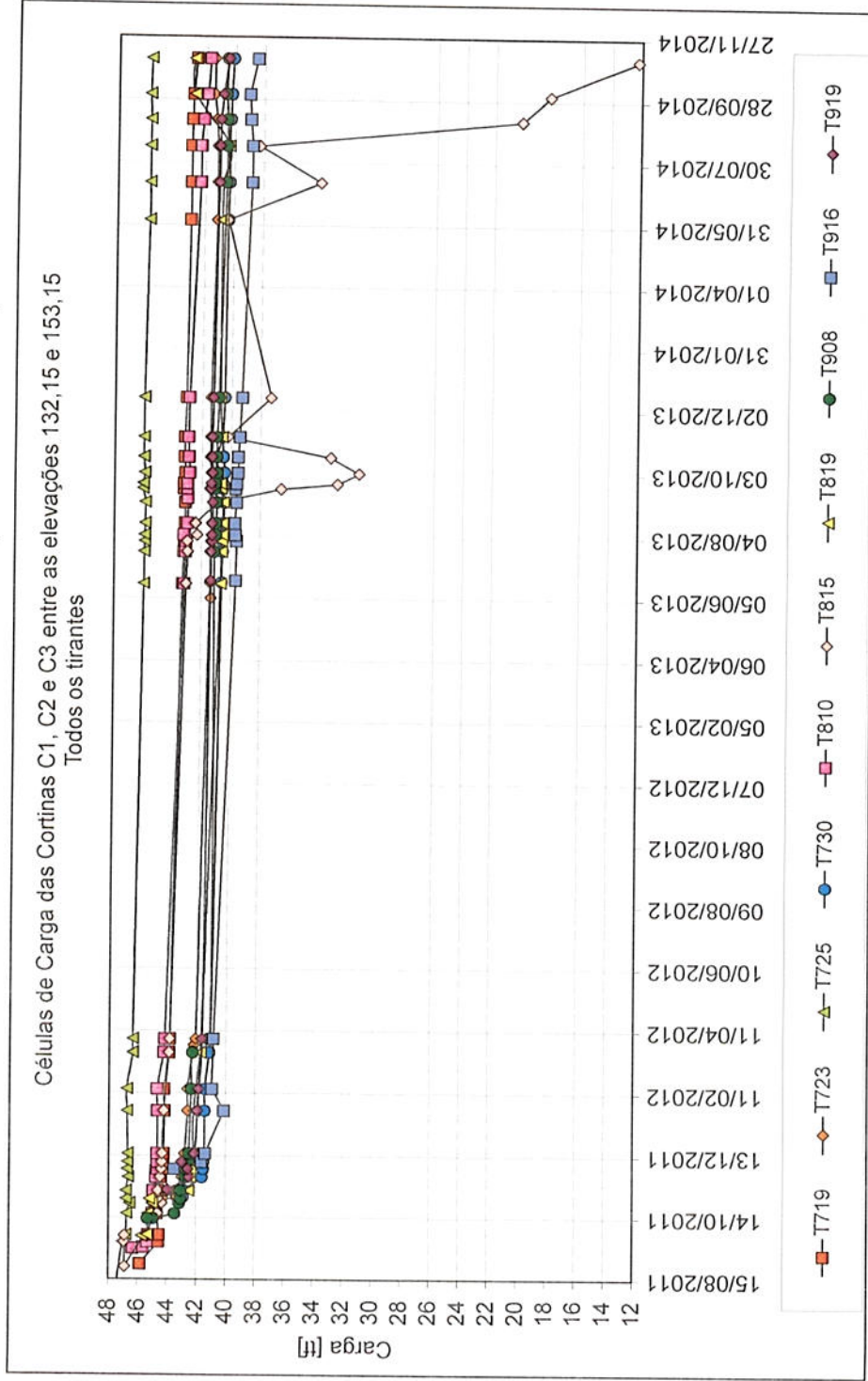


Gráfico 10 - Células de Carga das Cortinas C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Todos os tirantes.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E / DPTO.E	Órgão: DGSE.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	23/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

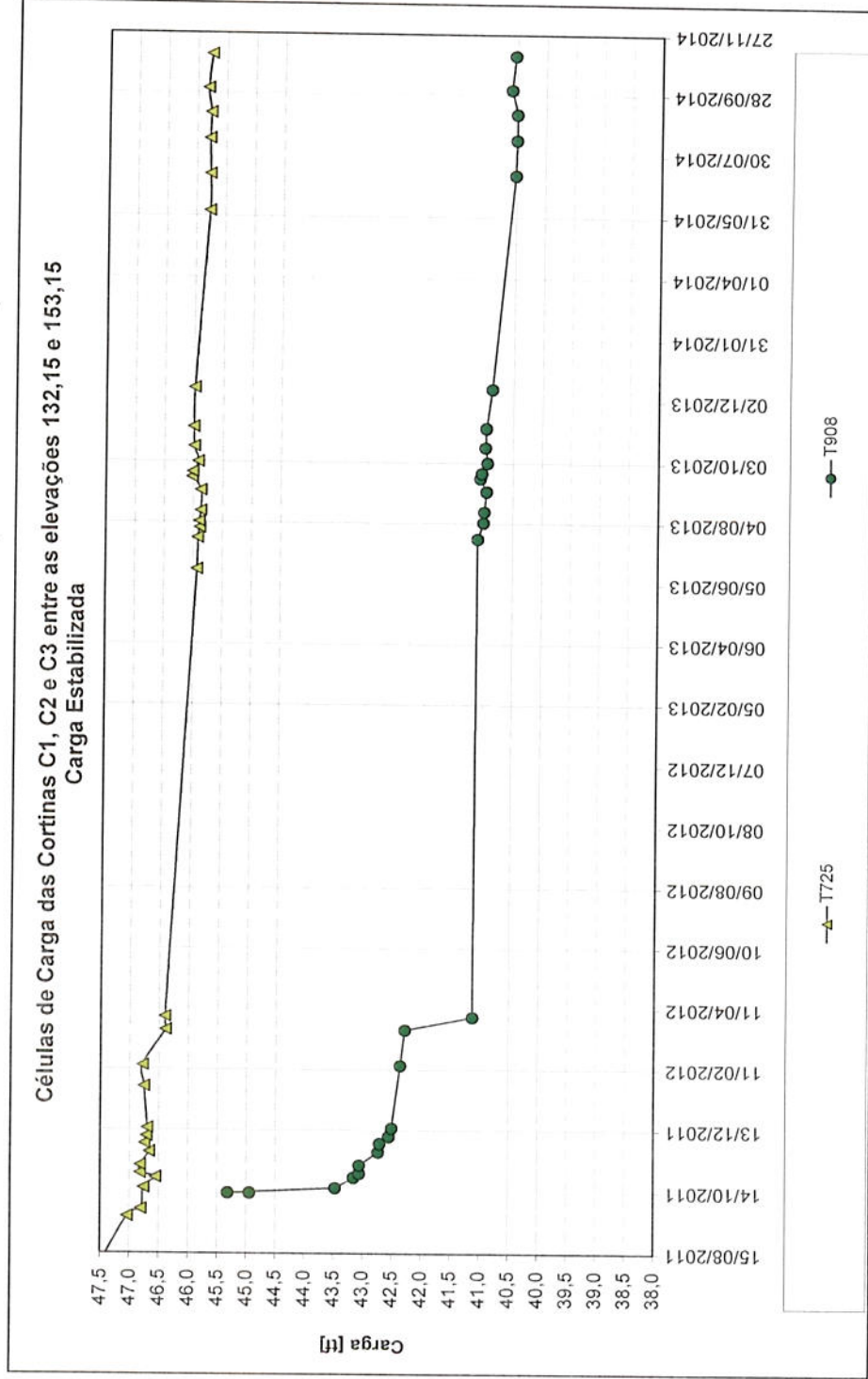


Gráfico 11 - Células de Carga das Cortinas C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Carga Estabilizada.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	24/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

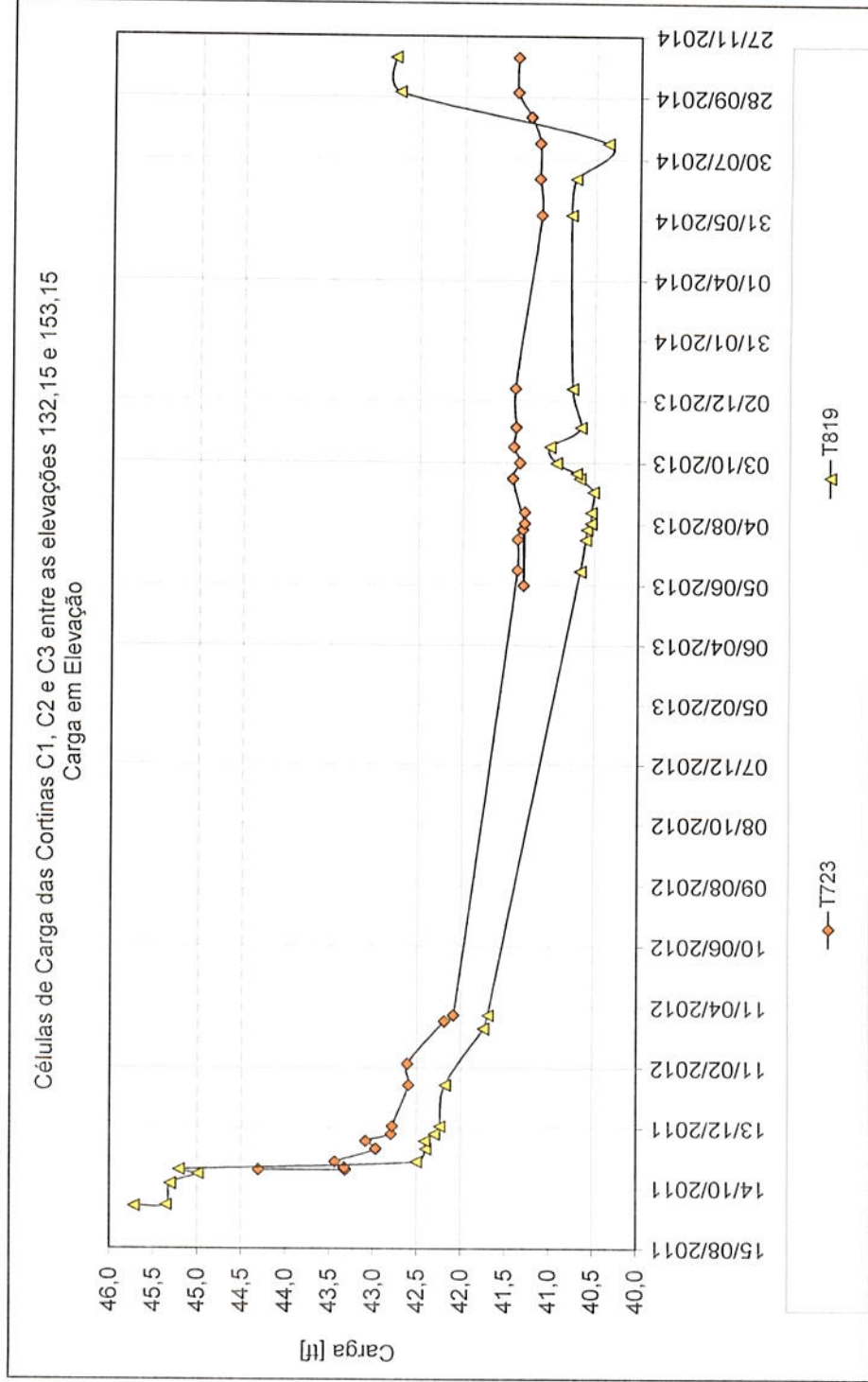


Gráfico 12 - Células de Carga das Cortinas C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Carga em Elevação.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	25/70

Assunto	REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL Nº	GEC.E.054.2014	Data de Emissão	08/12/2014
---------	--------------------------------------------	-------	----------------	-----------------	------------

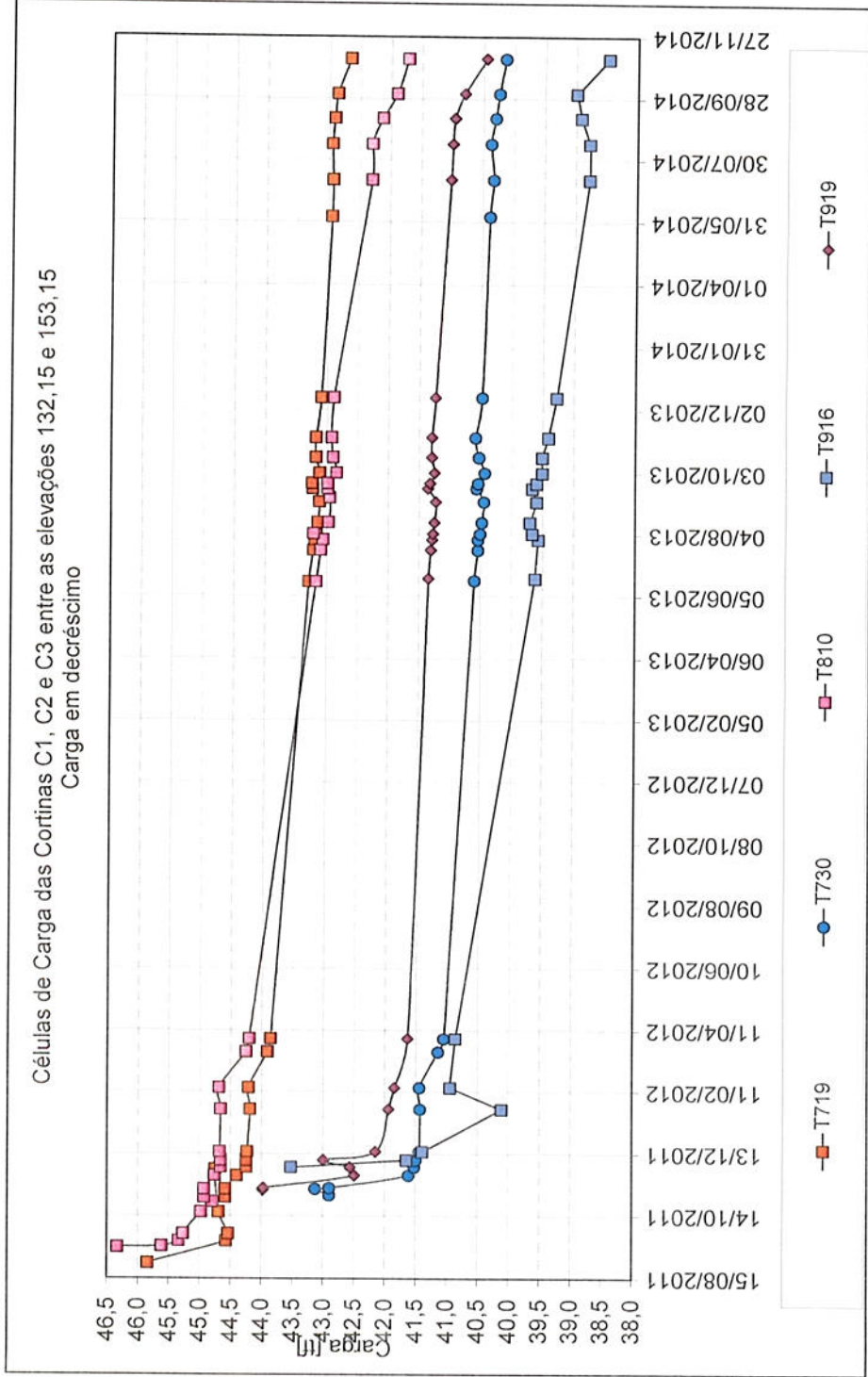


Gráfico 13 - Células de Carga das Cortinas C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Carga em Decréscimo.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	26/70

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

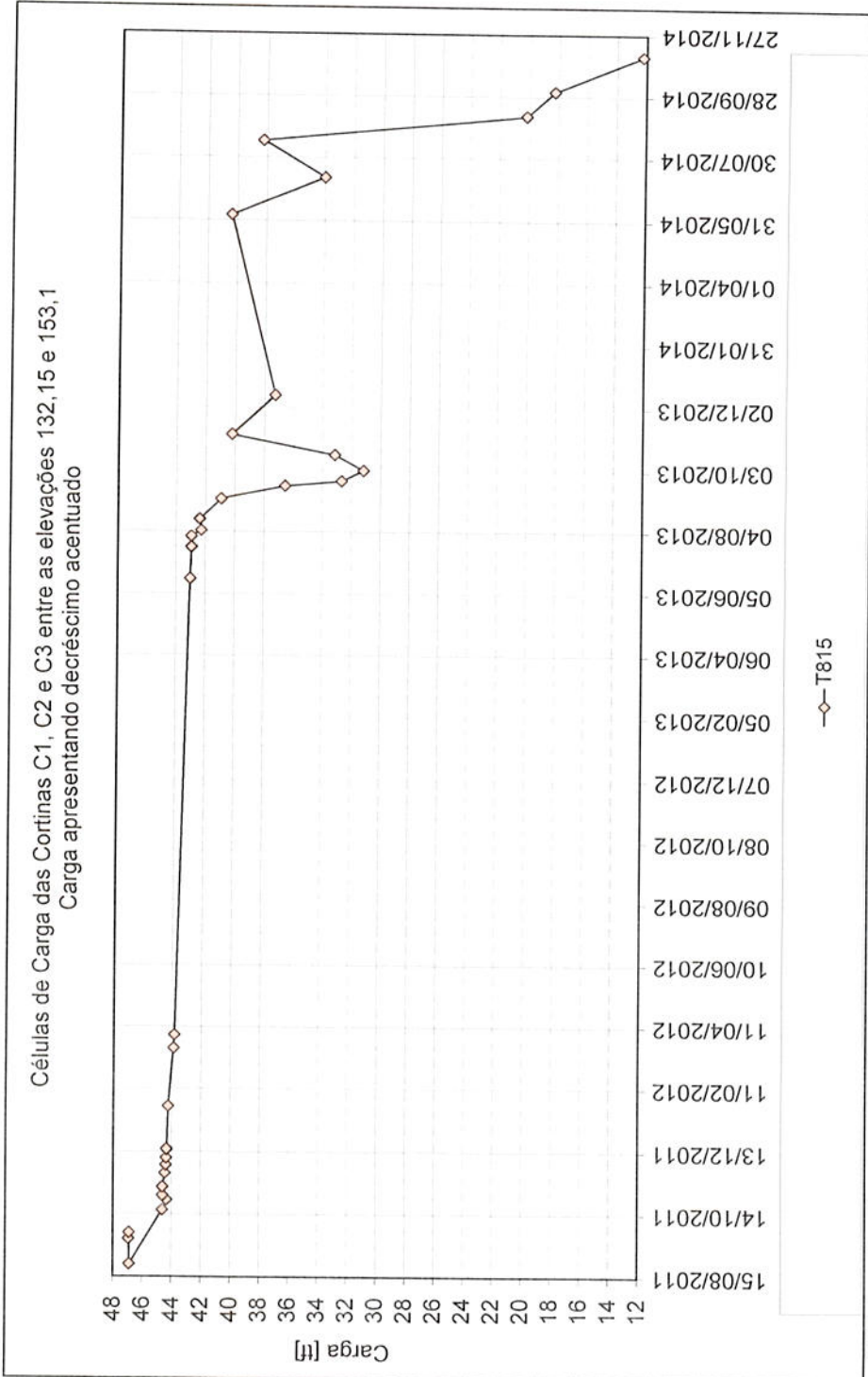


Gráfico 14 - Células de Carga das Cortinas C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15 – Carga em Decréscimo Acentuado.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	27/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL N°
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

I.2.3.1.2. Elevações entre 153 e 160 - Cortina

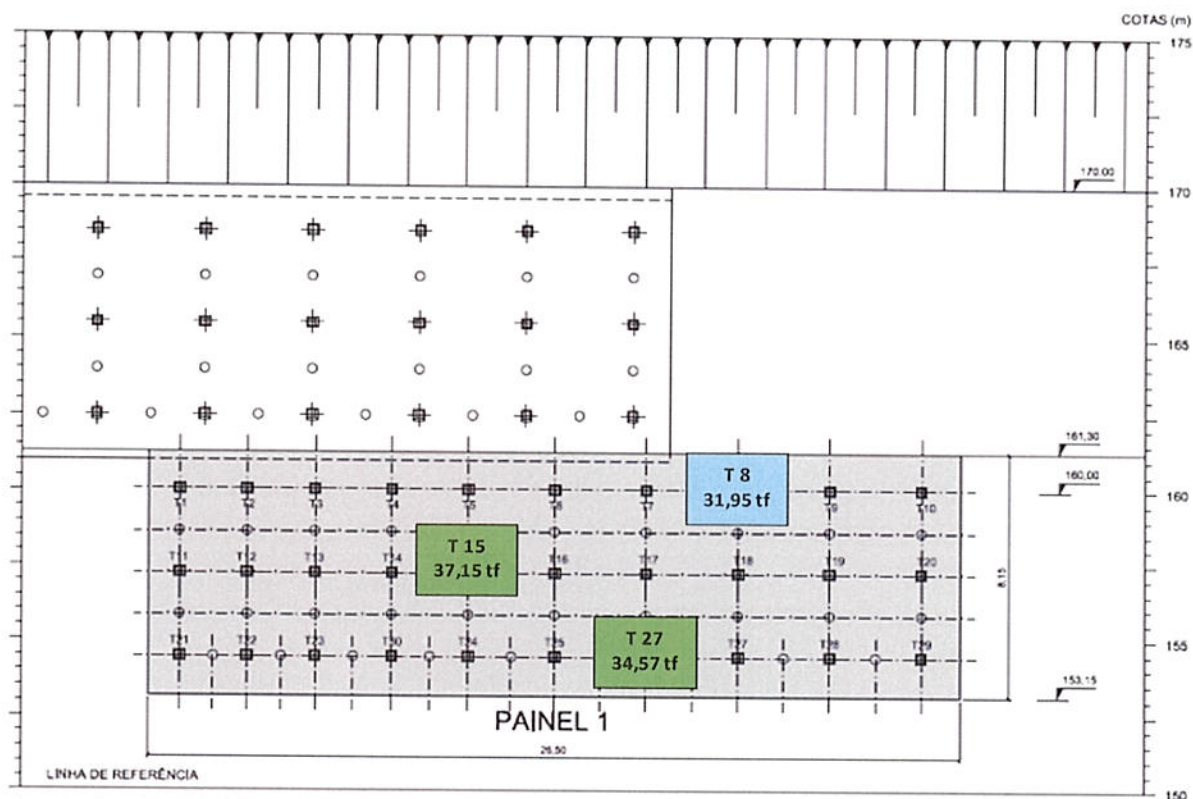


Figura 7 – Imagem da Cortina entre as elevações entre 153 e 160.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tirante	1								T 8		
Carga [tf]									31,95		
Tirante	2					T 15					
Carga [tf]						37,15					
Tirante	3							T 27			
Carga [tf]									34,57		
		Carga Estabilizada									
		Carga em Decréscimo									
		Carga em Elevação									
		Carga apresentado decréscimo acentuado									

Figura 8 – Esquema da Cortina entre as elevações entre 153 e 160.

Assunto
 REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL N°
 GEC.E.054.2014

Data de Emissão
 08/12/2014

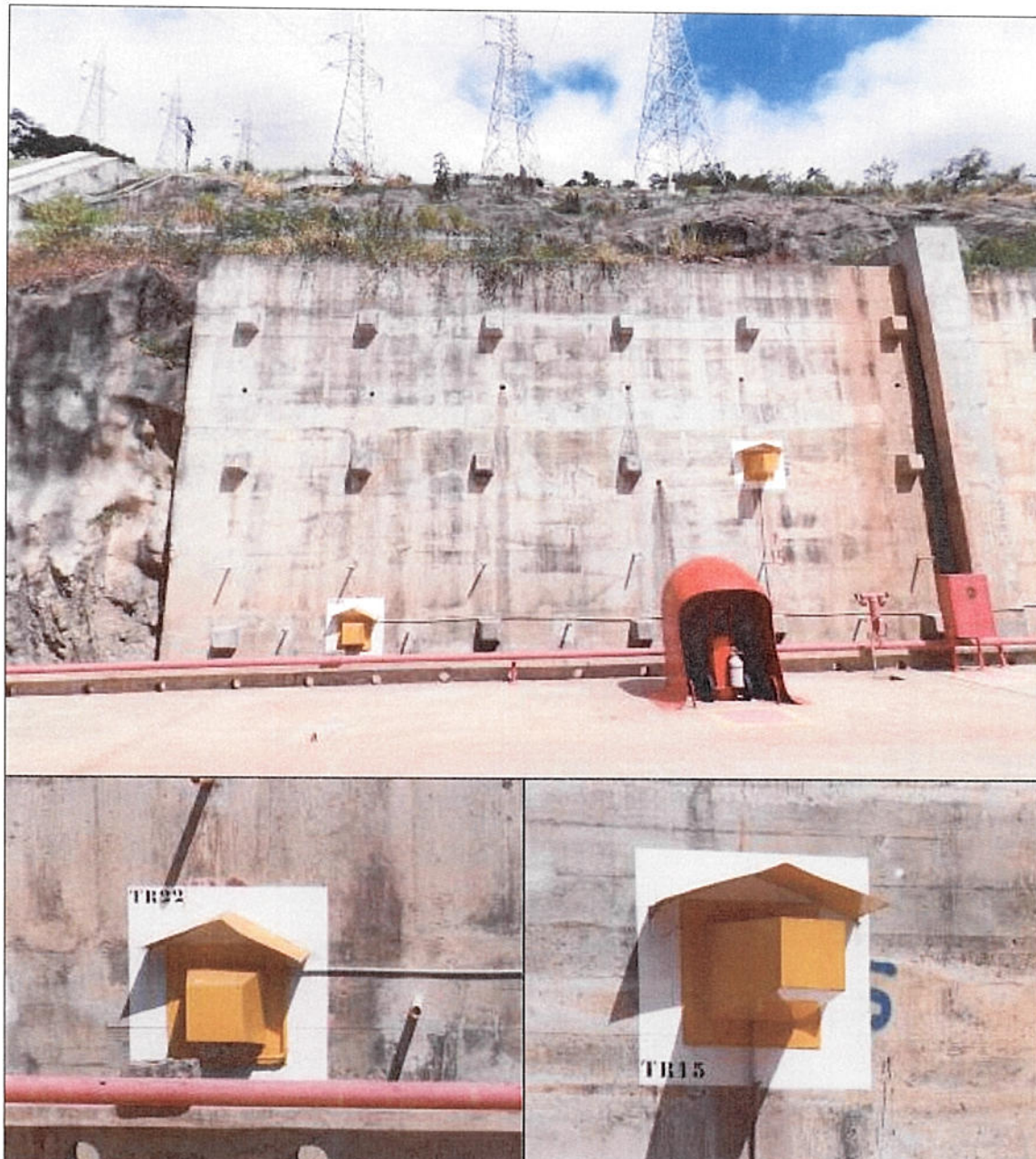


Figura 9 - Elevações entre 153 e 160 – Cortina que contém as células de carga TR22 e TR15.

Assunto
 REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
 GEC.E.054.2014

Data de Emissão
 08/12/2014

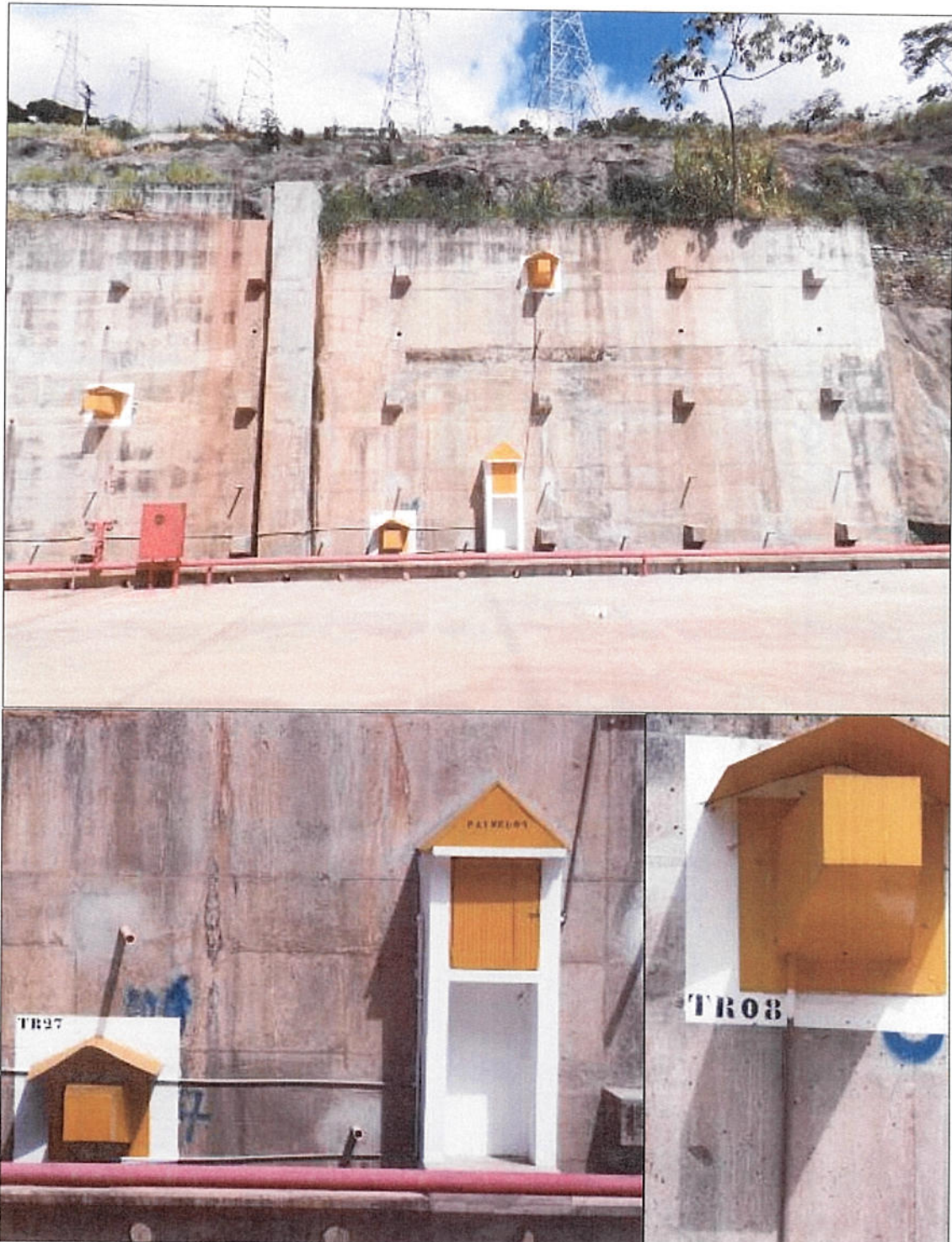


Figura 10 - Elevações entre 153 e 160 – Cortina que contém as células de carga TR08 e TR27.

Visto por
 Órgão: DGSEB.E / DPTO.E

Responsável pelo Conteúdo
 Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
 08/12/2014

Revisão
 00

Página
 30/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	30	24	25	26	27	28	29

Cortina entre as elevações 153,15 e 160,00

Figura 11 – Desenho esquemático da Cortina entre as elevações 153,15 e 160,00.

Apesar de parecer que no tirante T22 há uma célula de carga, a informação que consta na planilha de aquisição de dados é que a célula de carga deste local não teria sido instalada.

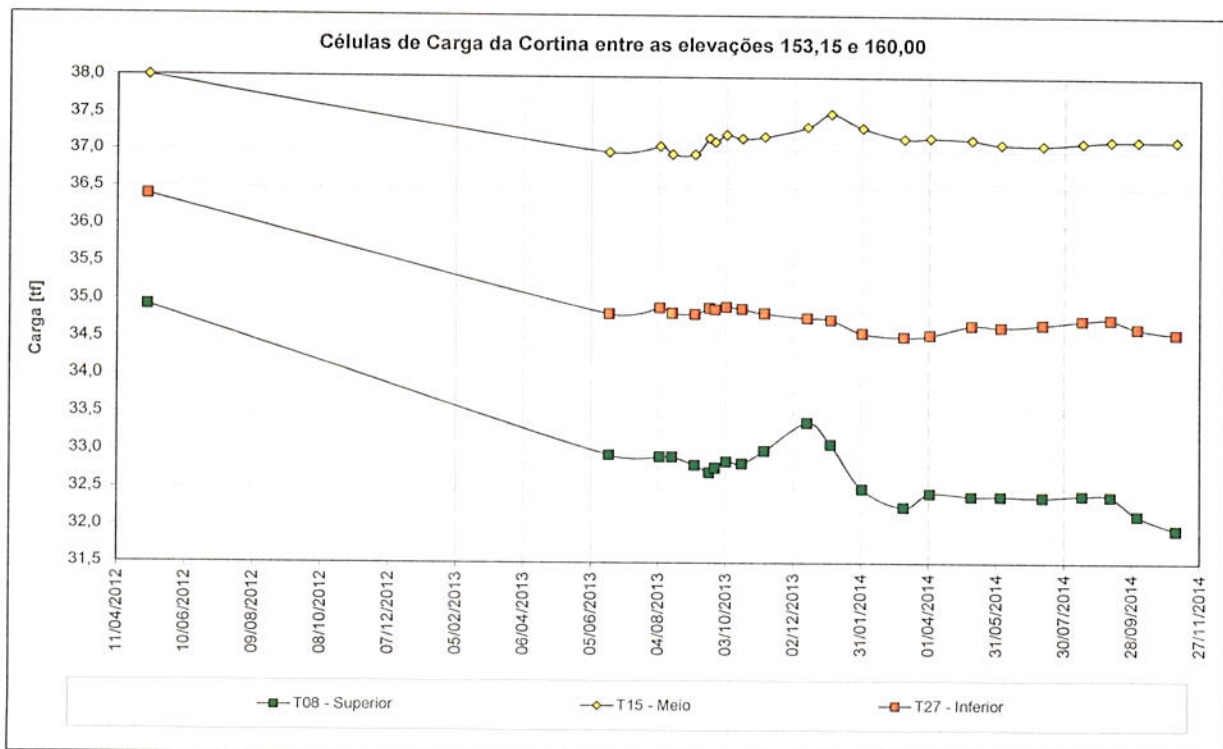


Gráfico 15 – Células de Carga da Cortina entre as elevações 153,15 e 160,00.

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

Com relação às Células de Carga da Cortina entre as elevações 153,15 e 160,00 temos a informar que apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 32 e 38 tf.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E / DPTO.E	Órgão: DGSE.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	32/70

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL Nº GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

I.2.3.1.3. Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1

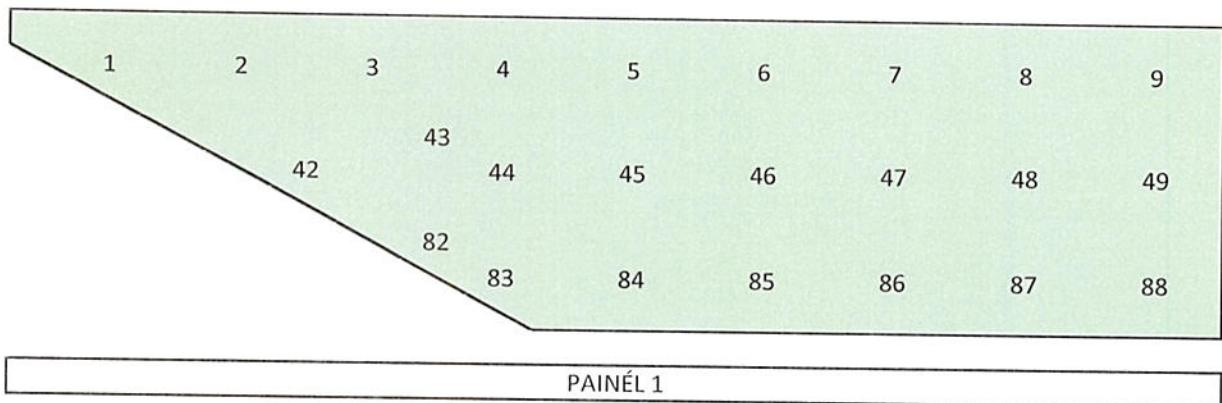


Figura 12 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 1.

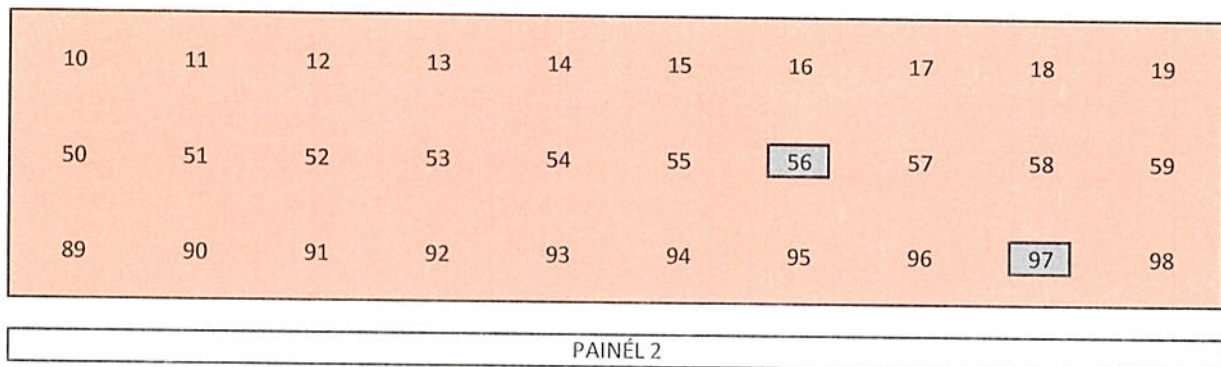


Figura 13 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 2.

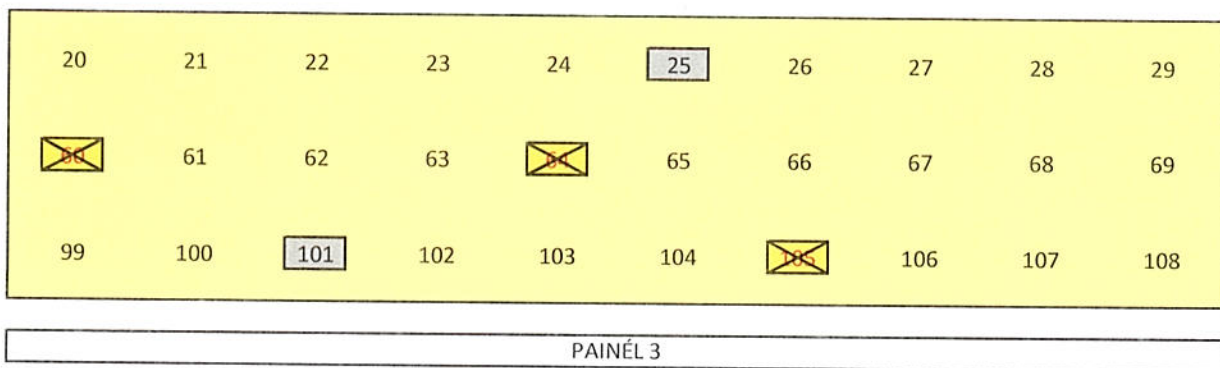


Figura 14 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 3.

Visto por Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 33/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	-----------------

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL Nº GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

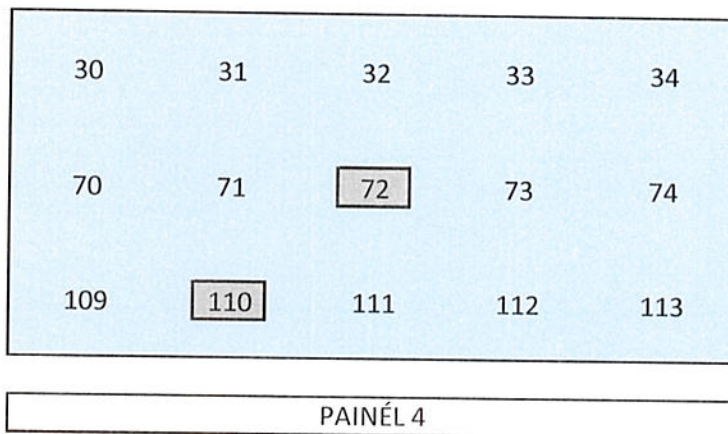


Figura 15 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 4.

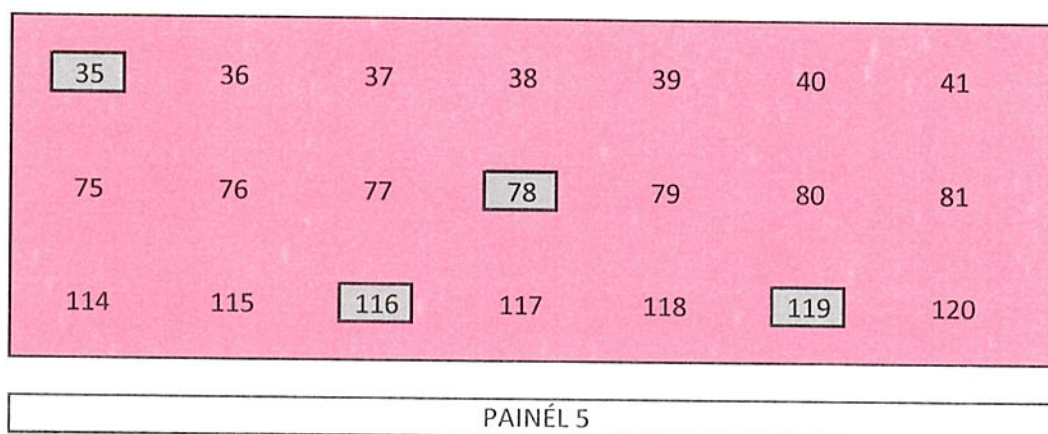


Figura 16 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 5.

Com relação às Células de Carga da Cortina 1 – Painéis de 1 a 5, temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;
- Destaca-se a baixa carga da célula de carga do tirante 25 da cortina 1, painel 3, com cerca de 26 tf.
- Quanto aos demais instrumentos apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 33 e 41 tf.

Visto por Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 34/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	-----------------

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

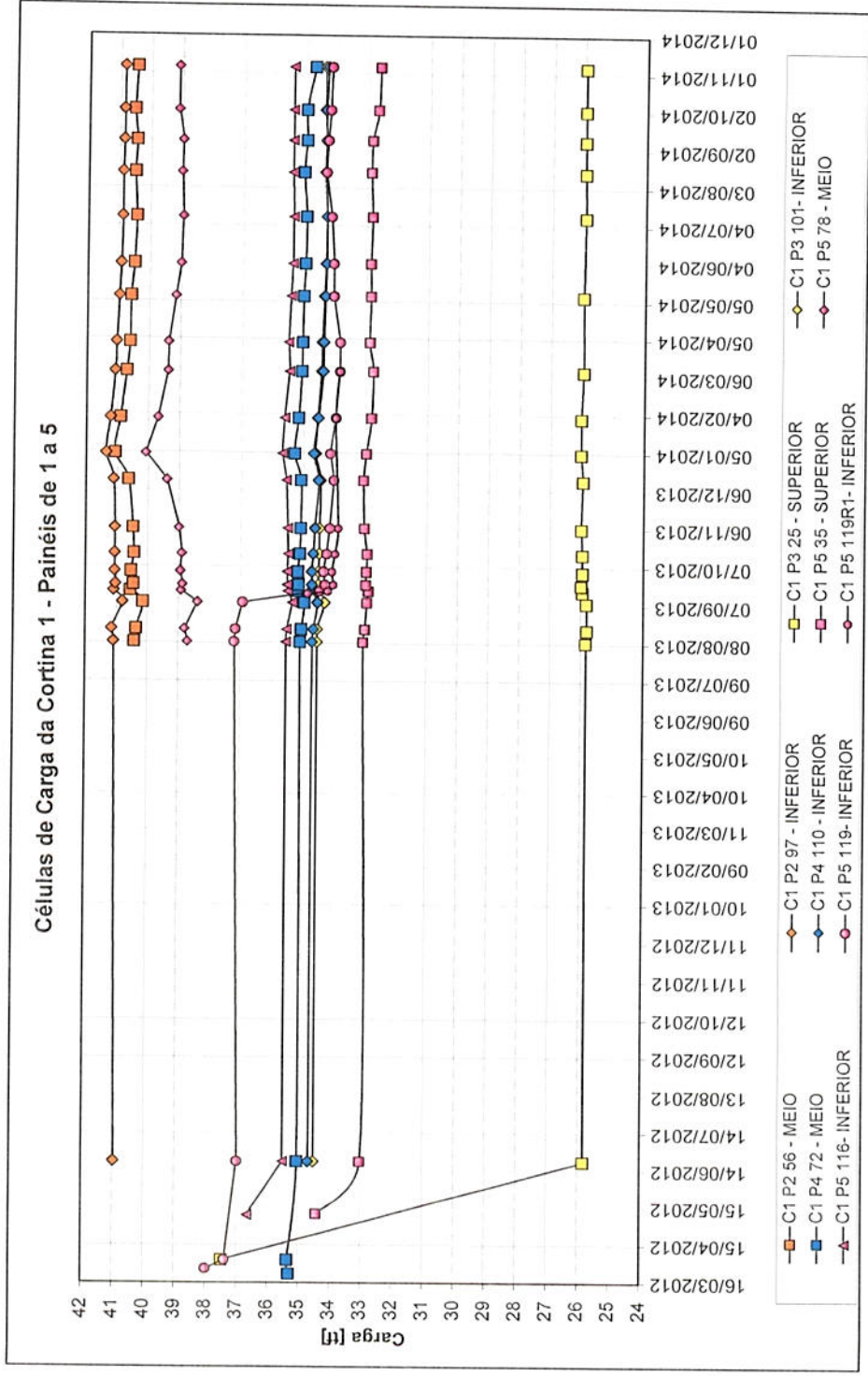


Gráfico 16 – Células de Carga da Cortina 1 – Painéis de 1 a 5.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E / DPTO.E	Órgão: DGSE.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	35/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

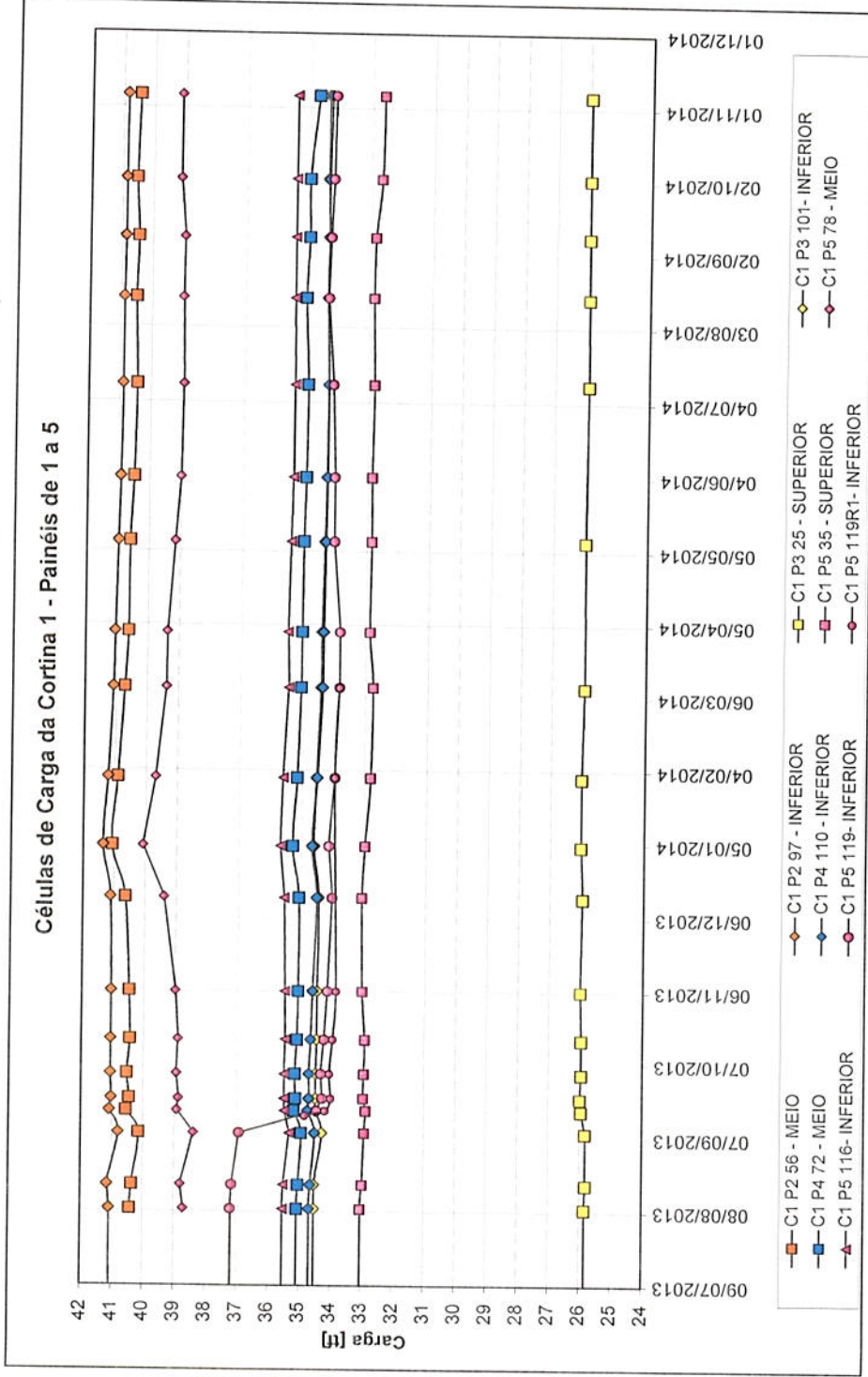


Gráfico 17 – Células de Carga da Cortina 1 – Painéis de 1 a 5.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	36/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

I.2.3.1.3.1. Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Painel 1

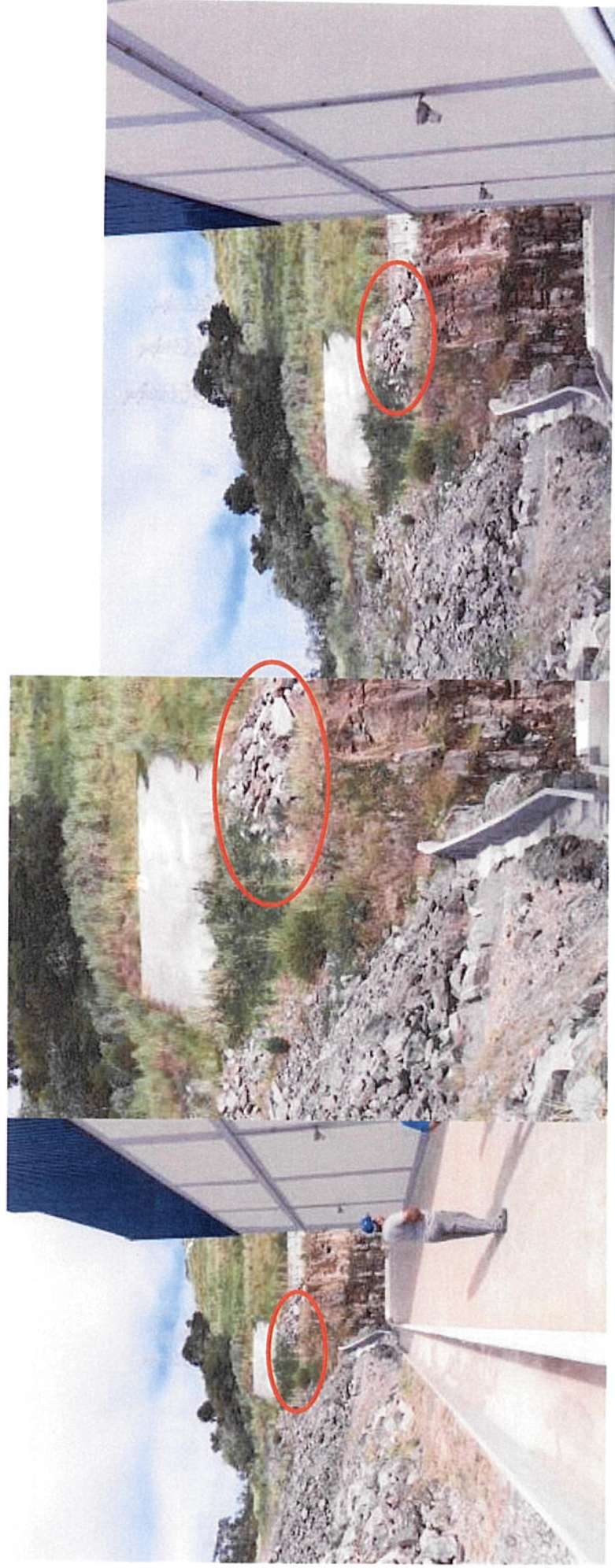


Figura 17 – A denominada Cortina 1 – Painel 1 sofreu recalques que inviabilizaram a re-protensão dos tirantes nela existentes. Dessa forma a ENGEVIX projetou uma contenção em enrocamento à jusante da cortina, além da instalação de tirantes adicionais acima da elevação 170 de modo a garantir / restabelecer a estabilidade da região.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	37/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

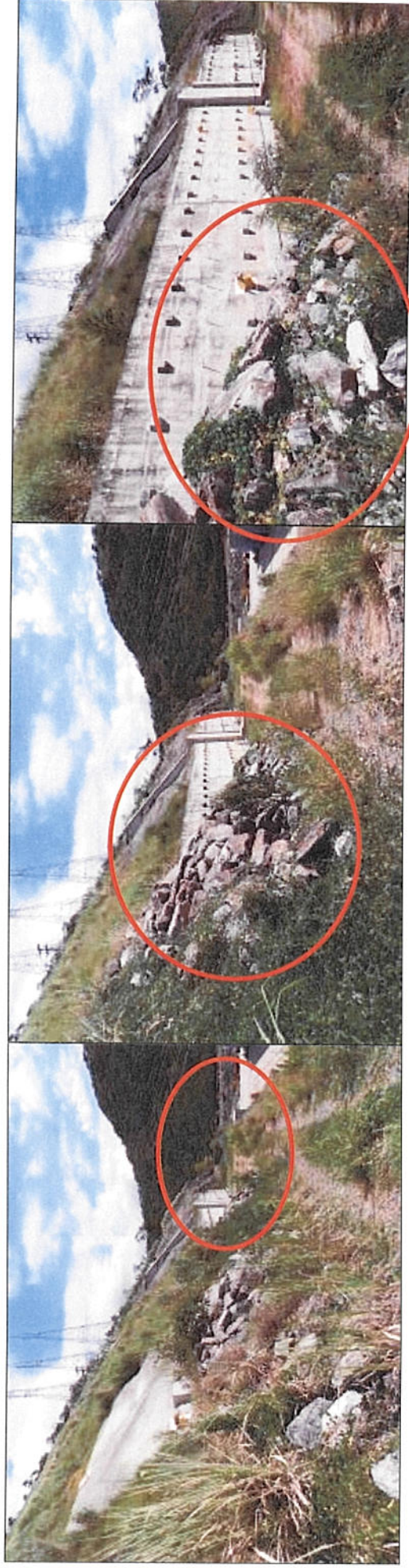


Figura 18 – A denominada Cortina 1 – Painel 1 sofreu recalques que inviabilizaram a re-protensão dos tirantes nela existentes. Dessa forma a ENGEVIX projetou uma contenção em enrocamento à jusante da cortina, além da instalação de tirantes adicionais acima da elevação 170 de modo a garantir / restabelecer a estabilidade da região.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	00	38/70
		Data da Revisão	
		08/12/2014	

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

I.2.3.1.3.2. Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Painel 2



Figura 19 – Parte da Cortina 1 – Painel 2 também foi contida com enrocamento. A carga desse painel é monitorada pela célula de carga TR56.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	39/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

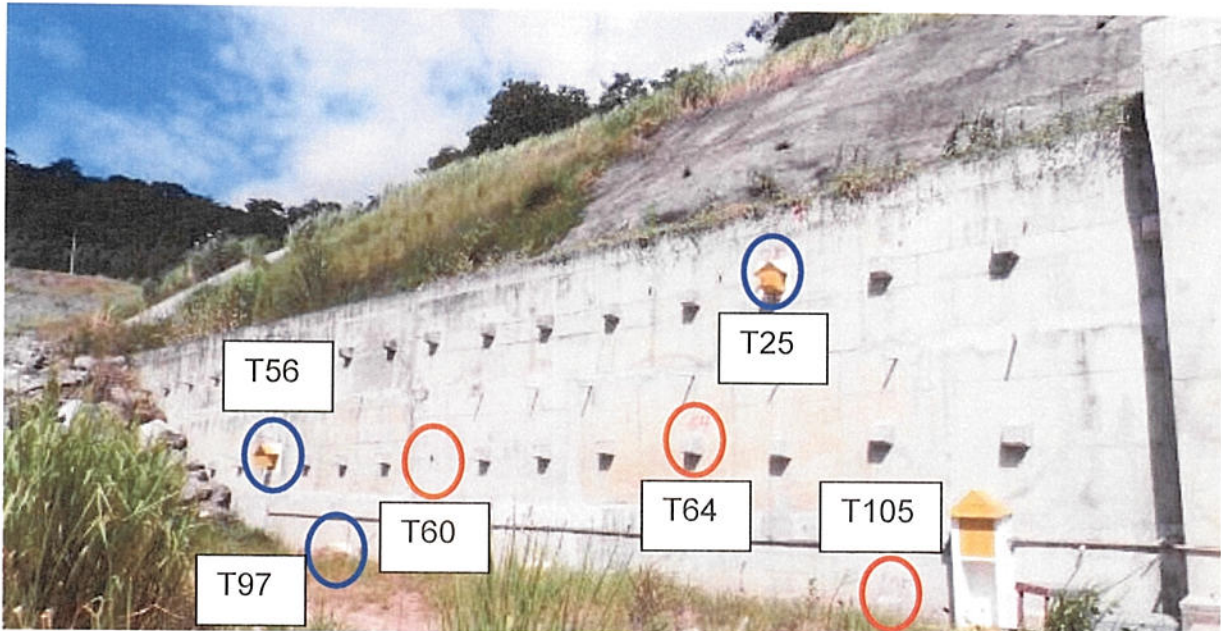


Figura 20 – Parte da Cortina 1 – Painéis 2 e 3.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98

PAINÉL 2

Figura 21 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 2.

Visto por
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
40/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL N°
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

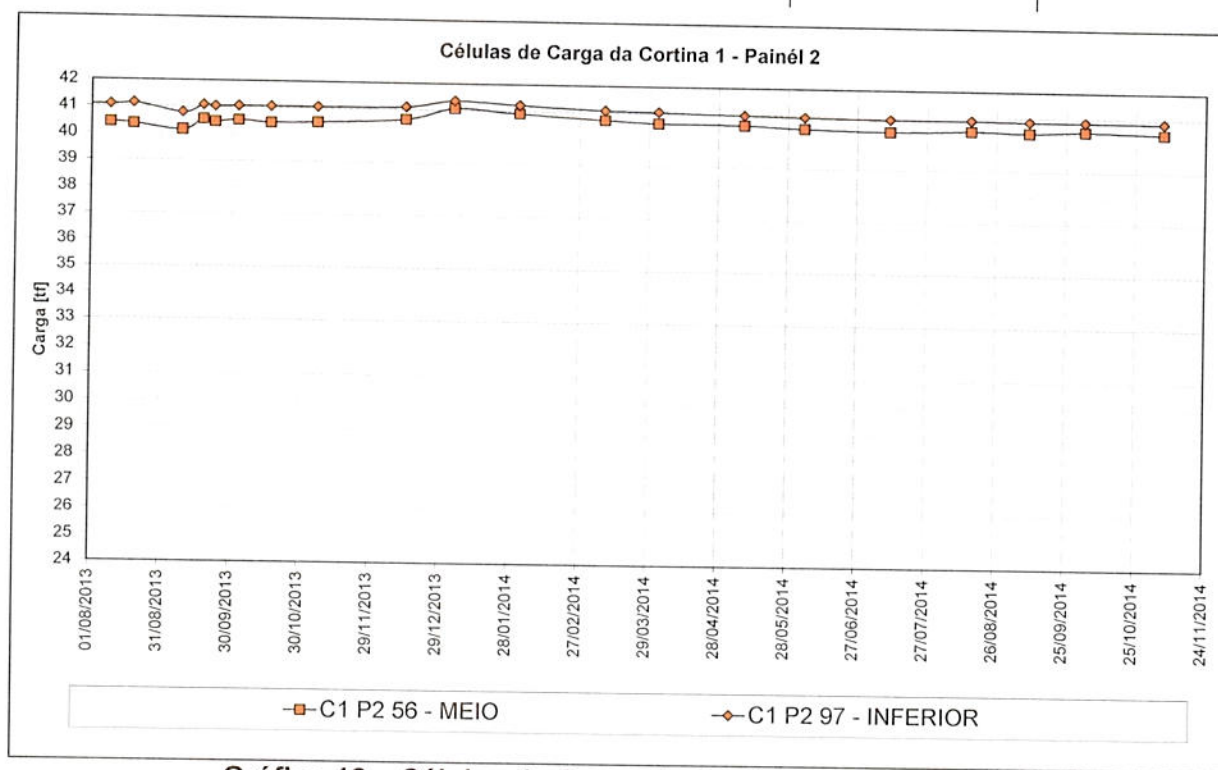


Gráfico 18 – Células de Carga da Cortina 1 – Painel de 2.

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 2, temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;
- As duas células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 40 e 41 tf.

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

1.2.3.1.3.3. Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Painel 3

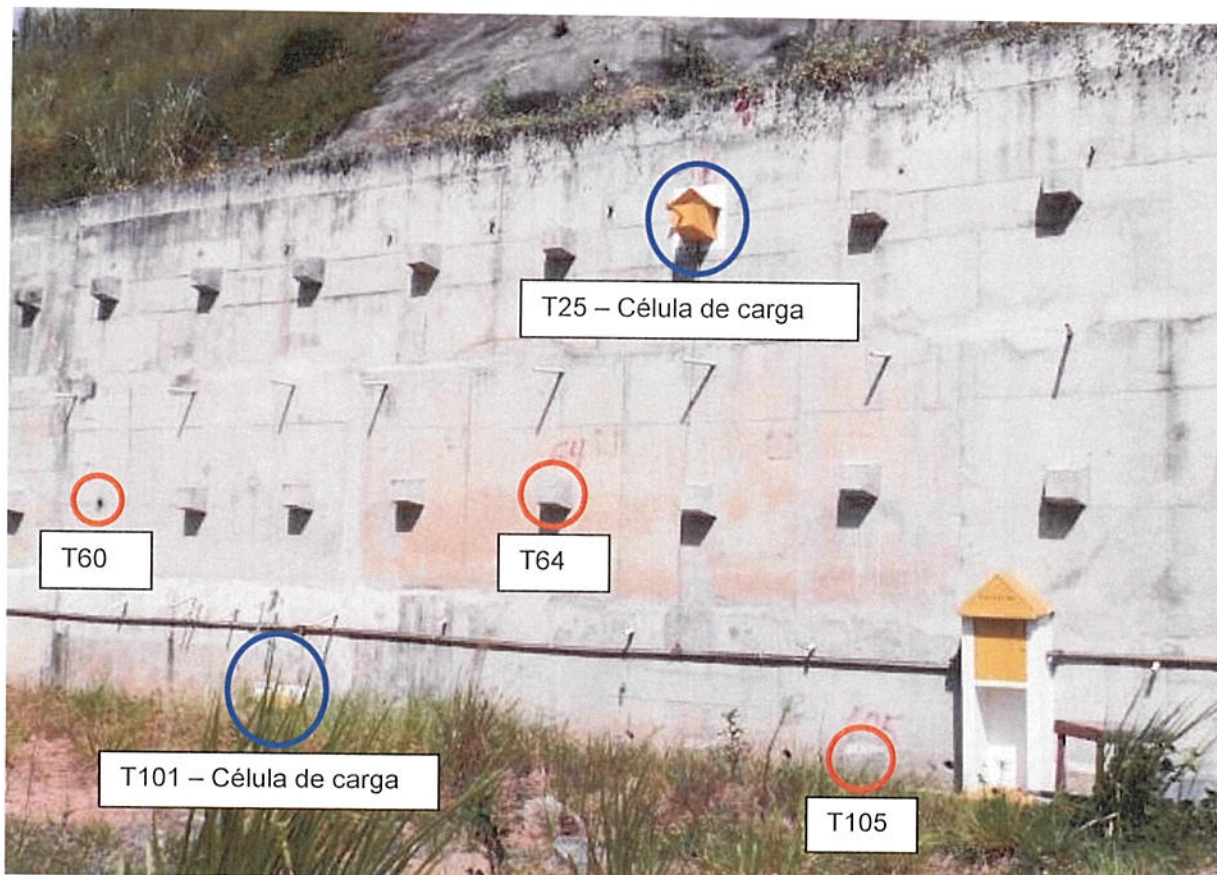


Figura 22 –

A Nota Técnica NT GEC.E.013.2014 de 28/04/2014 e o Relatório de Inspeção Técnica RIT GEC.E.017 de 28/04/2014 complementam o presente Relatório de Estudo de Comportamento (REC GEC.E.054 de 08/12/2014), onde são apresentados estudos de estabilidade, objetivando responder ao questionamento da CONSTRUÇÃO (GCL.E) sobre a necessidade de incorporação de carga de três tirantes que não foram executados. Sobre a questão, complementamos: (1) O painel 3 da cortina 1 possui 30 tirantes, sendo que três encontram-se sem carga, o que por si só equivale a uma redução de 10% na carga ativa do painel. (2) A Engevix, projetista da cortina, já havia sido consultada por FURNAS (GEC.E / DGSB.E) a respeito da supressão dos tirantes e foi enfática ao informar que o Projeto Executivo deve ser executado para garantias ao Fator de Segurança da Cortina e Segurança do Empreendimento. (3) Há de se fazer uma diferenciação entre os três tirantes. Segundo e-mail do GCL.E de 25 de março de 2013, o Tirante T60, que havia sido rompido na luva ao ser re-protendido pelo CCS, com nova luva, não incorporou carga de projeto, apresentando o mesmo comportamento dos tirantes T64 e T105. Com relação aos tirantes T64 e T105, ambos não pegaram carga e foram protendidos com menos de 10 tf. O T60 apresenta-se, inclusive, sem cabeça, totalmente sem carga. (4) Como resultados dos estudos apresentados na Nota Técnica GEC.E.0013.2014 de 28/04/2014, informamos que na cortina 1, painel 3, deverão ser executados três novos tirantes, adjacentes aos mesmos, que devem obrigatoriamente serem aprovados nos ensaios de recebimento. O comprimento de ancoragem dos bulbos deve ser dobrado.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	42/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014



Figura 23 – Cortina 1 – Painel 3: Detalhes.

Visto por
Órgão: DGSB.E / DPTO.E

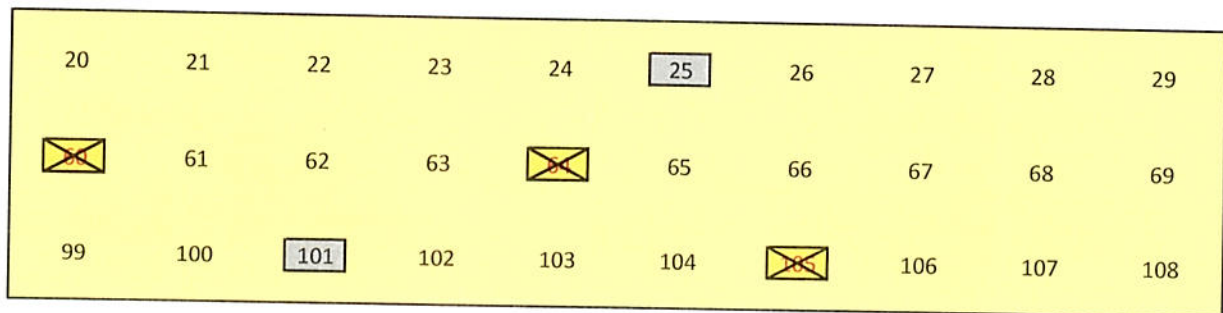
Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
43/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014



PAINÉL 3

Figura 24 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 3.

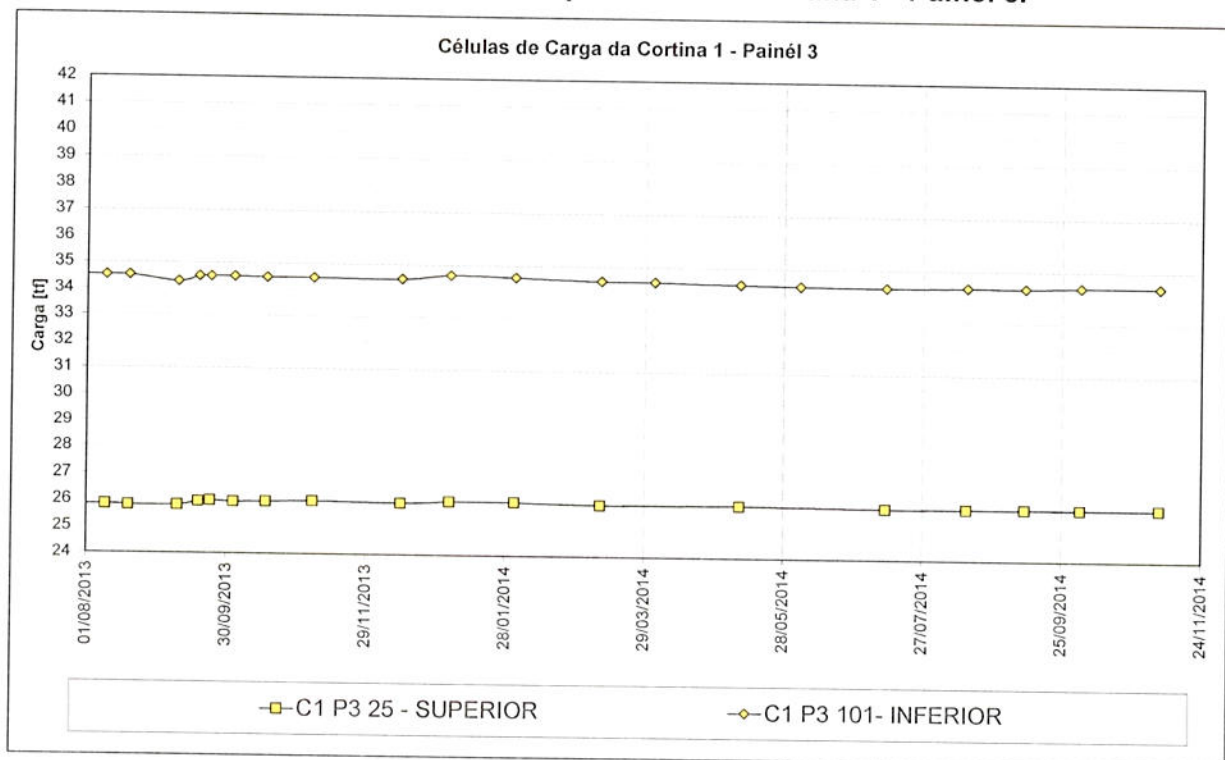


Gráfico 19 – Células de Carga da Cortina 1 – Painel de 3.

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 3, temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;
- A célula de carga T101 apresenta comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas em 34,4 tf (T101).
- A baixa carga verificada na célula de carga do tirante T25 (26 tf) pode-se dever a uma rotação da cortina que faz com que haja uma diminuição da carga dos tirantes superiores e um aumento de carga dos tirantes das linhas inferiores, como função do déficit de carga de 10% em todo o painel 3 pela ausência de carga nos tirantes T60, T64 e T105.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	44/70

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL N° GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

I.2.3.1.3.4. Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Painéis 4 e 5

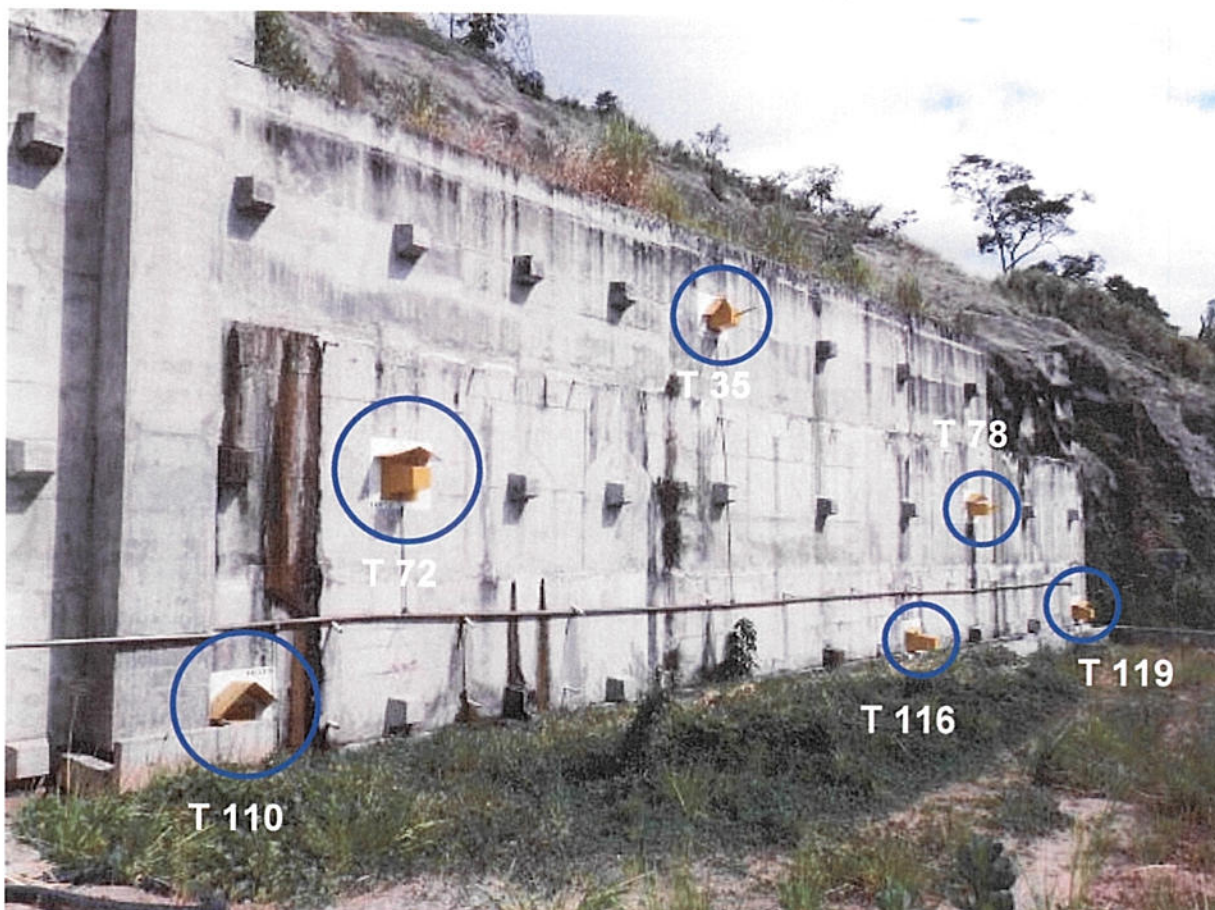


Figura 25 - Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Painéis 4 e 5.

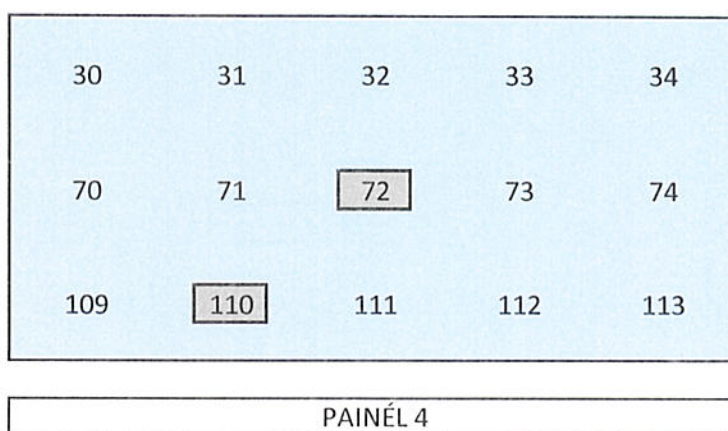


Figura 26 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 4.

Visto por Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 45/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	-----------------

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

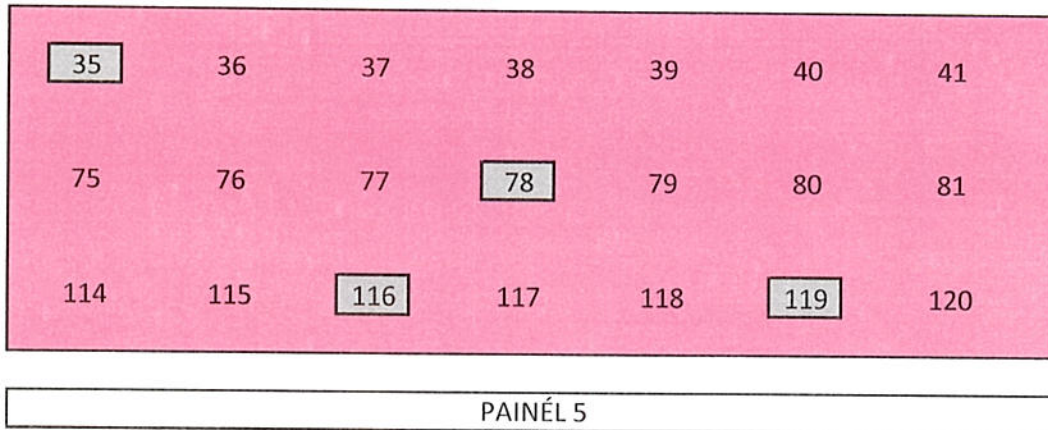


Figura 27 – Desenho esquemático da Cortina 1 - Painel 5.

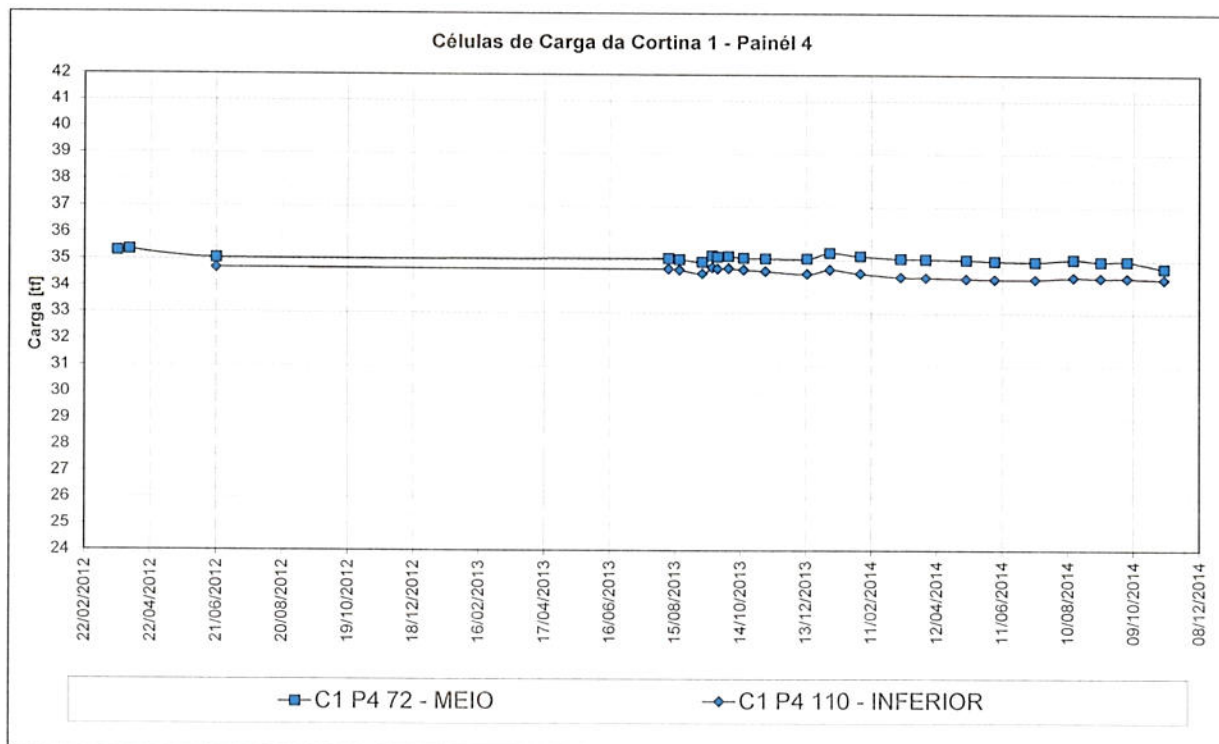


Gráfico 20 – Células de Carga da Cortina 1 – Painel de 4.

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 4, temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

- As duas células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 34 e 35 tf.

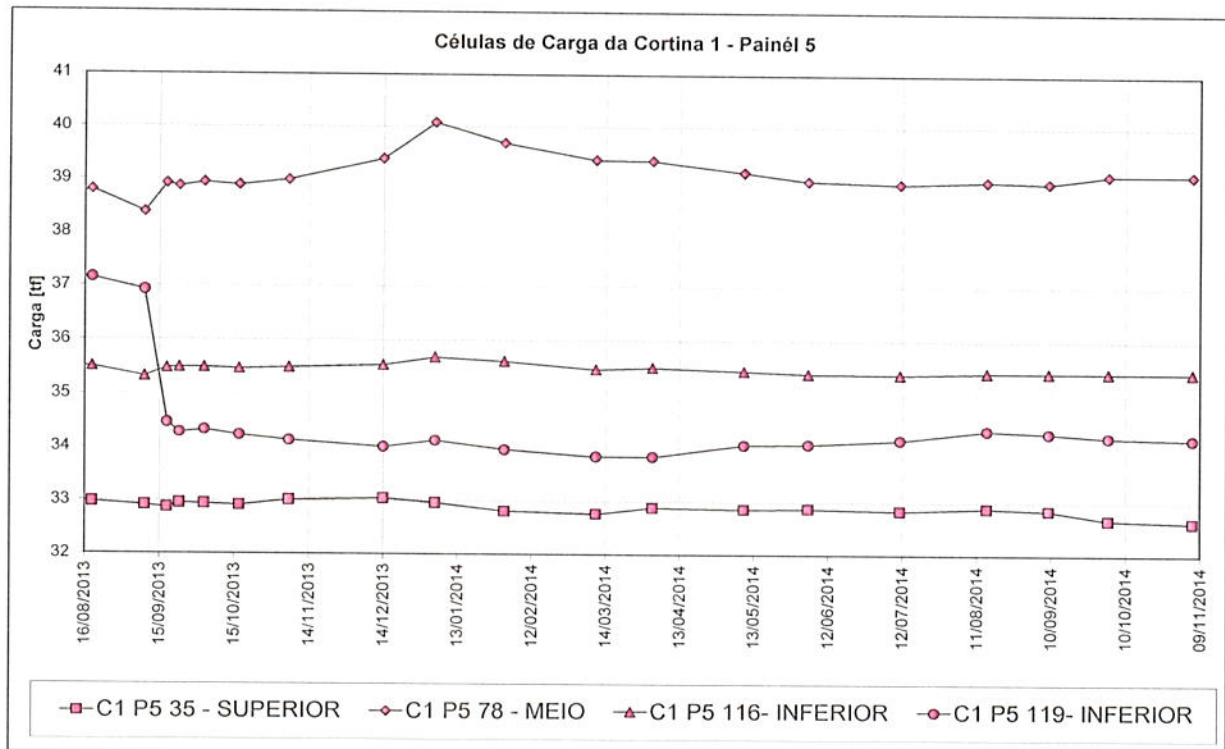


Gráfico 21 – Células de Carga da Cortina 1 – Painel de 5.

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 5, temos a informar:

- O T119 apresentou um acréscimo de carga entre 9/09/2013 e 18/09/2013 e desde então as leituras tem-se mantido estáveis em aproximadamente 34 tf;
- As demais células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 32 e 39 tf.

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

I.2.3.1.4. Elevações acima da 170.

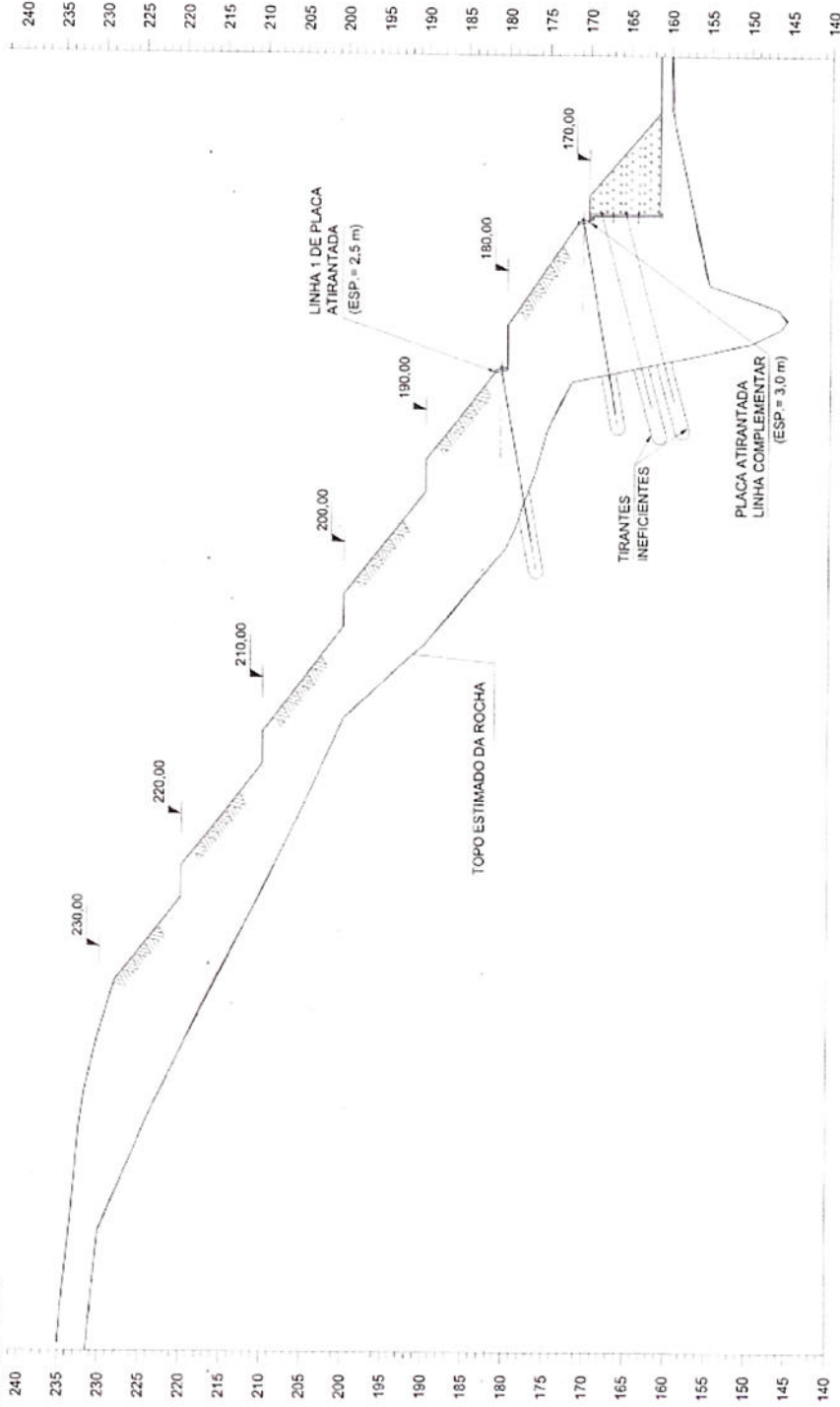


Figura 28 – Elevações superiores a 170: Reforço da estabilização na seção da Cortina 1 painel 1.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	48/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

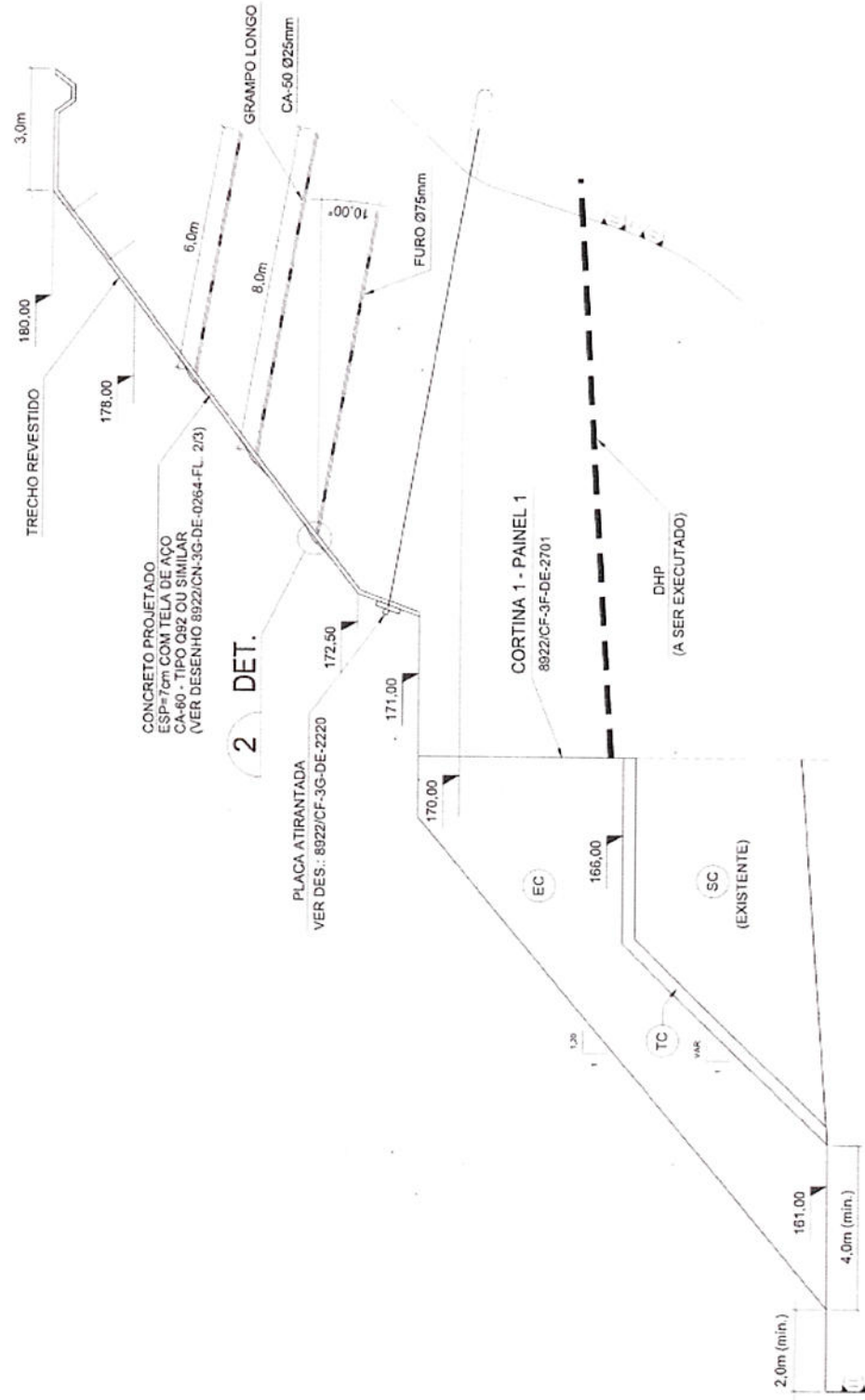


Figura 29 – Elevações superiores a 170: Reforço da estabilização na seção da Cortina 1 painel 1.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	49/70

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

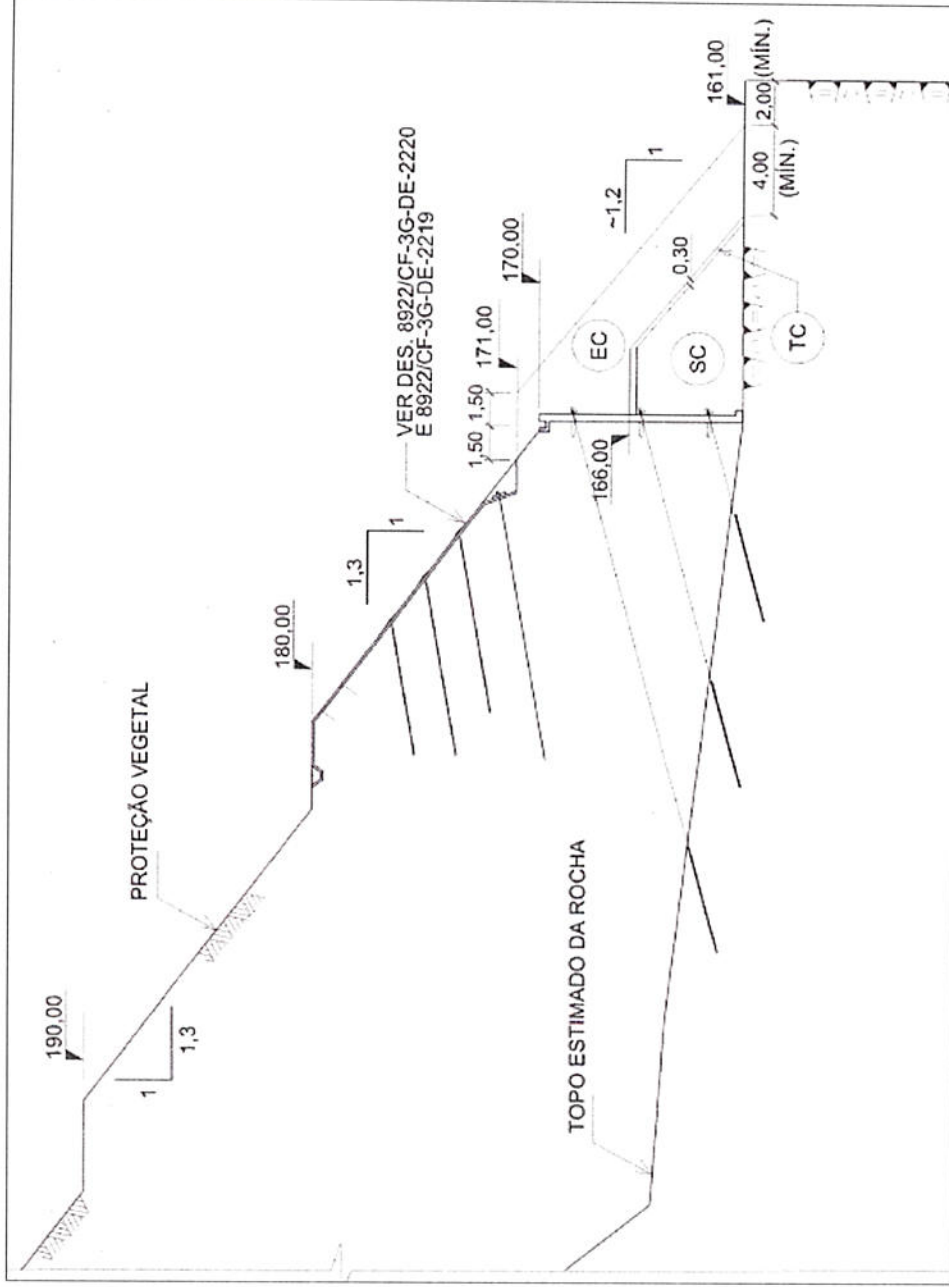


Figura 30 – Elevações superiores a 170: Reforço da estabilização na seção da Cortina 1 painel 1.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	50/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

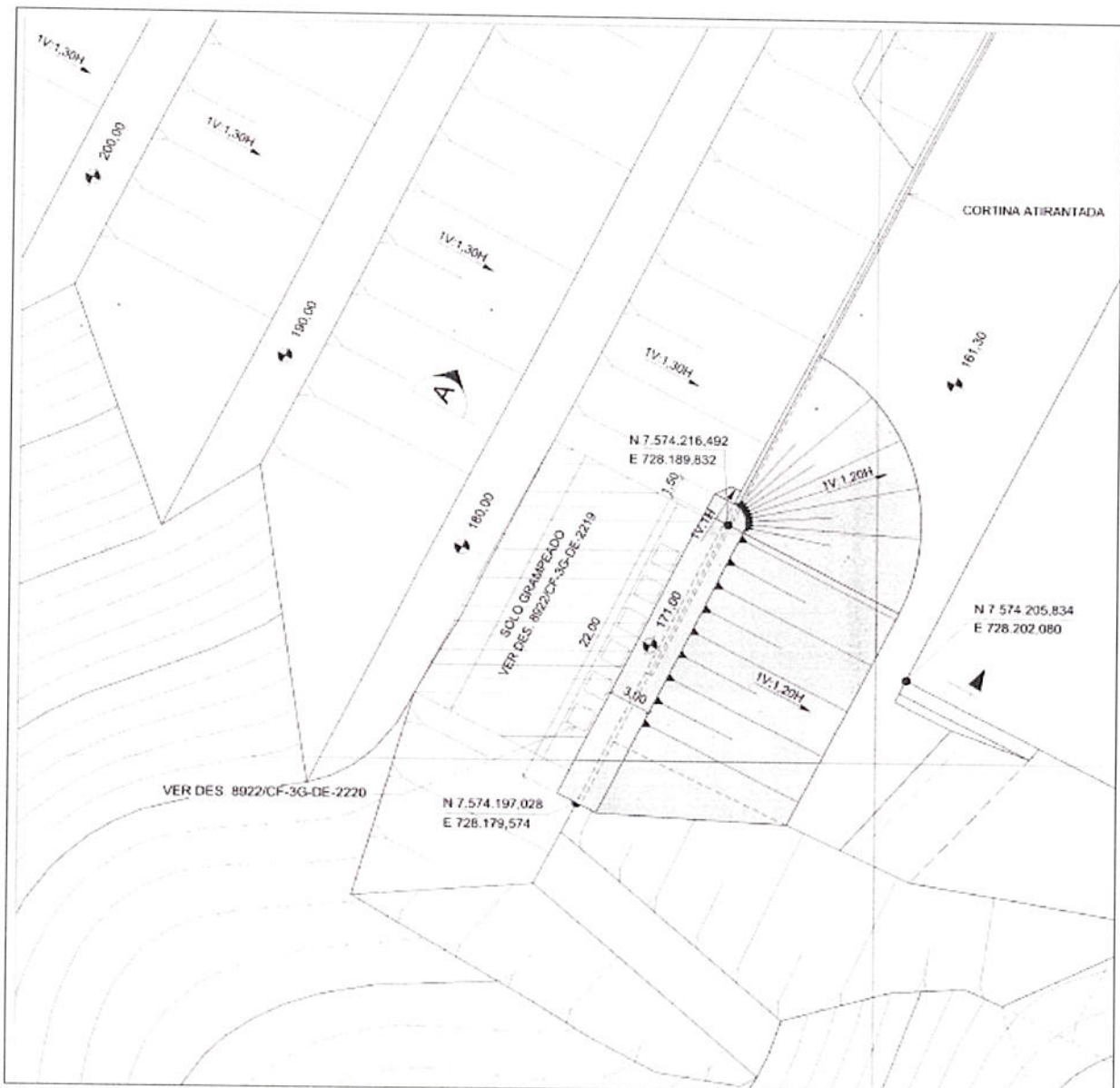


Figura 31 – Elevações superiores a 170: Reforço da estabilização na seção da Cortina 1 painel 1.

Visto por
Órgão: DGSB.E / DPTO.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
08/12/2014

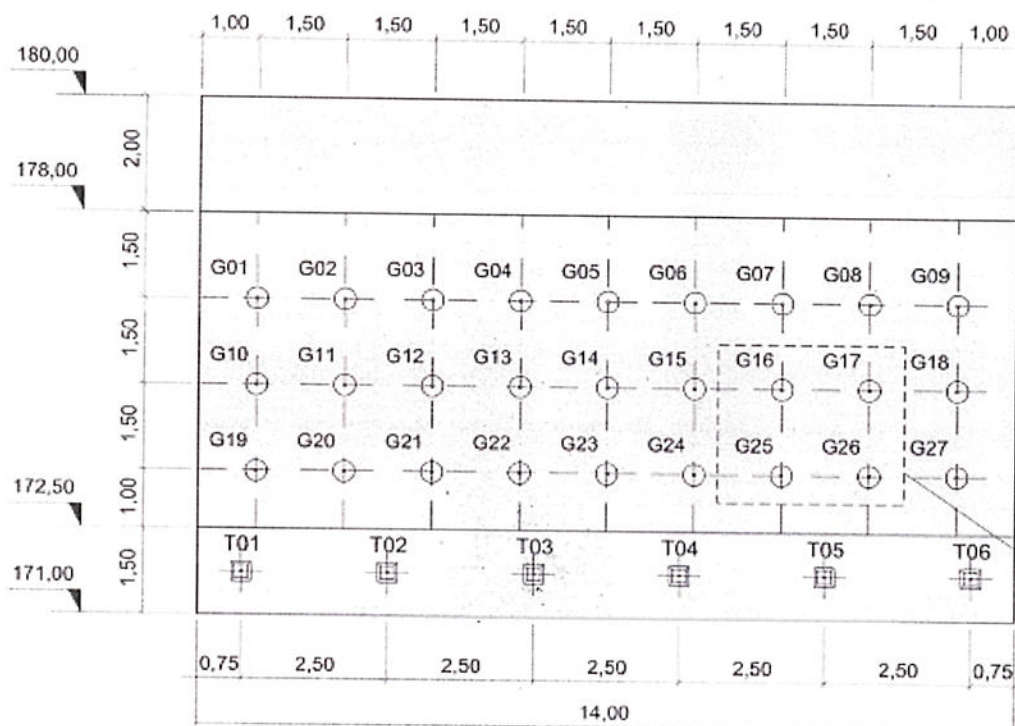
Revisão
00

Página
51/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL N°
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014



VISTA FRONTAL (TRECHO GRAMPEADO)

1:100

Figura 32 – Elevações superiores a 170: Reforço da estabilização na seção da Cortina 1 painel 1.

Com relação às Células de Carga das Placas atirantadas acima da elevação 170, temos a informar:

- Todas as células de carga apresentam redução de tensão desde o 16/06/2013 data do reinício do monitoramento. A máxima redução observada é da ordem de 2,6 tf para o tirante 14 e de 3,9 tf para o tirante 6;
- As células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 27 e 46 tf.

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

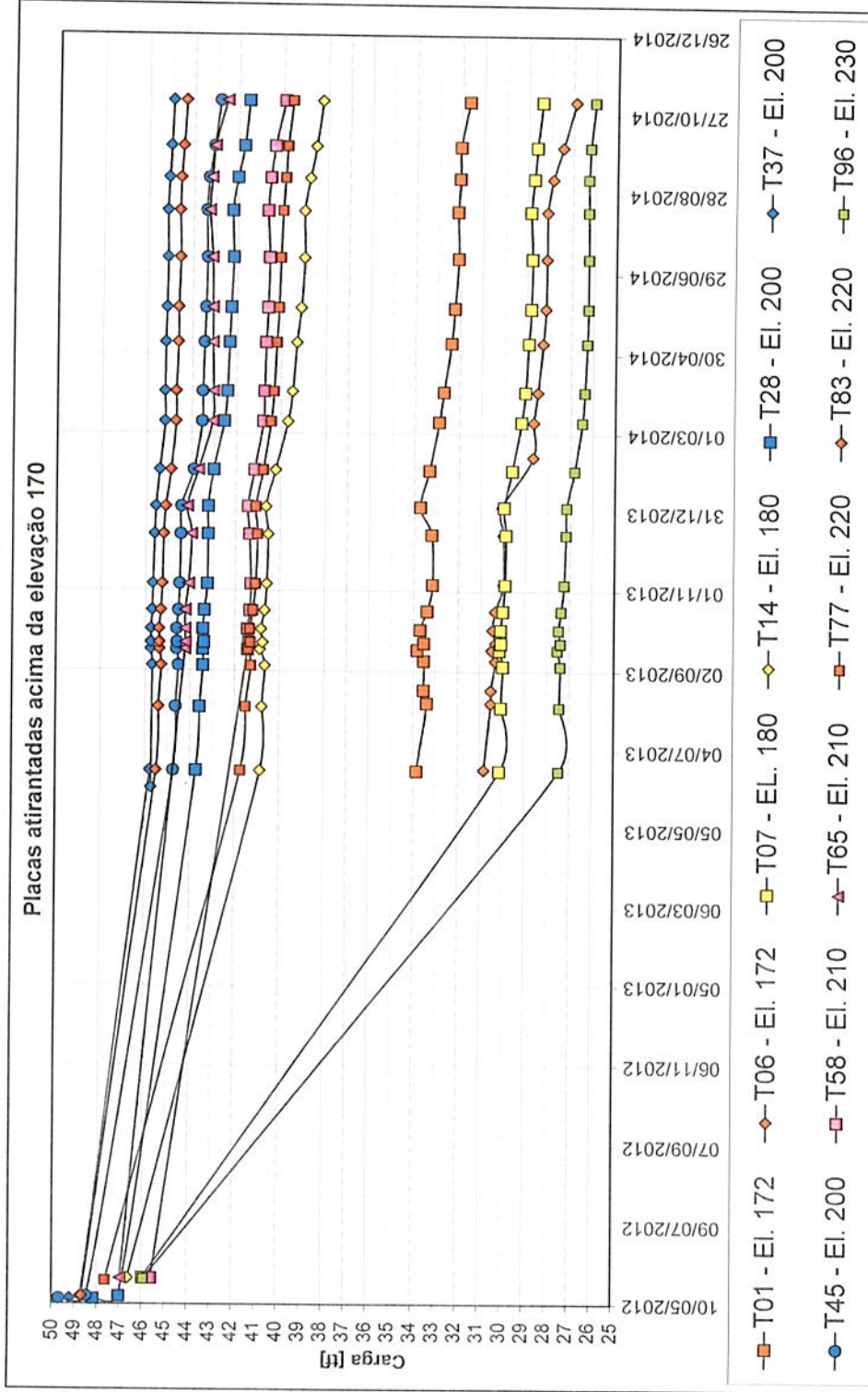


Gráfico 22 – Placas atirantadas acima da elevação 170 – Incorporadas com 49 tf - Projeto: 8922/CG-3F-DE-2218.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	53/70

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

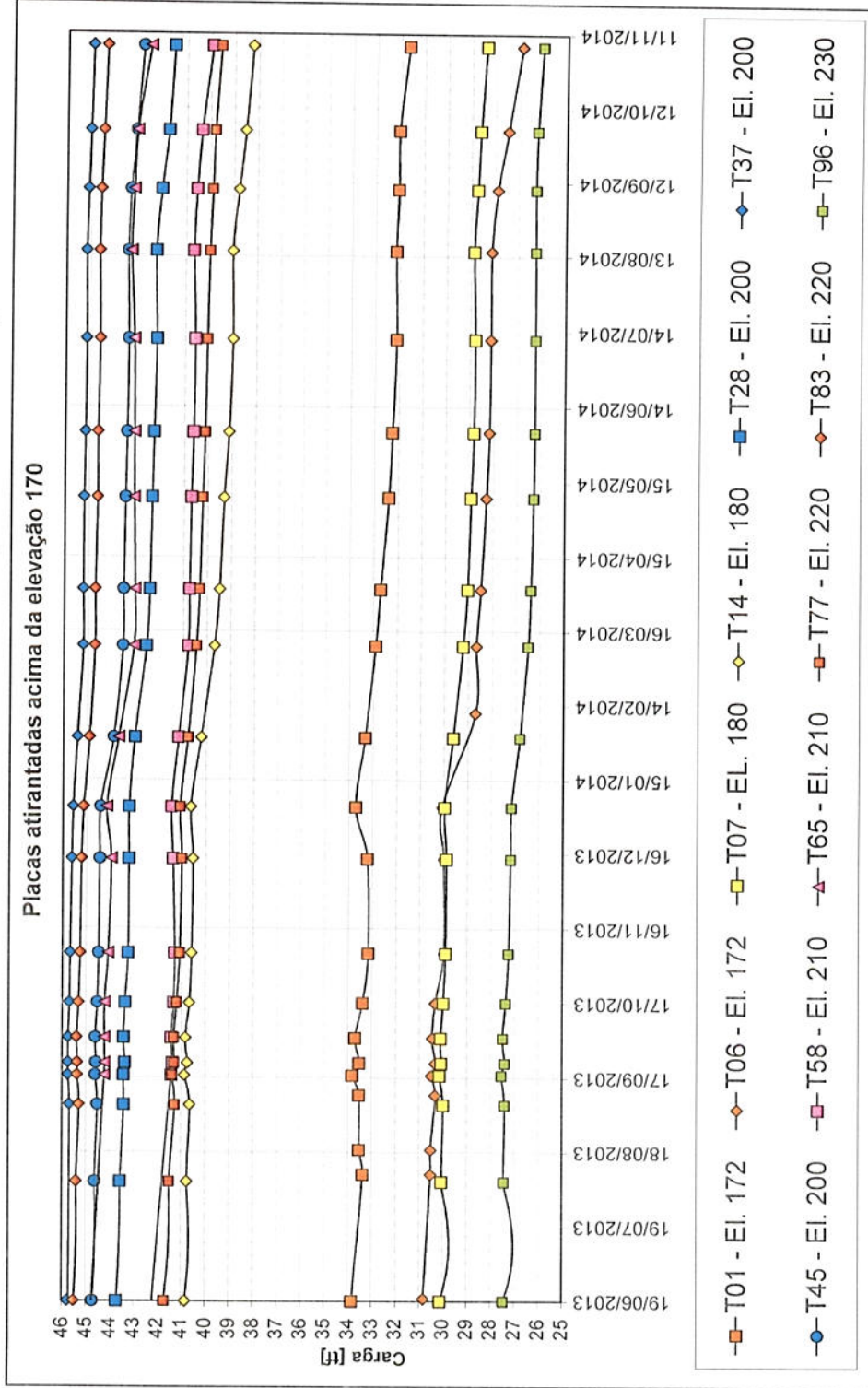


Gráfico 23 – Placas atirantadas acima da elevação 170 – Incorporadas com 49 tf - Projeto: 8922/CG-3F-DE-2218.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E / DPTO.E	Órgão: DGSE.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	54/70

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

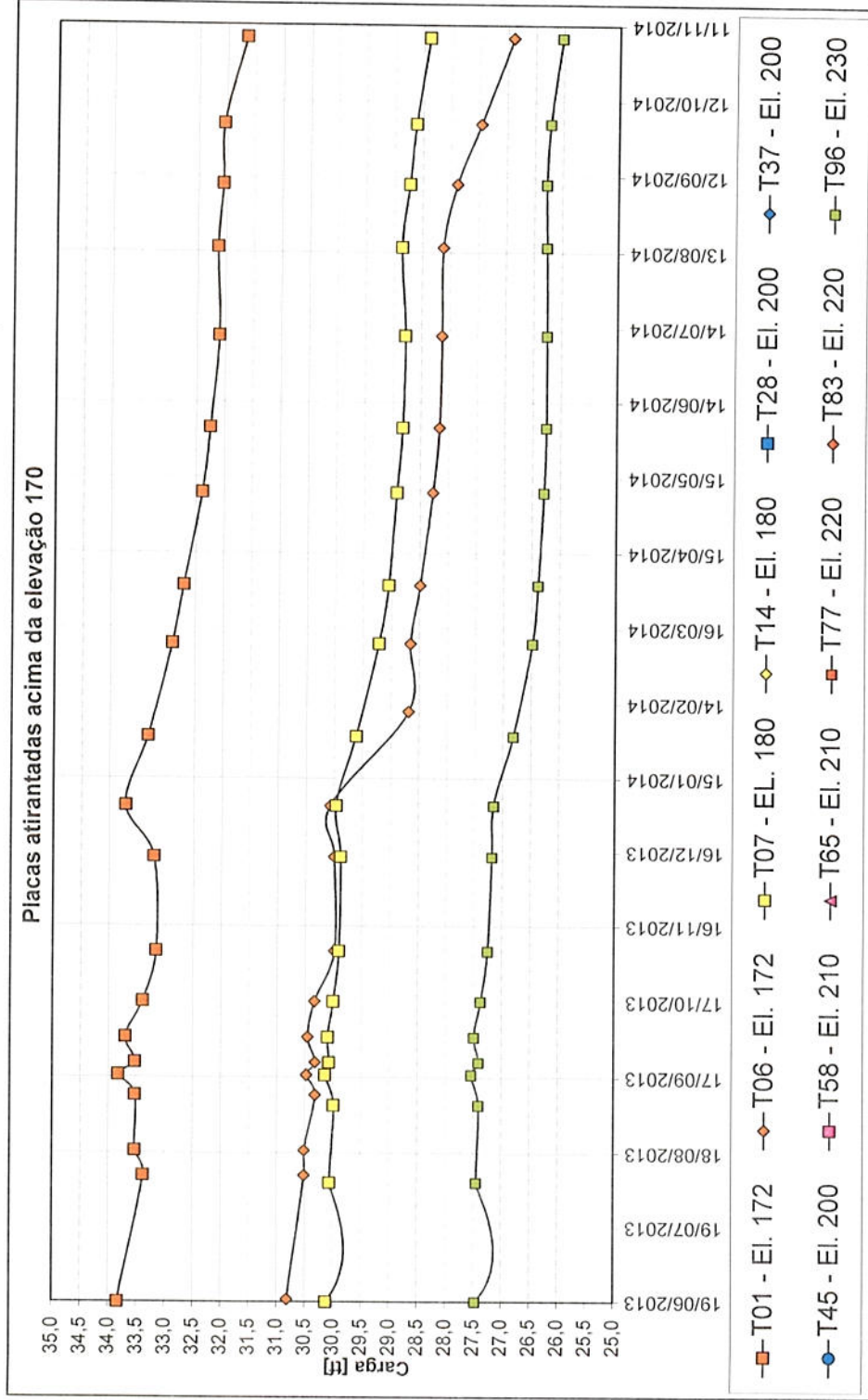


Gráfico 24 – Placas atirantadas acima da elevação 170 – Incorporadas com 49 tf - Projeto: 8922/CG-3F-DE-2218.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	55/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

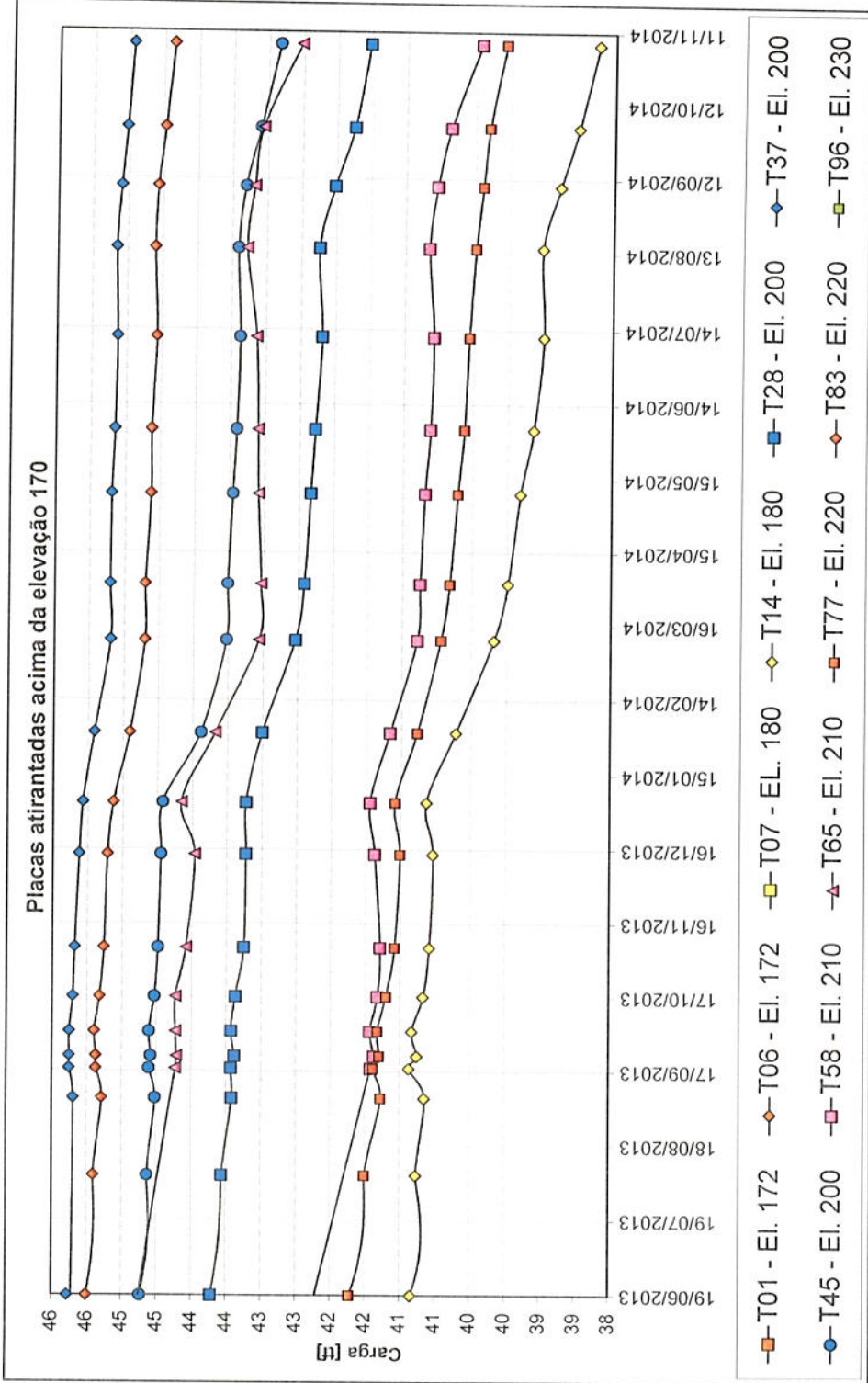


Gráfico 25 – Placas atirantadas acima da elevação 170 – Incorporadas com 49 tf - Projeto: 8922/CG-3F-DE-2218.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	56/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

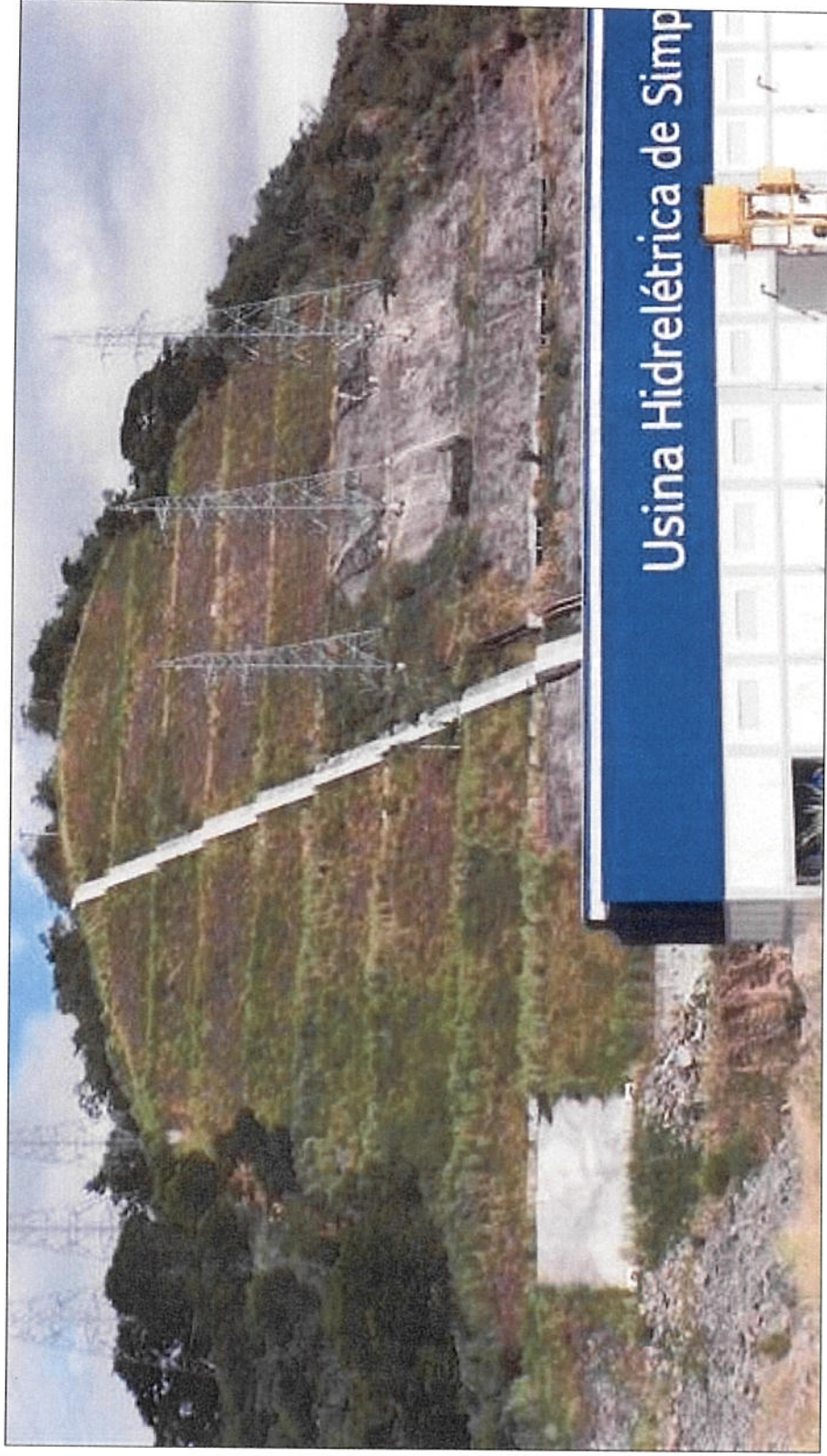


Figura 33 – Vista da encosta acima da elevação 170.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	57/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL N°
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014



Figura 34 - Elevações acima da 170.

Visto por
Órgão: DGSB.E / DPTO.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
58/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

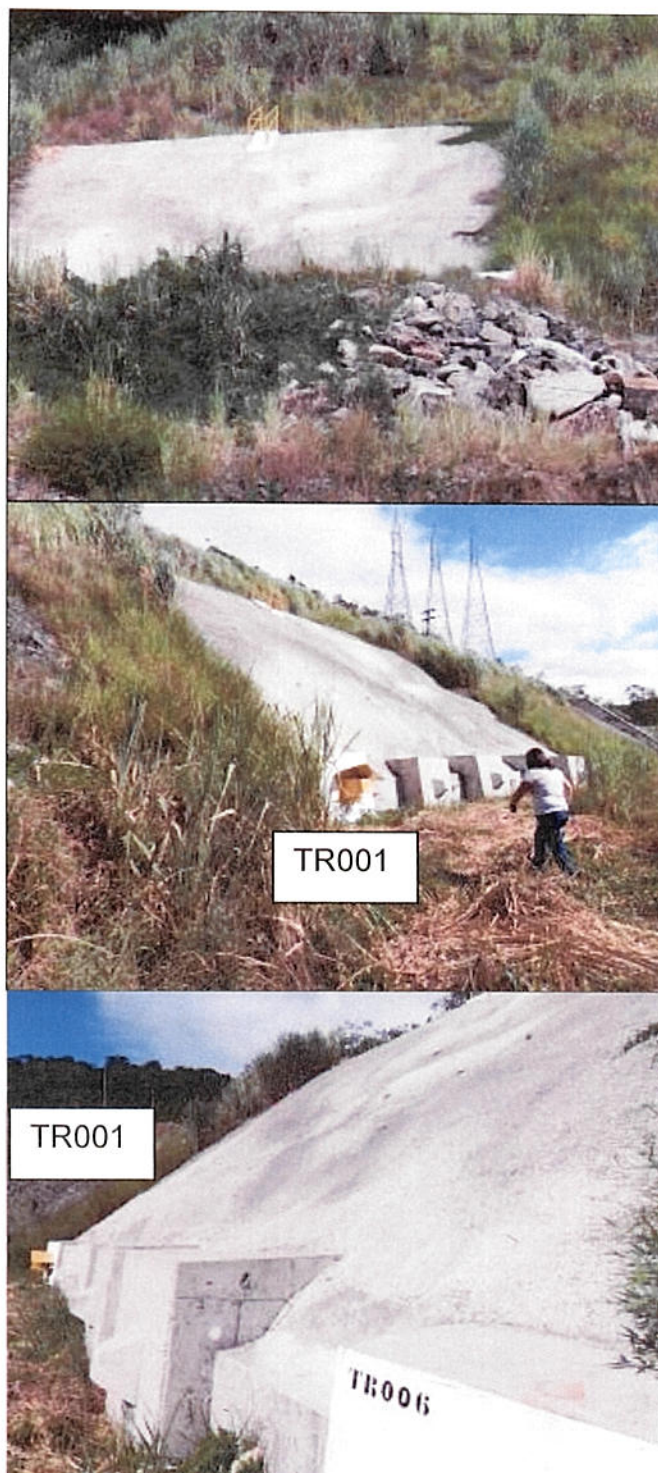


Figura 35 - Elevações acima da 170.

Visto por
Órgão: DGSE.E / DPTO.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSE.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
59/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

I.2.3.2. MEDIDORES TRIORTOGONAIS DE JUNTAS

Os quatro Medidores Triortogonais de Juntas foram instalados na Galeria dos Condutos Forçados sendo dois na parede de montante nas juntas das Unidades Geradoras denominadas UG's 1/2 e UG's 2/3, e dois na parede de jusante nas juntas das UG's 1/2 e UG's 2/3.

Os Gráficos de 26 a 32 apresentam as séries temporais das medições realizadas.

O nível de alerta absoluto considerado pelo projeto é de 0,3 mm para as três direções principais, ou seja, movimento relativo vertical (elevação e recalque), abertura/fechamento da junta e movimento relativo na direção do fluxo (montante e jusante).

Conforme destacado no Gráfico 31, para os quatro Medidores Triortogonais de juntas, as medições das aberturas das juntas superaram o nível de alerta, com valor máximo medido de 0,63 mm. Admite-se que, para estes novos limites as condições de segurança estrutural estejam garantidas, uma vez que as demais medições encontram-se abaixo do nível de alerta.

Face ao exposto recomenda-se que seja adotada a periodicidade semanal para as leituras dos quatro Medidores Triortogonais de juntas da Casa de Força.

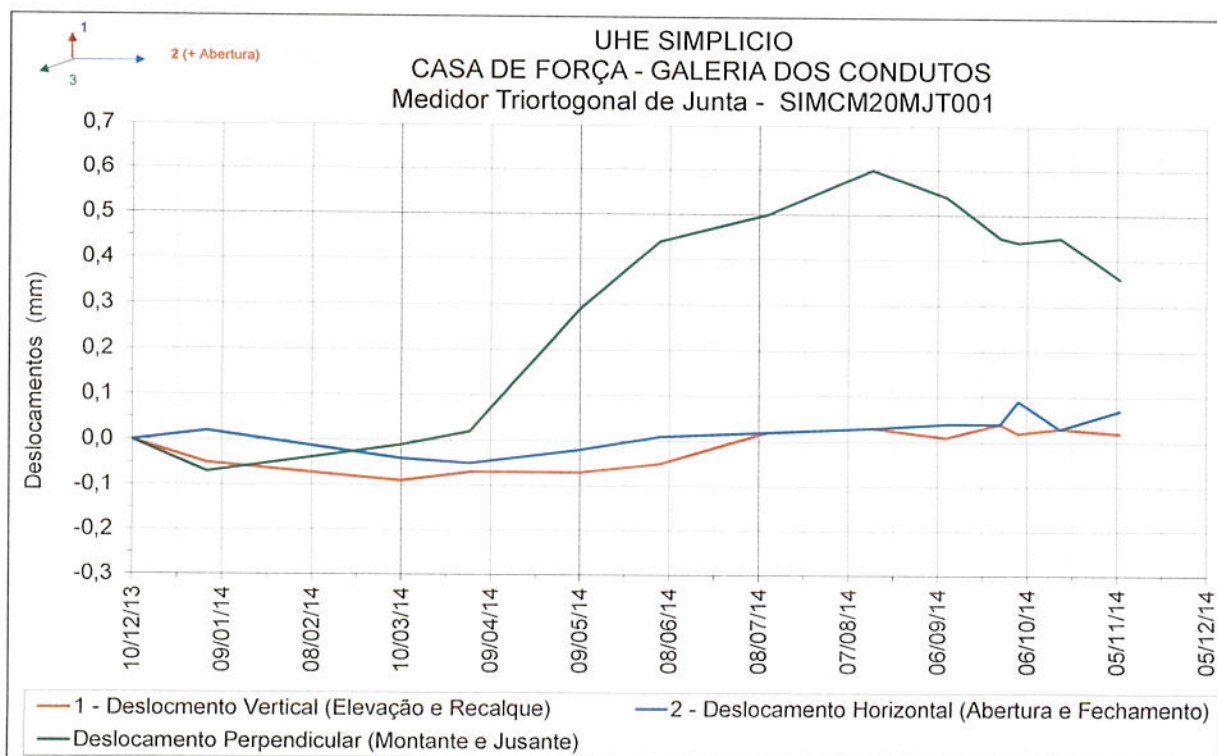


Gráfico 26 – Medidor Triortogonal de Junta - SIMCM20MJT001.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	60/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL N°
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

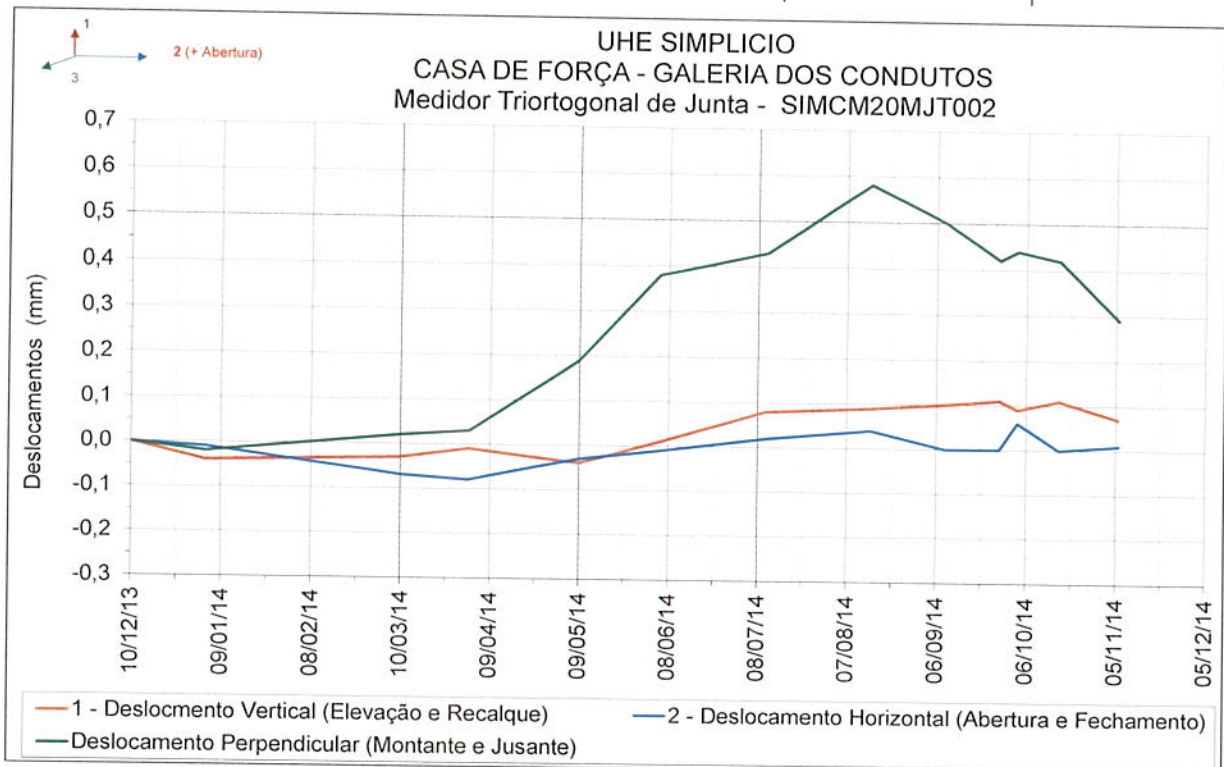


Gráfico 27 – Medidor Triortogonal de Junta - SIMCM20MJT002.

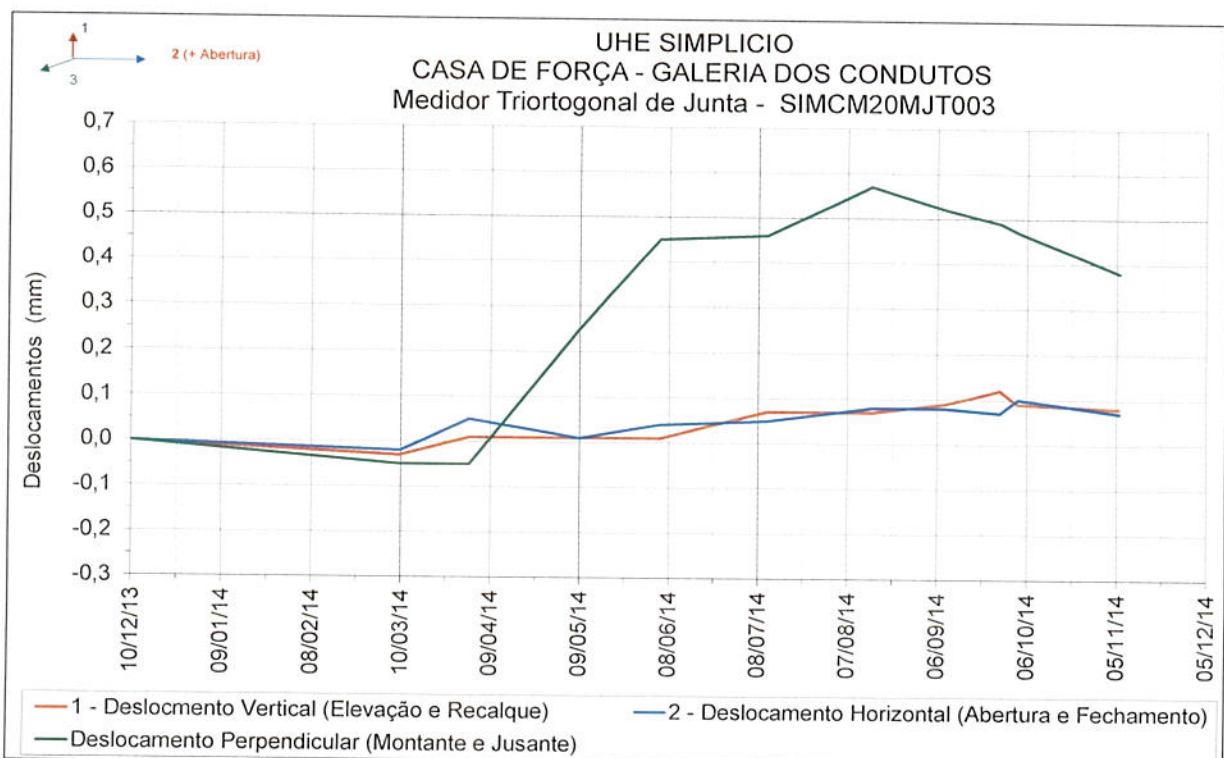


Gráfico 28 – Medidor Triortogonal de Junta - SIMCM20MJT003.

Visto por
Órgão: DGSB.E / DPTO.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
61/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

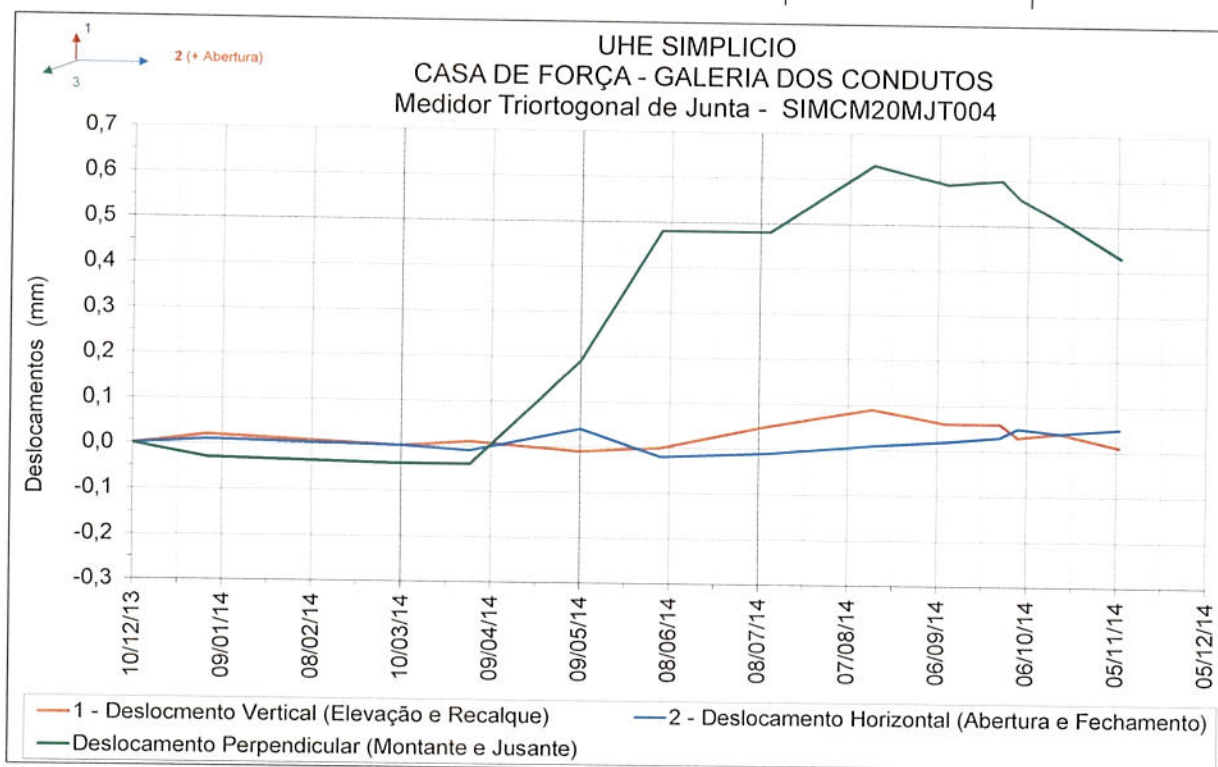


Gráfico 29 – Medidor Triortogonal de Junta - SIMCM20MJT004.

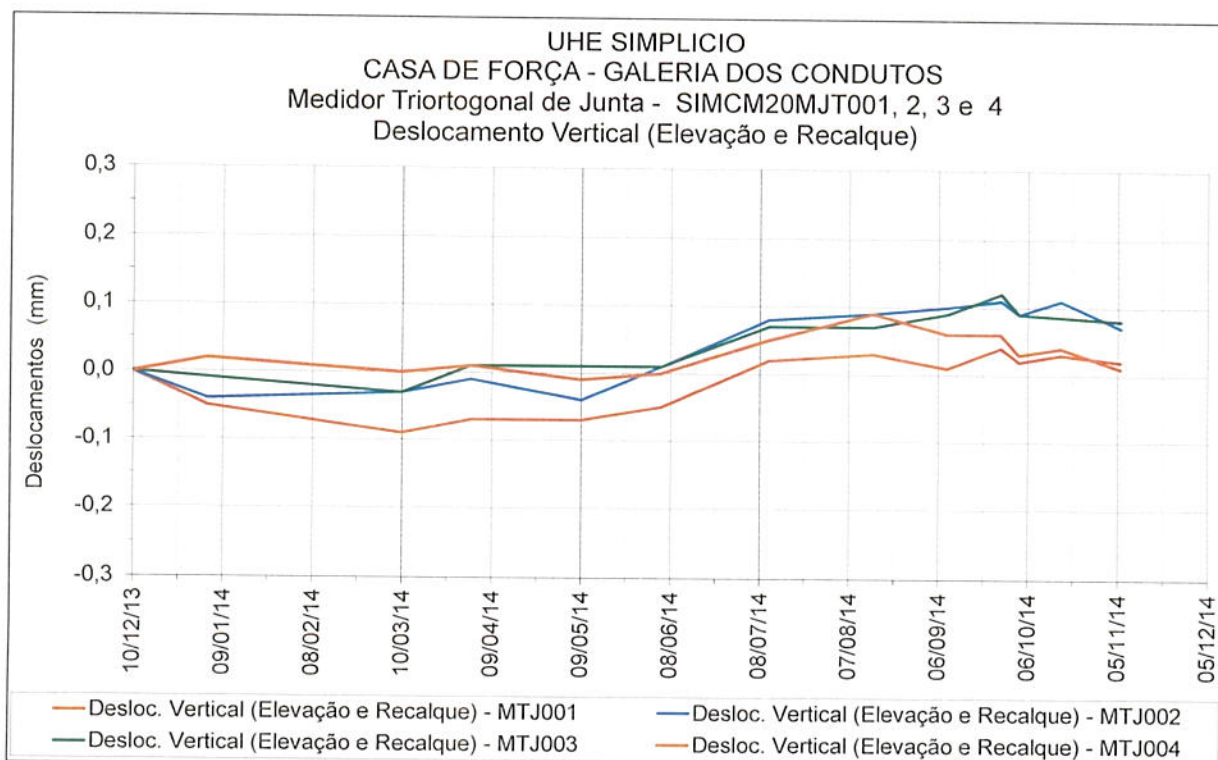


Gráfico 30 – MTJ – Deslocamento Vertical (Elevação e Recalque).

Visto por
Órgão: DGSB.E / DPTO.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
62/70

Assunto
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO

RL Nº
GEC.E.054.2014

Data de Emissão
08/12/2014

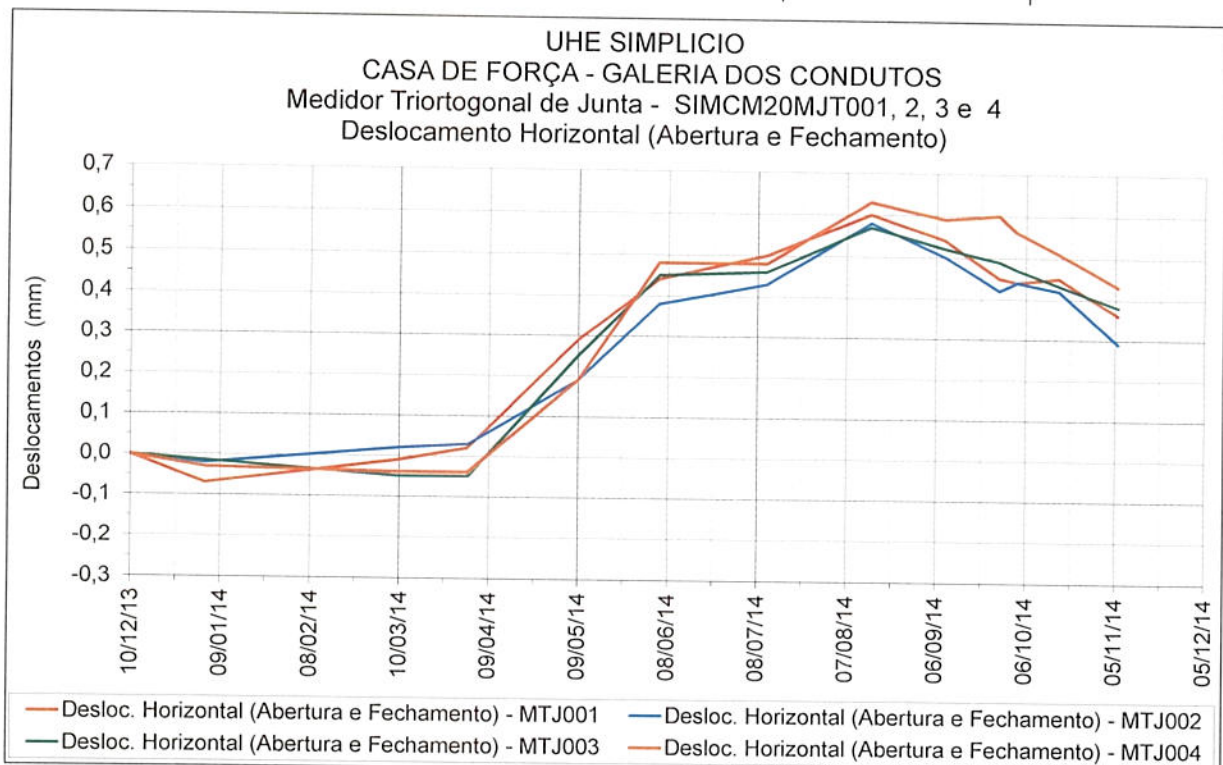


Gráfico 31 – MTJ – Desloc. Horizontal (Abertura e Fechamento).

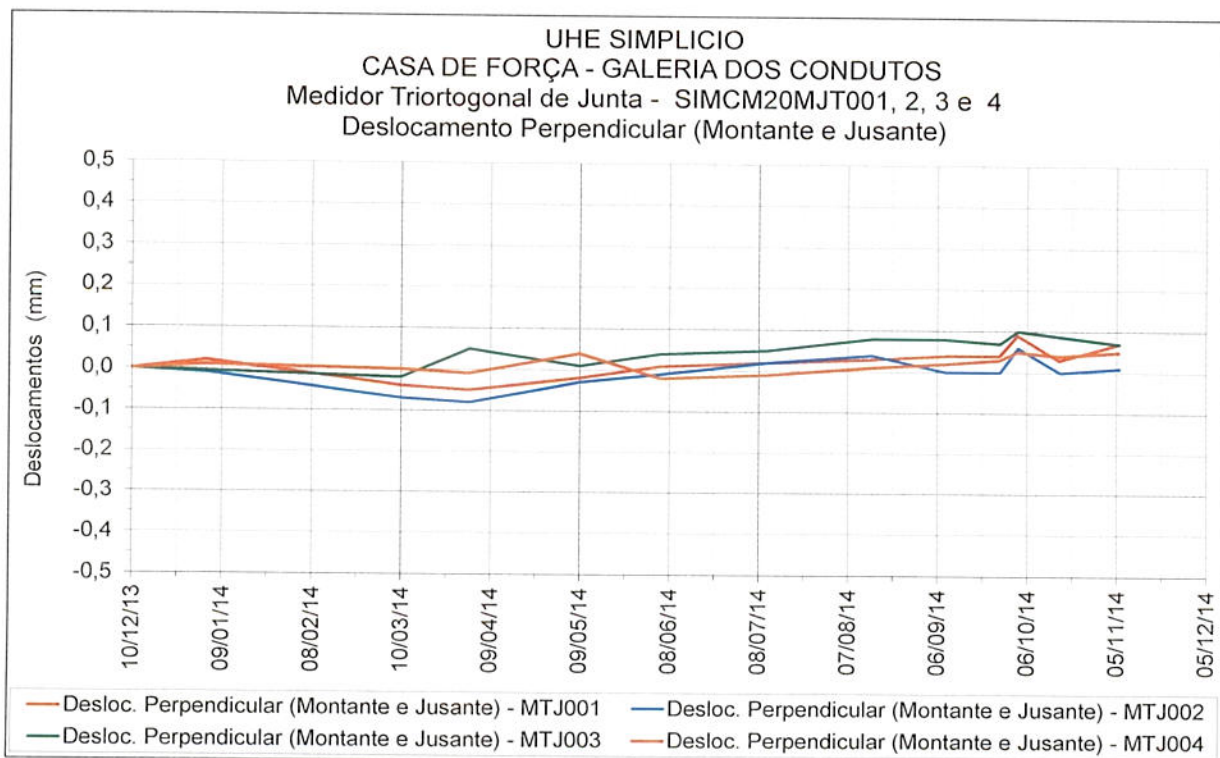


Gráfico 32 – MTJ – Desloc. Perpendicular (Montante e Jusante).

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL N° GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

A Figura 36 apresenta a instalação típica de um medidor triortogonal de juntas, no caso representada pelo medidor SIMCM20MJT004 instalado na junta de contração entre as unidades geradoras 2 e 3 na parede de jusante.

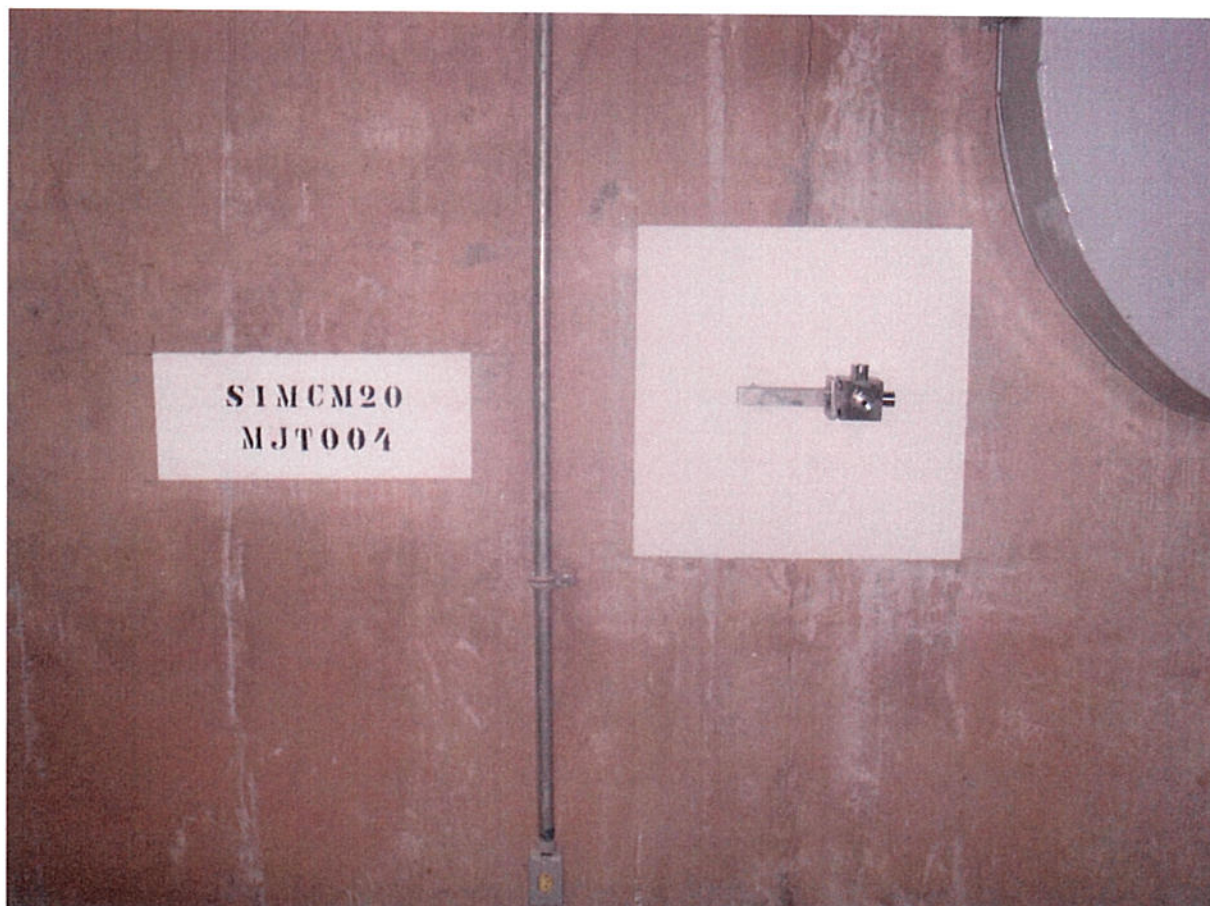


Figura 36 - Medidor Triortogonal de Junta - SIMCM20MJT004.

Visto por Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 64/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	-----------------

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL N° GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

I.2.3.3. MEDIDORES DE VAZÃO

Encontram-se instalados e monitorados três medidores de vazão nas canaletas de drenagem do piso da Galeria dos Condutos Forçados na elevação 132,00 m.

O medidor de vazão SIMCM22DRD 101 apresentou uma variação de 2,5 a 6,3 litros/s, dentro da normalidade operacional.

Já os medidores de vazão SIMCM22DRD 102 e 103 apresentaram leituras inferiores a 1 litro/s, consideradas muito baixas.

O Gráfico 33 apresenta as curvas de vazões x tempo.

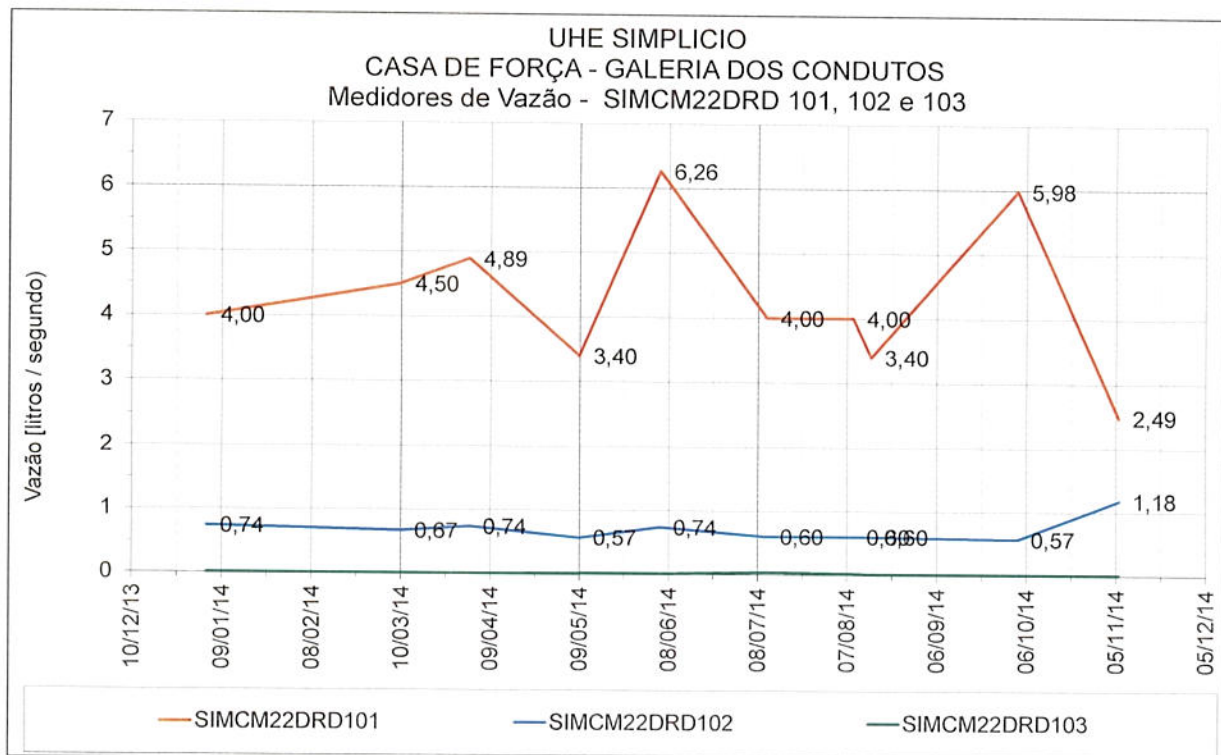


Gráfico 33 – Medidores de Vazão - SIMCM22DRD101, 102 e 103.

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

II.3. Conclusões

As observações procedidas indicam um comportamento normal perante as solicitações aplicadas no período e as ocorrências detectadas não apresentam risco de comprometimento aos critérios de segurança estabelecidos pelo projeto.

A usina encontra-se em operação desde abril de 2013 com suas três unidades geradoras fornecendo uma capacidade instalada de 305,7 MW (3 x 101,9 MW).

Os pareceres sobre as análises de comportamento desse REC visam atender à Lei Federal 12.334 de 2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens.

Constam neste relatório as ações de engenharia sugeridas e a serem implementadas nas obras civis inerentes à manutenção e para o controle da segurança estrutural.

- Elevações entre 132 e 153 - Cortinas A, B e C:

Com relação às Cortinas A1, A2 e A3 entre as elevações 132,15 e 153,15 temos a informar:

- Os tirantes T110 e T214 apresentam-se com leituras estabilizadas.
- Os tirantes T221, T307 e T318 apresentam decréscimo acentuado de carga.
- Os tirantes T118 e T220 apresentam leve elevação de carga.
- Os demais instrumentos apresentaram leve descarregamento, compatível com a normalidade, que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras compreendidas entre 42 e 47 tf.

Com relação às Cortinas B1, B2 e B3 entre as elevações 132,15 e 153,15 temos a informar:

- As células de carga T506, 508, 516 e 607 apresentam leituras anômalas e continuarão a serem monitoradas para que se possa melhor interpretar seus comportamentos.
- Os demais instrumentos apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras com leves decréscimos. As células apresentam leituras compreendidas entre 35 e 45 tf.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	66/70

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

Com relação às Cortinas C1, C2 e C3 entre as elevações 132,15 e 153,15 temos a informar:

- A célula de carga T 815 apresenta leituras anômalas e continuará a ser monitorada para que se possa melhor interpretar seu comportamento.
- As células de carga T 725 e T 908 encontram-se com leituras estabilizadas.
- As células de carga T 723 e T 819 apresentam incrementos de carga que devem continuar a serem monitorados.
- Os demais instrumentos apresentam leves decréscimos de carga, compatíveis com a normalidade e que não comprometem a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 38,5 e 43,0 tf.

- Cortina entre as Elevações 153 e 160:

Apesar de parecer que no tirante T22 há uma célula de carga, a informação que consta na planilha de aquisição de dados é que a célula de carga deste local não teria sido instalada.

Com relação às Células de Carga da Cortina entre as elevações 153,15 e 160,00 temos a informar que apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 32 e 38 tf.

- Cortina entre as Elevações 160 e 170:

Com relação às Células de Carga da Cortina 1 – Painéis de 1 a 5, temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;
- Destaca-se a baixa carga da célula de carga do tirante 25 da cortina 1, painel 3, com cerca de 26 tf.
- Os demais instrumentos apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 33 e 41 tf.

- Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Painel 1:

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 2, temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;
- As duas células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 40 e 41 tf.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	67/70

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

- Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Paineis 3:

Informamos sobre a existência da Nota Técnica (NT GEC.E.013.2014 de 28/04/2014) que complementa os estudos de estabilidade, objetivando responder ao questionamento da CONSTRUÇÃO (GCL.E) sobre a necessidade de incorporação de carga de três tirantes que não foram executados. Sobre a questão, complementamos:

- O painel 3 da cortina 1 possui 30 tirantes, sendo que três encontram-se sem carga, o que por si só equivale a uma redução de 10% na carga ativa do painel.
- A Engevix, projetista da cortina, já havia sido consultada por FURNAS (GEC.E / DGSE.E) a respeito da supressão dos tirantes e foi enfática ao informar que o Projeto Executivo deve ser executado para garantias ao Fator de Segurança da Cortina e Segurança do Empreendimento.
- Há de se fazer uma diferenciação entre os três tirantes. Segundo e-mail do GCL de 25 de março de 2013, o Tirante T60, que havia sido rompido “na luva” ao ser re-protendido pelo CCS, com nova luva, não incorporou carga de projeto, apresentando o mesmo comportamento dos tirantes T64 e T105. Com relação aos tirantes T64 e T105, ambos não “pegaram carga” e foram “protendidos” com menos de 10 tf. O T60 apresenta-se, inclusive, sem cabeça, totalmente sem carga.
- Como resultados dos estudos apresentados na Nota Técnica GEC.E.0013.2014 de 28/04/2014, informamos que na cortina 1, painéis 3, deverão ser executados três novos tirantes, adjacentes aos mesmos, que devem obrigatoriamente passar (serem aprovados) nos ensaios de recebimento. O comprimento de ancoragem dos bulbos deve ser dobrado.

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 3, ainda temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;
- A célula de carga T101 apresenta comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas em 34,4 tf (T101).

A baixa carga verificada na célula de carga do tirante T25 (26 tf) pode-se dever a uma rotação da cortina que faz com que haja uma diminuição da carga dos tirantes superiores e um aumento de carga dos tirantes das linhas inferiores, como função do déficit de carga de 10% em todo o painel 3 pela ausência de carga nos tirantes T60, T64 e T105.

- Elevações entre 160 e 170 – Cortina 1 - Painéis 4 e 5:

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 4, temos a informar:

- Não há leituras anômalas em nenhuma célula de carga;

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E / DPTO.E	Órgão: DGSE.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	68/70

Assunto	RL N°	Data de Emissão
REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	GEC.E.054.2014	08/12/2014

- As duas células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 34 e 35 tf.

Com relação às Células de Carga da Cortina 1, Painel 5, temos a informar:

- O T119 apresentou um acréscimo de carga entre 9/09/2013 e 18/09/2013 e desde então as leituras tem-se mantido estáveis em aproximadamente 34 tf;
- As demais células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 32 e 39 tf.

Com relação às Células de Carga das Placas atirantadas acima da elevação 170, temos a informar:

- Todas as células de carga apresentam redução de tensão desde o 16/06/2013 data do reinício do monitoramento. A máxima redução observada é da ordem de 2,6 tf para o tirante 14 e de 3,9 tf para o tirante 6;
- As células de carga apresentam comportamento adequado que não compromete a segurança do empreendimento, com leituras estabilizadas entre 27 e 46 tf.

- MEDIDORES TRIORTOGONAIS DE JUNTAS:

Os quatro Medidores Triortogonais de Juntas foram instalados na Galeria dos Conduitos Forçados sendo dois na parede de montante nas juntas das Unidades Geradoras denominadas UG's 1/2 e UG's 2/3, e dois na parede de jusante nas juntas das UG's 1/2 e UG's 2/3.

O nível de alerta absoluto considerado pelo projeto é de 0,3 mm para as três direções principais, ou seja, movimento relativo vertical (elevação e recalque), abertura/fechamento da junta e movimento relativo na direção do fluxo (montante e jusante).

Para os quatro Medidores Triortogonais de juntas, as medições das aberturas das juntas superaram o nível de alerta, com valor máximo medido de 0,63 mm. Admite-se que, para estes novos limites as condições de segurança estrutural estejam garantidas, uma vez que as demais medições encontram-se abaixo do nível de alerta.

Face ao exposto recomenda-se que seja adotada a periodicidade semanal para as leituras dos quatro Medidores Triortogonais de juntas da Casa de Força.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E / DPTO.E	Órgão: DGSEB.E / DPTO.E / FOS / RL	08/12/2014	00	69/70

Assunto REC - RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO	RL Nº GEC.E.054.2014	Data de Emissão 08/12/2014
-------------------------------------------------------	-------------------------	-------------------------------

- MEDIDORES DE VAZÃO:

Encontram-se instalados e monitorados três medidores de vazão nas canaletas de drenagem do piso da Galeria dos Conduitos Forçados na elevação 132,00 m.

O medidor de vazão SIMCM22DRD 101 apresentou uma variação de 2,5 a 6,3 litros/s, dentro da normalidade operacional.

Já os medidores de vazão SIMCM22DRD 102 e 103 apresentaram leituras inferiores a 1 litro/s, consideradas muito baixas.

II.4. Referências

Relatório de Estudo de Comportamento RIT GEC.E.017.2014 de 28/04/2014.

Nota Técnica NT GEC.E.013.2014 de 28/04/2014.

Visto por Órgão: DGSB.E / DPTO.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSB.E / DPTO.E / FOS / RL	Data da Revisão 08/12/2014	Revisão 00	Página 70/70
-------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------------------------	---------------	-----------------