

ASSUNTO/MOTIVO

PÁGINA

1 / 16

LOCAL/DATA

Rio, 15/04/15

REDATOR

Carolina

U.O./TEL.

GEC.T / 7576

REFERÊNCIA

Encostas adjacentes ao sítio da CNAAA

CÓDIGO ARQUIVO

CAT-06072391

SUMÁRIO

Nº DE PÁGINAS

ANEXOS

(NOS RELATÓRIOS DE REUNIÃO INDICAR, INICIALMENTE, NO SUMÁRIO: LOCAL, DATA, COORDENADOR, PARTICIPANTES E DURAÇÃO)

16

2

Para ser providenciado
Para conhecimento
prazos

Este relatório apresenta uma análise da instrumentação instalada e a situação atual das quatro cortinas atirantadas do acesso a CNAAA, km 517 da BR-101. Essa encosta é periodicamente monitorada pela GEC.T, com apoio de campo da DMCV.A (GIA.A).

ASSINATURAS

Carolina

AUTOR

[Signature]

VERIFICADO/APROVADO

REV.

DATA

PÁG.

VERIFICADO/
APROVADO

DISTRIBUIÇÃO (QUANDO FOR ENCAMINHADO SOMENTE O SUMÁRIO PARA CONHECIMENTO COLOCAR "PC")

Distribuição: DT (PC); DO (PC); SE.T(PC); GIA.A/GGA.G

Este relatório cancela e substitui o relatório RL-AG-0918.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. HISTÓRICO	3
2.1 EXECUÇÃO DAS CORTINAS ATIRANTADAS (1979)	3
2.2 PRIMEIRO REFORÇO (1980)	3
2.3 SEGUNDO REFORÇO (1983).....	4
2.4 TERCEIRO REFORÇO (1989).....	4
2.5 QUARTO REFORÇO (1997/98).....	5
3. ANÁLISE DOS REFORÇOS	7
4. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL.....	9
4.1 INSTALAÇÃO DAS CÉLULAS DE CARGA NOVAS E VISTORIAS DAS CORTINAS ATIRANTADAS	9
4.2 ANÁLISE DAS CÉLULAS DE CARGA E TIRANTES.....	11
4.3 ANÁLISE DOS PINOS DE DESLOCAMENTO.....	13
5. COMENTÁRIOS FINAIS	15

ANEXOS

Anexo 1 – Fotos e Figuras

Anexo 2 – Instrumentação de Campo

1. INTRODUÇÃO

A monitoração das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA contempla onze células de carga para verificação das cargas nos tirantes e de onze pinos de deslocamento para averiguar os deslocamentos relativos entre os painéis dessas estruturas de contenção. Este relatório contempla as leituras realizadas no período de maio/1993 a dezembro/2014.

O item 2 do relatório apresenta o histórico da execução destas cortinas atirantadas e os reforços já efetuados. O item 3 apresenta a análise desses reforços e indica as possíveis causas para a ruptura dos tirantes. A avaliação e análise da instrumentação existente das cortinas é apresentada no item 4.

2. HISTÓRICO

2.1 Execução das Cortinas Atirantadas (1979)

As cortinas atirantadas do acesso a CNAAA foram executadas pela Tecnosolo, no período entre o fim de 1978 e início de 1979, para conter um corte localizado na Encosta Noroeste próximo a rodovia BR-101. Este corte com cerca de 18m de altura e 68m de extensão foi executado para a construção de uma área de estacionamento.

Essas cortinas foram projetadas em quatro níveis (Foto 1 – Anexo 1), onde os três muros superiores foram construídos com 355 placas (94, 125 e 136 placas nos muros I, II e III, respectivamente) de concreto pré-moldadas de 1,00m x 1,20m, com 181 tirantes de 12 ϕ 8mm instalados alternadamente nessas placas. Já o muro inferior (muro IV), foi construído em painéis de concreto armado, moldados no local, com 89 tirantes de 12 ϕ 8mm. Sendo assim, foram instalados inicialmente 270 tirantes de 12 ϕ 8mm (carga de trabalho de 38,4tf), gerando um esforço estabilizante total da ordem de 152,1tf/m.

No final do ano de 1978, durante a construção das cortinas, foi realizada uma escavação de 26.000m³ no pé da encosta para construção de um canal de drenagem. Essa escavação provocou um deslizamento global da massa de solo coluvionar/residual de cerca de 900.000m³, 450m de extensão e 180m de largura (figura 1 - Anexo 1). O deslizamento afetou cerca de 40% da extensão dessas cortinas, no trecho localizado dentro da cunha de deslizamento, na extremidade oeste das cortinas. Esse deslizamento é mencionado no relatório da monitoração da Encosta Noroeste (RL-AG-0997).

2.2 Primeiro Reforço (1980)

Devido à movimentação da encosta de cerca de 320mm em um ano, ocorreu em 1980 o primeiro rompimento de 24 dos 103 tirantes situados dentro da área de deslizamento global da encosta. Já os 167 tirantes situados fora dessa área não sofreram ruptura, uma vez que não se deslocaram.

O primeiro reforço das cortinas, efetuado pela Tecnosolo, ocorreu no final de 1980, com a substituição dos tirantes rompidos por tirantes novos com a mesma capacidade de carga (12 ϕ 8mm). Após esse reforço foram providenciadas medidas para estabilização da Encosta Noroeste que consistiram na execução de uma berma de

equilíbrio no pé da encosta com 205.000m³ de volume de enrocamento (80% do projeto de 256.000m³) e na execução de drenos horizontais profundos a montante da BR-101.

2.3 Segundo Reforço (1983)

Dois anos após o primeiro reforço, ocorreu um deslocamento da massa de solo coluvionar da ordem de 300mm na região das cortinas (inclinômetro SL-4A), que provocou a ruptura de vários tirantes.

Dessa forma, foi executado em 1983 pela Tecnosolo, o segundo reforço que, como o reforço de 1980, consistiu basicamente na execução de tirantes novos de 12φ8mm. Nesse reforço foram instalados 107 tirantes dos quais 50 substituíram os tirantes rompidos e os demais 57 foram executados nas placas pré-moldadas dos três muros superiores (situadas dentro da área de deslizamento) que não estavam ancoradas no terreno. Sendo assim, o fator de segurança dessas cortinas aumentou e elas passaram a ser constituídas por um total de 327 tirantes de 12φ8mm, onde 160 tirantes estão localizados dentro da área de deslizamento e 167 tirantes fora dessa área.

Com esse reforço, a estrutura de contenção passou a contar com um esforço estabilizante total, no trecho situado dentro da zona de deslizamento, da ordem de 0,24tf/m.

2.4 Terceiro Reforço (1989)

Mesmo após os reforços de 1980 e 1983 e a redução significativa na movimentação da encosta, ocorreu em 1989 outra ruptura generalizada dos tirantes de 12φ8mm e o deslocamento das placas de concreto dos muros de contenção situados dentro da área de deslizamento.

O terceiro rompimento ocorreu seis anos após o segundo reforço, provocado por um deslocamento da massa de solo coluvionar da ordem de 220mm na região das cortinas (inclinômetros SL-4A e SL-4B).

Para avaliar a quantidade de tirantes rompidos foi realizada a quebra de todas as cabeças de proteção de concreto dos 160 tirantes de 12φ8mm localizados dentro da cunha de deslizamento. Nessa vistoria, constatou-se que 25 tirantes estavam rompidos devido à corrosão na área próxima às cabeças.

Após a quebra da cabeça dos tirantes, foi realizada uma avaliação de carga nos 135 tirantes que visualmente não estavam rompidos. Essa avaliação foi realizada com utilização de equipamentos de protensão. Devido a problemas operacionais, não foi possível avaliar 17 tirantes.

Para uma melhor avaliação da capacidade de carga dos 118 tirantes, todos os testes de avaliação foram submetidos ao ensaio de recebimento com carga de protensão máxima de 67,2tf (equivalente a 1,75 vezes a carga de trabalho do tirante de 12φ8mm). Desses 118 tirantes ensaiados, 77 foram aprovados e 41 romperam.

Apesar da movimentação da Encosta Noroeste ter diminuído substancialmente após a execução da berm de equilíbrio, decidiu-se, a fim de aumentar a segurança total das

cortinas, executar tirantes de 14φ9mm (carga de trabalho de 51,0tf), em vez de tirantes de 12φ8mm (carga de trabalho de 38,4tf).

Considerou-se inicialmente a instalação de tirantes de barra de 32mm (carga de trabalho de 35,0tf) e não tirantes de 14φ9mm, com o objetivo de reduzir os problemas de corrosão. Entretanto, devido às dificuldades de execução de tirantes de barra com 40m de comprimento e pelas interferências dos bulbos de ancoragem adjacentes em virtude da redução do espaçamento entre os tirantes com o acréscimo na quantidade dos mesmos, optou-se por utilizar tirantes de fio.

Assim, esse reforço consistiu basicamente na execução de 74 tirantes de 14φ9mm (carga de trabalho de 51,0tf), sendo 66 em substituição aos tirantes antigos que romperam e 8 tirantes adicionais. Dentre os 74 tirantes novos (14φ9mm), 8 foram submetidos ao ensaio de qualificação e fluência e os outros 66 foram submetidos aos ensaios de recebimento até a carga de 1,75 vezes a carga de trabalho, de acordo com a norma brasileira NBR-5629/77.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de tirantes existentes em cada muro na construção (projeto original) e após os reforços de 1980, 1983 e 1989.

Tendo em vista que a encosta encontra-se em processo de movimentação (fluência) e que não foram substituídos todos os tirantes antigos, iniciou-se a monitoração contínua das quatro cortinas atirantadas.

Para essa monitoração foram instalados, ainda em 1989, dez pinos de deslocamento para verificar deslocamentos relativos entre painéis e sete células de carga com "strain-gauges" (Transdutec) para medir as variações de empuxo sobre as estruturas.

Tabela 1: Quantidade de tirantes por muro.

Local	Projeto 1979 (12φ8mm)		Reforço dentro da área de deslizamento		
	Fora da área de deslizamento	Dentro da área de deslizamento	1º Reforço 1980 (12φ8mm)	2º Reforço 1983 (12φ8mm)	3º Reforço 1989 (12φ8mm + 14φ9mm)
Muro I	24	24	24	47	48
Muro II	46	-	-	37	41
Muro III	51	17	17	33	36
Muro IV	46	43	43	43	43
Total	167	103	103	160	168

2.5 Quarto Reforço (1997/98)

Em junho/96, três células de carga (CC2, CC4 e CC7) registraram valores superiores as suas cargas de trabalho. Estes valores indicavam que alguns tirantes podiam estar rompidos ou próximos da ruptura.

Para verificar o estado dos tirantes, a equipe de monitoração das encostas efetuou a quebra de todas as cabeças de proteção de concreto para realizar uma avaliação técnica. Nessa avaliação, constatou-se que 7 tirantes estavam rompidos e que haveria necessidade de se realizar uma verificação de carga nos demais tirantes.

A verificação das cargas nos tirantes é realizada com a utilização de equipamento de protensão e durante esta verificação, normalmente, ocorrem rupturas nos tirantes. Considerando que as cortinas atirantadas do acesso a CNAAA já foram reforçadas três vezes, optou-se, por medida de segurança, somente efetuar a verificação das cargas nos tirantes com a presença de um equipamento de perfuração (sonda rotativa). Dessa forma, poder-se-ia providenciar a substituição imediata dos tirantes que, por ventura, rompessem durante a verificação.

Em janeiro/97, a firma SEEL (AS DSP.N.0056.96) foi contratada para realizar a substituição dos 7 tirantes rompidos e para a verificação das cargas dos 161 tirantes situados dentro da área de deslizamento da Encosta Noroeste.

O objetivo desse contrato era restabelecer as cargas de incorporação definidas no cálculo de estabilidade de talude, mantendo o fator de segurança de projeto.

Nos serviços de reparo da SEEL, os 7 tirantes rompidos foram substituídos por tirantes de 14φ9mm. A verificação das cargas indicou que mais 16 tirantes estavam rompidos. Assim, somente os 145 tirantes aprovados nos testes foram incorporados nas cargas de 30,8tf e 40,8tf para tirantes de 12φ8mm e 14φ9mm, respectivamente.

Para a execução desses 16 tirantes e para instalação de 5 células de carga adicionais foi realizada uma nova concorrência, pois não foi possível fazer um aditivo no contrato da firma SEEL. Para conclusão desse reforço foi contratada a firma Tecnosolo (AC2/CT-002/98).

O reforço de 1997/98 (SEEL e Tecnosolo) consistiu na substituição de 23 tirantes (5 tirantes 14φ9mm + 18 tirantes 12φ8mm) por 23 tirantes 14φ9mm, listados na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2: Tirantes substituídos no reforço de 1997/98.

Local	Tirantes antes da substituição
Muro I	LA4*, LA22 ⁺ , LA23 ⁺ , LB1*, LB2*, LB13*, LB23*, LB24 ⁺
Muro II	LB18 ⁺
Muro III	LA1 ⁺ , LA3 ⁺ , LB13 ⁺ , LB14 ⁺
Muro IV	LA9 ⁺ , LA15 ⁺ , LA16 ⁺ , LA19 ⁺ , LA21 ⁺ , LB10 ⁺ , LB12 ⁺ , LB14 ⁺ , LB16 ⁺ , LB17 ⁺

Legenda: *: 14φ9mm; ⁺: 12φ8mm.

Analisando os tirantes rompidos, observou-se que o rompimento foi aleatório. A exceção foi o muro IV, onde foi observada uma concentração de carga nos painéis de concreto, provavelmente porque em 1989 não foi realizada a verificação de carga em todos os tirantes deste muro.

Em 1997/98 foram efetuadas as verificações das cargas de 168 tirantes, localizados dentro da área de deslizamento, e a substituição dos 23 tirantes rompidos. Desta forma, restabeleceram-se as cargas de incorporação definidas no cálculo de estabilidade de talude, mantendo o fator de segurança de projeto.

Considerando que a Encosta Noroeste ainda está em processo de movimentação e que, provavelmente, será necessário realizar novos reforços, foram instaladas em julho de 1998 mais 5 células de carga com “*strain-gauges*” (Grom) para medir as variações de empuxo sobre as estruturas. Desta forma, um total de 12 células de carga monitorava as quatro cortinas do acesso a CNAAA.

3. ANÁLISE DOS REFORÇOS

Analisando o reforço de 1997/98 constatou-se que, além da ruptura dos tirantes antigos de 12φ8mm (projeto de 1979 e dos reforços de 1980 e 1983), também romperam cinco tirantes substituídos em 1989 (14φ9mm). Os tirantes do reforço de 1989 foram submetidos a uma proteção adicional contra corrosão. Assim, conclui-se que o motivo principal da ruptura dos tirantes localizados dentro da área de deslizamento foi a movimentação global da Encosta Noroeste e não a corrosão dos tirantes.

Além disso, verificou-se que as variações de carga ao longo do tempo nos reforços de 1989 e 1997 foram da mesma ordem de grandeza. Dessa forma, conclui-se que as cortinas apresentaram o mesmo comportamento de perda de carga ao longo do tempo. Esta perda de carga é maior para os tirantes ancorados mais afastados da superfície de deslizamento e menor para os mais próximos dela. Maiores detalhes sobre a análise das cargas podem ser obtidos no artigo “Analysis of the behavior of anchored walls strengthening” do 2º PSL/ 2ª COBRAE.

Na Tabela 3 são apresentados um resumo da quantidade de tirantes executados nos vários reforços realizados nas quatro cortinas atirantadas e os esforços estabilizantes obtidos.

Tabela 3: Tirantes substituídos e esforços estabilizantes nos quatro reforços.

Tirantes reforçados (dentro da cunha de deslizamento)	Projeto (1979)	1º Reforço (1980)	2º Reforço (1983)	3º Reforço (1989)	4º Reforço (1997/1998)
Tirantes rompidos (substituídos)	-	24	50	66	23
Tirantes adicionais	-	0	57	8	0
Total de tirantes novos	-	24	107	74	23
Total de tirantes instalados nas cortinas	103	103	160	168	168
Esforço estabilizante (tf/m)	152,1	152,1	236,3	284,0	292,7

Na Tabela 4 é apresentado um resumo da quantidade de tirantes rompidos em relação ao total de tirantes instalados e a velocidade de deslocamento da Encosta Noroeste ao longo do tempo.

Tabela 4: Proporção de tirantes rompidos e a velocidade de deslocamento da Encosta Noroeste.

Tirantes reforçados (dentro da cunha de deslizamento)	1º Reforço (1980)	2º Reforço (1983)	3º Reforço (1989)	4º Reforço (1997/1998)
Tirantes novos (%)	23,3% (1 ano)	48,5% (2 anos)	41,3% (6 anos)	13,7% (7 anos)
Tirantes novos por ano (%)	23,3%	24,3%	6,9%	1,96%
Deslocamento da Encosta (mm)	320 (1 ano)	300 (2 anos)	220 (6 anos)	135 (7 anos)
Velocidade de deslocamento (mm/ano)	320	150	36,7	19,3

Com base nas Tabelas 3 e 4, observa-se que a percentagem de tirantes rompidos por ano está diminuindo com o tempo. Este comportamento é devido à redução da velocidade de deslocamento da massa de solo, apesar do maior tempo de exposição à agressividade local. Estas constatações, juntamente com o fato de não ter sido verificada a ruptura de tirantes fora da cunha de deslizamento, corrobora a afirmação de que o rompimento dos tirantes não é devido à corrosão.

4. AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL

Atualmente as cortinas são compostas por 335 tirantes, sendo 168 tirantes situados dentro da área de deslizamento global da Encosta Noroeste (extremidade oeste das cortinas – Figura 1 do Anexo 1) e 167 tirantes situados fora desta área.

Dentre os 168 tirantes situados dentro da área de deslizamento, 92 são tirantes de 12φ8mm (carga de trabalho de 38,4tf) e 76 são tirantes de 14φ9mm (carga de trabalho de 51,0tf). Todos os tirantes situados fora da cunha de deslizamento são tirantes 12φ8mm.

Na Figura 2 do Anexo 1 são apresentados os muros das cortinas atirantadas do acesso, bem como a nomenclatura adotada para cada tirante e a posição das células de carga e dos pinos de deslocamento.

4.1 Instalação das Células de Carga Novas e Vistorias das Cortinas Atirantadas

Até julho/98 foram instaladas 12 células de carga para monitoração dos esforços das cortinas, sendo 7 fabricadas pela Transdutec e reinstaladas em junho/97 após recalibração e 5 fabricadas pela Grom e instaladas em julho/98. Constatou-se que das 12 células de carga instaladas, somente 7 apresentavam bom funcionamento e 5 não apresentavam comportamento adequado por estarem danificadas ou instaladas em tirante rompido.

Como as células de carga possuem um tempo de vida útil, a Eletronuclear comprou 12 células de carga de 100tf/cada da empresa AEPH e 2 unidades de leitura (Matrix Multi-Células) para substituição das células de carga existentes.

Em outubro/2012, a Eletronuclear contratou a empresa SEEL para a instalação dessas células de carga.

Na retirada das células de carga antigas para substituição pelas novas, verificou-se que alguns fios dos tirantes estavam rompidos, o que inviabilizava a colocação das células de carga nesses tirantes. Desta forma, a GEC.T com apoio da GIA.A executou a quebra das cabeças de proteção dos tirantes das cortinas e verificou o estado desses tirantes. Além de instalar as células de carga novas nos tirantes que estavam em bom estado de conservação.

Devido à movimentação da encosta e conseqüente deslocamento do tirante, houve dificuldades na desprotensão e impossibilidade da retirada das células de carga antigas para substituição pelas células de carga novas.

Desta forma, foram instaladas somente 4 células de carga novas, sendo uma instalada no local da célula de carga antiga que foi retirada e 3 foram instaladas em tirantes definidos pela GEC.T.

Atualmente, a monitoração dos esforços nos tirantes das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA é realizada por 11 células de carga.

As células de carga antigas que foram desativadas e que se encontram em bom estado de conservação serão, posteriormente, calibradas e instaladas em tirantes definidos pela GEC.T. A Tabela 5 apresenta as células de carga desativadas.

Tabela 5: Células de carga desativadas em 2012.

Células de Carga	Tirantes	Observações
CC1 (Transdutec)	LB07 do Muro I	Desativada (tirante rompido)
CC2 (Transdutec)	LB02 do Muro II	Desativada
CC4 (Transdutec)	LB02 do Muro III	Danificada
CC6 (Transdutec)	LB16 do Muro IV	Desativada (tirante rompido)
CC7 (Transdutec)	LB04 do Muro IV	Desativada e substituída pela BAL7

Todas as células de carga estão instaladas em tirantes de 14 ϕ 9mm localizados dentro da cunha de deslizamento, com exceção de 2 tirantes de 12 ϕ 8mm, nos quais foram instaladas as células de carga BAL2 e BAL7, conforme apresentado na Figura 2 do Anexo 1.

A Tabela 6 apresenta a numeração das 11 células de carga em operação, com os respectivos fabricantes e os tirantes onde foram instaladas.

Tabela 6: Células de carga em operação.

Células de Carga	Tirantes	Observações
CC3 (Transdutec)	LB08 do Muro II	
CC5 (Transdutec)	LB09 do Muro III	
CC19 (Grom)	LA19 do Muro IV	
CC20 (Grom)	LB13 do Muro I	
CC21 (Grom)	LB14 do Muro III	
CC22 (Grom)	LB10 do Muro IV	
CC23 (Grom)	LB02 do Muro I	
BAL 2 (AEPH)	LB05 do Muro II	12 ϕ 8
BAL 4 (AEPH)	LB18 do Muro I	
BAL 6 (AEPH)	LB20 do Muro IV	Tirante rompido
BAL 7 (AEPH)	LB04 do Muro IV	12 ϕ 8

Em 14 de maio de 2008 e 15 de setembro de 2008 foram realizadas duas vistorias nas cortinas do acesso pela GEC.T com apoio da GIA.A. Em 05 de dezembro de 2012, após a instalação das novas células de carga, foi realizada uma nova vistoria pela GEC.T.

Em 2008, observou-se o rompimento de 6 tirantes. Dentre os tirantes rompidos, dois possuíam células de carga instaladas. As Fotos 8 a 14 do Anexo 1 apresentam os tirantes observados nessa vistoria.

Em abril/2010 observou-se que o tirante LB06 – Muro IV – bloco B (Foto 15 do Anexo 1) possui 2 fios rompidos.

A vistoria realizada em 2012 abrangeu somente a área delimitada pela superfície de ruptura e na região onde foram instaladas as novas células de carga, após a quebra da cabeça de proteção e análise do tirante.

Nessa vistoria, observou-se que mais 10 tirantes estavam rompidos. Em junho de 2013, verificou-se que o tirante LB20 – Muro IV – bloco A possui 1 fio rompido. Cabe ressaltar que a célula de carga BAL 6 está instalada neste tirante e as leituras continuarão a ser realizadas.

Desta forma, o total de tirantes rompidos nas cortinas do acesso é de 18 tirantes. A Tabela 7 apresenta um resumo dos tirantes rompidos e as Fotos 16 a 22 do Anexo 1, os tirantes rompidos.

Tabela 7: Tirantes rompidos até 2014.

Tirantes	
LB04	do Muro I
LB07	do Muro I
LB09	do Muro I
LB10	do Muro I
LB11	do Muro I
TA1	do Muro I
LA02	do Muro II
LB15	do Muro II
LB01	do Muro III
LB13	do Muro III
LB16	do Muro IV bloco A
LB20	do Muro IV bloco A
LB21	do Muro IV bloco A
LB01	do Muro IV bloco B
LB02	do Muro IV bloco B
LB05	do Muro IV bloco B
LB06	do Muro IV bloco B
LB07	do Muro IV bloco B

4.2 Análise das Células de Carga e Tirantes

Analisando o Gráfico 1 do Anexo 2, que apresenta as cargas obtidas no período de julho/98 a março/2005, observa-se que as células de carga CC4 – LB02 - Muro III e CC6 - LB17 – Muro IV – bloco A apresentam um comportamento anômalo a partir de maio/2002.

A célula de carga 4 (CC4 – LB02 - Muro III) apresentava uma pequena oscilação em torno da carga de 37,0tf. A partir de maio/2002, é observada uma redução acentuada no valor da carga, com o equipamento registrando valores de carga negativos. Em seguida (julho/2003) foi registrado um aumento até cargas muito elevadas ($\approx 100\text{tf}$),

sugerindo seu comprometimento. No período de setembro/2003 a setembro/2012 essa célula de carga não foi lida e em outubro/2012, a mesma foi desativada.

De julho/1998 a abril/2002, a célula de carga 6 (CC6 - LB16- Muro IV) apresentou valores de carga superiores, em cerca de 40%, à carga de trabalho do tirante de 14φ9mm (51,0tf), porém as leituras estavam estáveis. A partir de maio/2002, este equipamento apresentou um acréscimo significativo na carga registrada, atingindo um valor de 106tf.

A partir de julho/2002, esta célula de carga apresentou novos indícios de estabilização com sua carga variando entre 105,9 e 111,1tf. Esta carga corresponde a, aproximadamente, 2,2 vezes a carga de ensaio do tirante e bem próximo à capacidade nominal da célula de carga (≈ 120 tf). Esses valores incoerentes decorrem da grande excentricidade da célula de carga que não está distribuindo as cargas nos 16 "strain gauges".

Na vistoria de 14 de maio de 2008, observou-se a ruptura total do tirante LB17 (12φ8mm) no muro IV, ficando a célula de carga CC6 inoperante. Em outubro/2012 essa célula de carga foi desativada.

Não foram realizadas leituras em todas as células de carga nos períodos de janeiro/2003 a junho/2003 e setembro/2003 a novembro/2005 devido à manutenção na leitora.

Nos períodos de maio/2013 a dezembro/2013 e março/2014 a novembro/2014 não foram realizadas leituras nas células de carga antigas (Grom e Transduotec) devido à manutenção na leitora. As leituras das células de carga instaladas em outubro/2012 (AEPH) foram efetuadas normalmente.

Em novembro de 2014, foram reiniciadas as leituras das células de carga antigas com uma nova leitora (ILT 303).

No Gráfico 2 do Anexo 2 são apresentadas as leituras realizadas no período de janeiro/2006 a setembro/2012.

Em dezembro/2011, constatou-se que praticamente todas as células de carga em funcionamento estavam com suas cargas próximas ou ligeiramente superiores à carga de trabalho dos tirantes (51,0tf), com exceção das células de carga CC2 e CC19.

No caso da célula de carga CC19, em dezembro/2011 e setembro/2012 registraram-se leituras negativas. Porém, em janeiro/2012 e novembro/2012 as leituras se apresentaram compatíveis com os já valores registrados.

Em janeiro/2012, as células de carga CC1, CC2, CC3, CC7, CC21 e CC22 apresentaram uma redução nos valores lidos. Analisando as leituras no período de janeiro/2012 a setembro/2012, observou-se que as CC1, CC2, CC3 e CC7 apresentaram ligeira oscilação na carga. Já as CC21 e CC22, mantiveram as cargas lidas em janeiro/2012. Em outubro/2012 as células de carga CC1, CC2 e CC7 foram desativadas.

O Gráfico 3 do Anexo 2 apresenta as leituras realizadas no período de novembro/2012 a dezembro/2014, após a instalação das novas células de carga.

Desde a instalação das novas células de carga, observou-se que as células de carga BAL2 e BAL7 apresentam valores ligeiramente superiores à carga de trabalho do tirante (38,4tf). Em novembro/2013, a célula de carga BAL7 apresentou um pico de 54,8tf.

A célula de carga BAL6 foi incorporada com uma carga superior a carga de trabalho do tirante (51tf) e funcionava adequadamente. Em junho/2013, observou-se que o tirante em que esta célula de carga está instalada possui 1 fio rompido, porém as leituras continuarão a ser realizadas.

As células de carga BAL4 e CC19 continuam apresentando cargas muito inferiores à carga de trabalho do tirante (51tf).

As células de carga antigas CC3, CC5, CC20, CC21, CC22 e CC23 continuam apresentando valores ligeiramente superiores à carga de trabalho dos tirantes (51tf), mantendo o comportamento observado anteriormente.

Em dezembro/2014, a célula de carga CC3 apresentou uma oscilação de 25tf a 29,8tf e a célula de carga CC5 apresentou uma leitura negativa. As leituras subsequentes indicarão se houve alguma alteração no comportamento no comportamento dos respectivos tirantes.

4.3 Análise dos Pinos de Deslocamento

Em abril/1993 foram instalados 10 pinos de deslocamento com o objetivo de verificar o deslocamento relativo entre os painéis das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA. O pino 5 foi danificado durante o reforço de 1997/98 e o pino 7 foi danificado em 2004, devido à ruptura da placa pré-moldada em que este pino estava instalado. Assim, atualmente existem 8 pinos de deslocamento instalados nestas cortinas atirantadas.

Desses 8 pinos de deslocamentos existentes, somente dois estão localizados fora da área de deslizamento da Encosta Noroeste (pinos 2 e 7). O pino 2 apresentou um deslocamento de pequena magnitude durante todo o período de monitoração.

O pino 7 foi instalado para verificar o comportamento de uma trinca situada na última placa pré-moldada superior do Muro III, cuja vista é mostrada na Foto 2 do Anexo 1. Este pino apresentou valores de deslocamento crescentes com o tempo. A trinca existente progrediu, levando à ruptura a placa pré-moldada onde o pino 7 está instalado (Fotos 3 e 4 – Anexo 1) que desceu cerca de 7cm (Fotos 5a e 5b – Anexo 1).

O deslocamento dessa placa não implica em nenhum dano para as cortinas atirantadas nem para as instalações da CNAAA, visto que não existe nenhuma outra movimentação aparente no Muro III. As demais estruturas, incluindo as de drenagem, se encontram intactas (Fotos 6 e 7 – Anexo 1).

O pino 9 também foi instalado com o intuito de analisar o comportamento de uma trinca localizada no Muro IV. Em relação ao eixo X do pino 9, no período de março/2011 a dezembro/2011 um acréscimo nos deslocamentos. Em janeiro/2012 observou-se um decréscimo acentuado no deslocamento em relação ao eixo X do pino 9, atingindo valores semelhantes aos medidos antes de março/2011. Em maio/2013, os deslocamentos voltaram a aumentar, de forma similar ao verificado em 2011.

O deslocamento no eixo Y do pino 9 vem aumentando desde julho/2010, porém em março/2011 foi observada uma redução considerável no deslocamento medido, até atingir valores negativos em junho/2011. Em janeiro/2012 observou-se um acréscimo acentuado no deslocamento em relação ao eixo Y do pino 9 e, o deslocamento se manteve praticamente constante até abril/2013. Em maio de 2013, verificou-se uma nova redução nos deslocamentos, semelhante ao ocorrido em 2011.

Os deslocamentos nos eixos X e Y do pino 9 vêm apresentando leituras praticamente constantes desde maio/2013.

Apesar do comportamento observado tanto no eixo X quanto no eixo Y, a trinca não apresentou um progresso significativo, conforme Foto 23 do Anexo 1.

O pino 1 está localizado no Muro I, no limite da superfície de deslizamento. Este pino apresentou um acréscimo significativo no deslocamento no eixo Y a partir de julho/2011 e em janeiro/2012 observou-se um decréscimo nesse deslocamento, que se manteve constante até novembro/2013. Já o deslocamento em relação ao eixo X apresentou em janeiro/2012 uma elevação expressiva, que se manteve constante até dezembro/2012. Em janeiro/2013 verificou-se uma redução no deslocamento, que se manteve até dezembro/2014. Contudo, não foi observado deslocamento relativo do painel em que este pino está instalado.

O pino 10 está localizado no Muro IV, na junta 2 entre os blocos B e C. Em maio/2013 este pino apresentou um acréscimo de cerca de 4,2mm nos deslocamentos do eixo X. No mesmo período, maio/2013, verificou-se um decréscimo de mesma magnitude nos deslocamentos do eixo Y.

Os demais pinos não apresentaram variações significativas no deslocamento registrado.

A Tabela 8 apresenta os valores de deslocamento relativo de cada pino observados nas direções X e Y no período entre agosto/1998 e dezembro/2014, ou seja, após o reforço de 1997/98. Os deslocamentos relativos são calculados a partir das equações das retas de regressão linear do tipo $y = mx + b$ obtidas pelo método dos mínimos quadrados. Os Gráficos 4 a 11 do Anexo 2 apresentam os deslocamentos relativos ao longo do tempo.

Tabela 8: Deslocamento dos pinos de deslocamento entre agosto/1998 e dezembro/2014.

PINO	Deslocamento	
	X (mm)	Y (mm)
1	27,43	11,33
2	0,54	-0,30
3	7,16	1,19
4	1,19	-1,79
5	Danificado	Danificado
6	1,19	-1,79
7	Danificado	Danificado
8	1,79	8,35
9	19,08	-45,33
10	13,12	-4,17

Analisando os deslocamentos dos pinos de deslocamento, observa-se que os mesmos não apresentaram grandes variações de deslocamento com o tempo.

Estes resultados indicam que aparentemente os painéis não apresentaram deslocamentos relativos significativos, conforme vistoria realizada em fevereiro/2011.

Em novembro/2013, verificou-se um aparente deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV, conforme Fotos 24 e 26 do Anexo 1. Este deslocamento pode estar relacionado ao rompimento de 1 fio do tirante LB20 – Muro IV – bloco A em junho/2013 e ao acréscimo de carga na célula de carga BAL7, localizada no tirante LB4 – Muro IV – bloco B, medida em novembro/2013.

Em dezembro/2014, observou-se que o deslocamento entre os blocos B e C Muro IV manteve-se estável, conforme apresentado nas Fotos 25 e 27 do Anexo 1, e não foi constatada a existência de trincas nas estruturas de drenagem ou qualquer indício de dano estrutural no Muro IV.

5. COMENTÁRIOS FINAIS

As leituras da instrumentação indicam um comportamento adequado das cortinas atirantadas, não apresentando riscos ao acesso a CNAAA, apesar de atualmente existirem dezessete tirantes rompidos (aproximadamente 10% do total de tirantes) na cortina (seis tirantes rompidos foram detectados na vistoria de maio/2008, um em abril/2010 e dez em dezembro/2012), de um total de 168 tirantes.

Estes tirantes rompidos não estão concentrados na cortina, sendo assim distribuídos: 6 tirantes no Muro I de um total de 48 tirantes localizados dentro da zona de deslizamento, 2 no Muro II de um total de 41 tirantes na zona de deslizamento, 2 no Muro III de um total de 36 tirantes na zona de deslizamento e 8 no Muro IV (3 no bloco A e 5 no bloco B) de um total de 43 tirantes (blocos A a C) na zona de deslizamento.

As leituras das células de carga e dos pinos de deslocamento realizadas após a intensa precipitação de janeiro/2010 (97mm em 8h) e abril /2011 (414mm em 72h) não indicaram uma variação significativa na carga dos tirantes das cortinas atirantadas, assim como dos deslocamentos relativos entre os painéis das mesmas. Portanto, estas chuvas não acarretaram deslocamentos significativos no processo de movimentação da Encosta Noroeste.

Os resultados aqui apresentados corroboram os valores de deslocamento e de variação de nível d'água da Encosta Noroeste registrados em dezembro/2014 e apresentados no relatório de monitoramento da Encosta Noroeste (RL-AG-0997).

Atualmente estão sendo monitoradas 11 células de carga, sendo 7 antigas, em bom estado de conservação, e 4 novas, instaladas em 2012.

A monitoração das cortinas atirantadas é de suma importância para verificar e restabelecer as cargas de trabalho, mantendo o fator de segurança do cálculo de estabilidade. Assim, o monitoramento dessas cortinas não poderá ser interrompido até que ocorra uma tendência de estabilização bem definida.

A Eletronuclear esclarece que apesar de não ter sido possível substituir as 12 células de carga antigas, as 11 células de carga instaladas nas cortinas, são suficientes para a monitoração das cortinas do acesso.

Como só foram instaladas 4 células de carga de um total de 12 células de carga de 100tf/cada compradas da AEPH, a Eletronuclear irá realizar uma nova avaliação para substituir as 7 células de carga antigas em funcionamento.

Apesar da movimentação entre os blocos B e C do muro IV não ter sofrido um incremento perceptível no ano de 2014, a Eletronuclear irá definir e implementar um monitoramento adicional para acompanhar o comportamento dos blocos B e C do Muro IV. Além de elaborar um estudo para reforçar as cortinas atirantadas da Encosta Noroeste.

Cabe ressaltar, que o comportamento da cortina IV é esperado, pois a encosta encontra-se em processo de fluência. A segurança da Encosta Noroeste está garantida, pois não ocorreu um aumento significativo da velocidade de deslocamento medido pelos inclinômetros, conforme relatório da monitoração da Encosta Noroeste (RL-AG-0997).

FIGURAS

Figura 1 – Localização das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA.

Figura 2 – Muros das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA e posição das células de carga e dos pinos de deslocamento.

FOTOS

Foto 1 – Vista geral das quatro cortinas atirantadas do acesso a CNAAA

Foto 2 – Vista geral do muro III do acesso a CNAAA

Foto 3 – Vista da placa onde está o pino de deslocamento 7, mostrando a movimentação da placa em relação à adjacente

Foto 4 – Vista lateral do muro III, onde se vê a placa descolada junto ao pino 7 (extremidade direita)

Fotos 5a e 5b – Vista do pino de deslocamento 7, no muro III, mostrando o deslocamento da placa, para baixo, em cerca de 7cm

Foto 6 – Vista da canaleta de topo, intacta, do muro III das cortinas atirantadas do acesso à CNAAA, mostrando que o deslocamento da placa junto ao pino 7 é localizado

Foto 7 – Descida d'água das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA

Fotos 8a, 8b, 8c – Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB07 - Muro I – (CC1)

Fotos 9a, 9b, 9c – Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB16 - Muro IV - Bloco A – (CC6)

Foto 10 – Vista de 2 fios rompidos do tirante 12φ8mm - LB15 – Muro II

Foto 11 – Vista de 2 fios rompidos do tirante 12φ8mm - LA2 – Muro II

Foto 12 – Vista de 2 fios rompidos do tirante 14φ9mm - TA1 – Muro I

Foto 13 – Vista de 2 fios rompidos do tirante 12φ8mm - LB7 – Muro IV – bloco B

Foto 14 – Vista do tirante rompido TA01 e LB07 com a célula de carga CC7 instalada – Muro I.

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA

Foto 15 – Vista do tirante rompido LB06 – Muro IV.

Foto 16 – Vista dos tirantes rompidos LB07, com a célula de carga CC7 desinstalada, e TA01 – Muro I.

Foto 17 – Vista do tirante LB08 com a célula de carga CC3 – Muro II.

Foto 18 – Vista do tirante LB01 rompido e do tirante LB02 com a célula de carga CC4 desinstalada – Muro III.

Foto 19 – Vista do tirante LB16 rompido e com a célula de carga CC6 desinstalada – Muro IV - Bloco A.

Foto 20 – Vista do tirante LB04 com a célula de carga CC7 substituída pela BAL7 desinstalada e dos tirantes LB05 e LB06 rompidos – Muro IV - Bloco B.

Foto 21 – Vista geral das quatro cortinas atirantadas do acesso a CNAAA após a instalação das novas células de carga em 2012.

Foto 22 – Vista de 1 fio rompido do tirante LB20 – Muro IV – bloco A com a célula de carga BAL 6 instalada (2013).

Foto 23 – Vista da trinca do Muro IV – Pino 9 (2013).

Foto 24 – Vista do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2013).

Foto 25 – Vista do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2014).

Foto 26 – Detalhe do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2013).

Foto 27 – Detalhe do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2014).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA

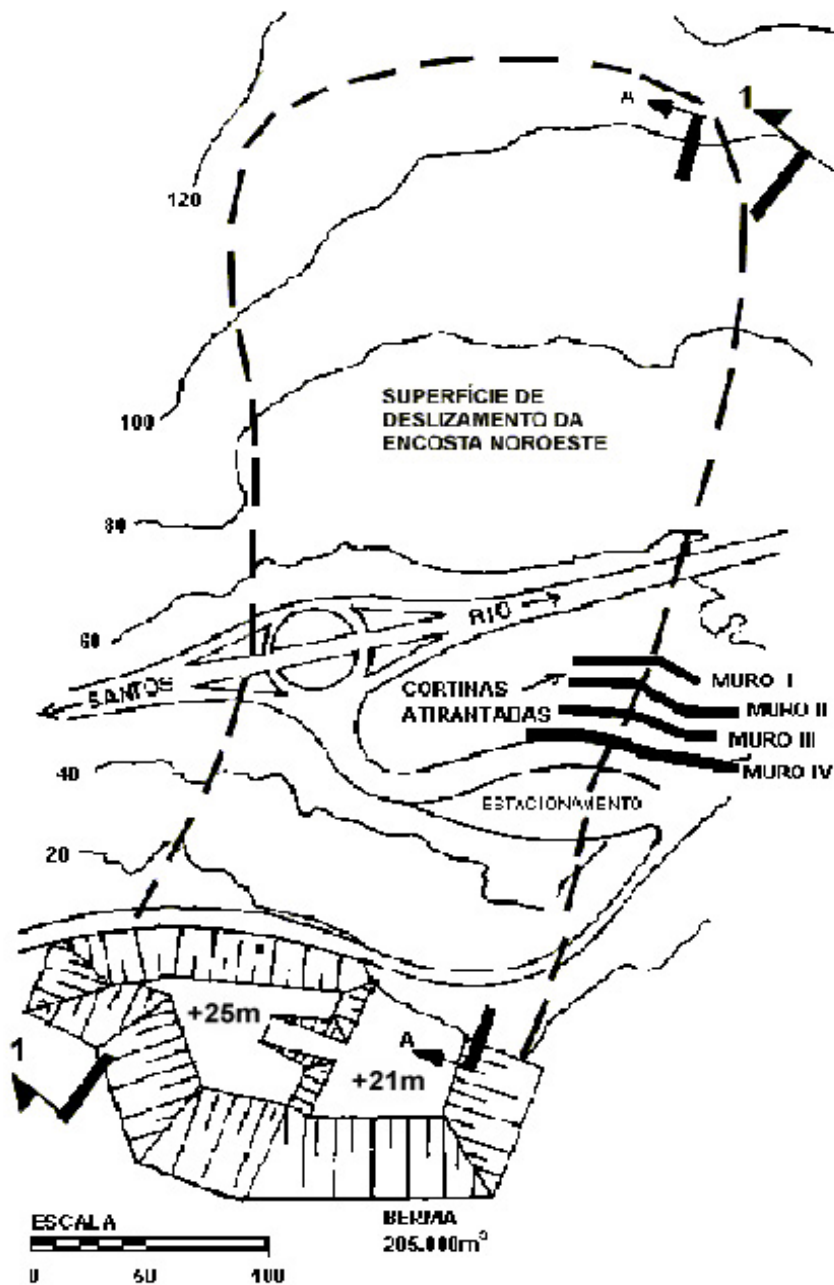


Figura 1

Localização das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA.

CORTINAS ATRANTADAS DO TREVO DE ACESSO A CNAAA (km 517,0)

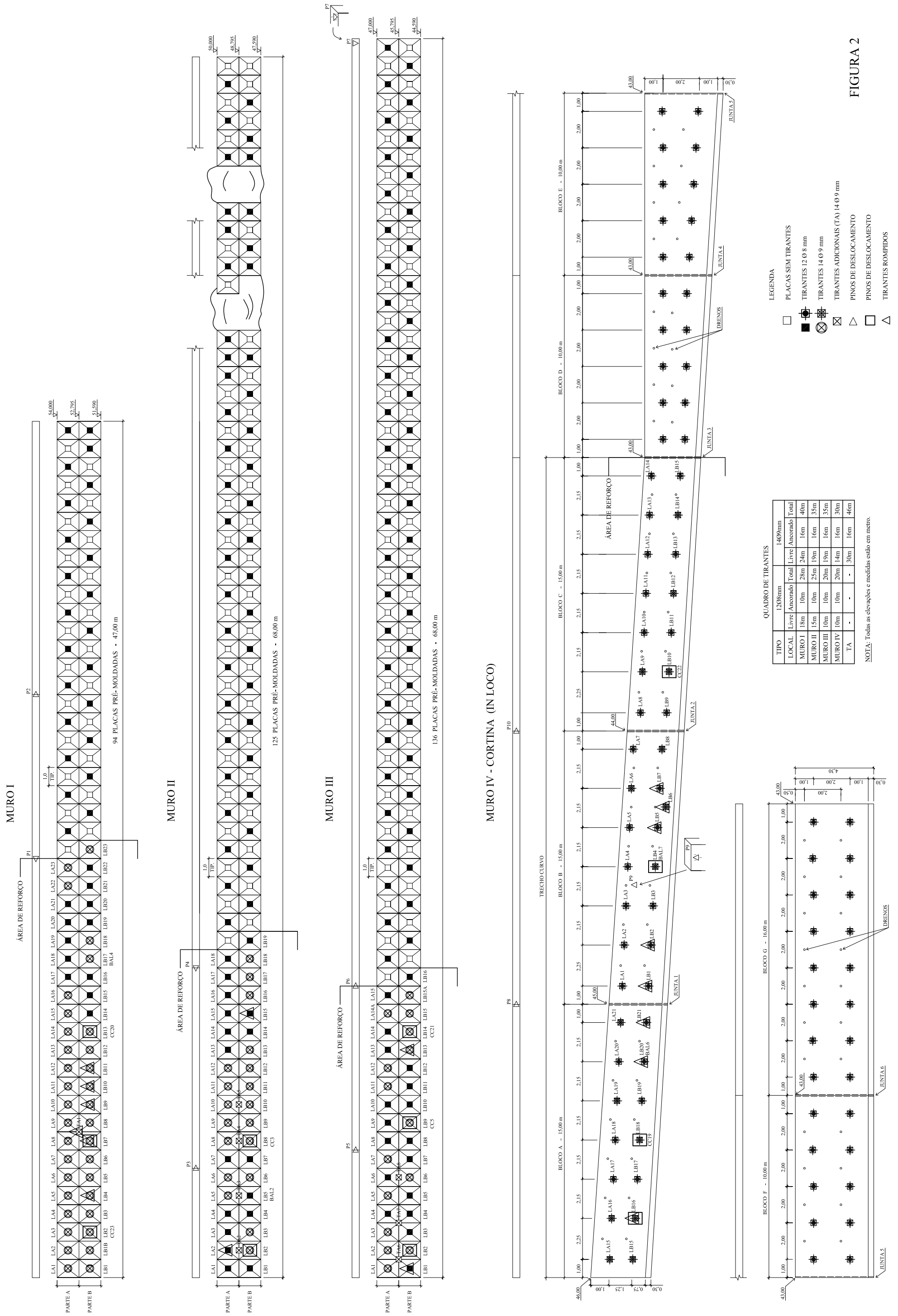


FIGURA 2



Foto 1

Vista geral das quatro cortinas atirantadas do acesso a CNAAA.



Foto 2

Vista geral do muro III do acesso a CNAAA.



Foto 3

Vista da placa onde está localizado o pino de deslocamento 7, detalhe da movimentação da placa em relação à adjacente.



Foto 4

Vista lateral do muro III, detalhe da placa descolada junto ao pino 7 (extremidade direita).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Foto 5a

Vista do pino de deslocamento 7, no muro III, indicando o deslocamento descendente da placa, cerca de 7cm.



Foto 5b

Vista do pino de deslocamento 7, no muro III, indicando o deslocamento descendente da placa, cerca de 7cm.



Foto 6

Vista da canaleta de topo, intacta, do Muro III das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA, indicando que o deslocamento da placa junto ao pino 7 é localizado.



Foto 7

Descida d'água das cortinas atirantadas do acesso a CNAAA.



Foto 8a

Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB07 - Muro I – (CC1).



Foto 8b

Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB07 - Muro I – (CC1).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Foto 8c

Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB07 - Muro I – (CC1).



Foto 9a

Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB16 - Muro IV - Bloco A – (CC6).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Foto 9b

Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB16 - Muro IV - Bloco A – (CC6).



Foto 9c

Vista do tirante rompido 14φ9mm - LB16 - Muro IV - Bloco A – (CC6).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Foto 10

Vista de 2 fios rompidos do tirante 12φ8mm - LB15 - Muro II.



Foto 11

Vista de 2 fios rompidos do tirante 12φ8mm - LA2 - Muro II.

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Foto 12

Vista de 2 fios rompidos do tirante 14 ϕ 9mm – TA01 – Muro I.



Foto 13

Vista de 2 fios rompidos do tirante 12 ϕ 8mm - LB7 – Muro IV – bloco B.

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA

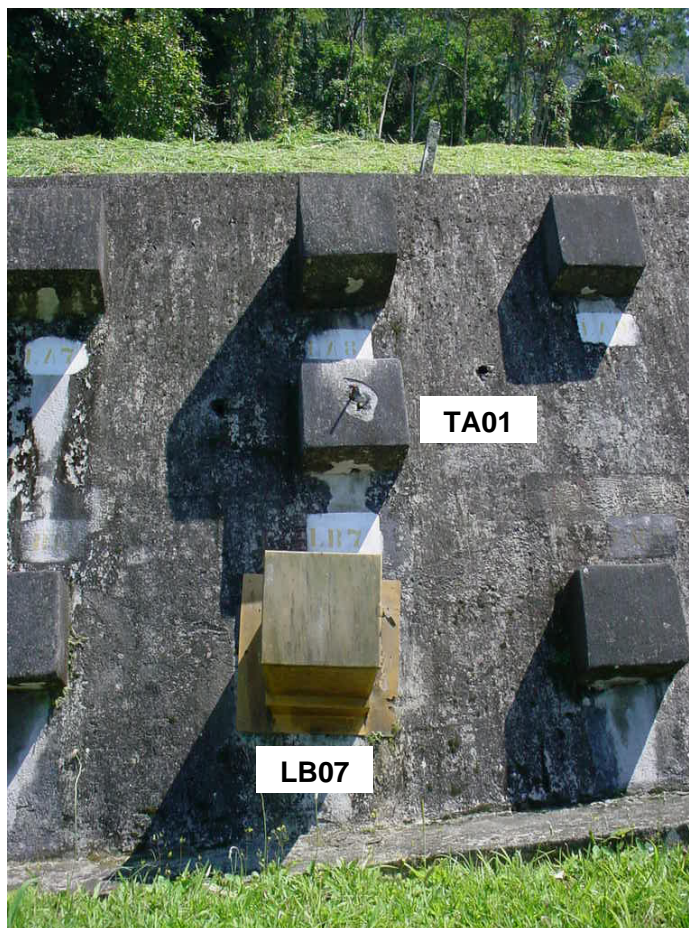


Foto 14

Vista do tirante rompido TA01 e LB07 com a célula de carga CC7 instalada – Muro I.

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Foto 15

Vista do tirante rompido LB06 – Muro IV (2010).



Foto 16

Vista dos tirantes rompidos LB07, com a célula de carga CC7 desinstalada, e TA01 – Muro I (2012).



Foto 17

Vista do tirante LB08 com a célula de carga CC3 – Muro II (2012).



Foto 18

Vista do tirante LB01 rompido e do tirante LB02 com a célula de carga CC4 desinstalada – Muro III (2012).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Foto 19

Vista do tirante LB16 rompido e com a célula de carga CC6 desinstalada – Muro IV - Bloco A (2012).



Foto 20

Vista do tirante LB04 com a célula de carga CC7 substituída pela BAL7 desinstalada e dos tirantes LB05 e LB06 rompidos – Muro IV - Bloco B (2012).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA

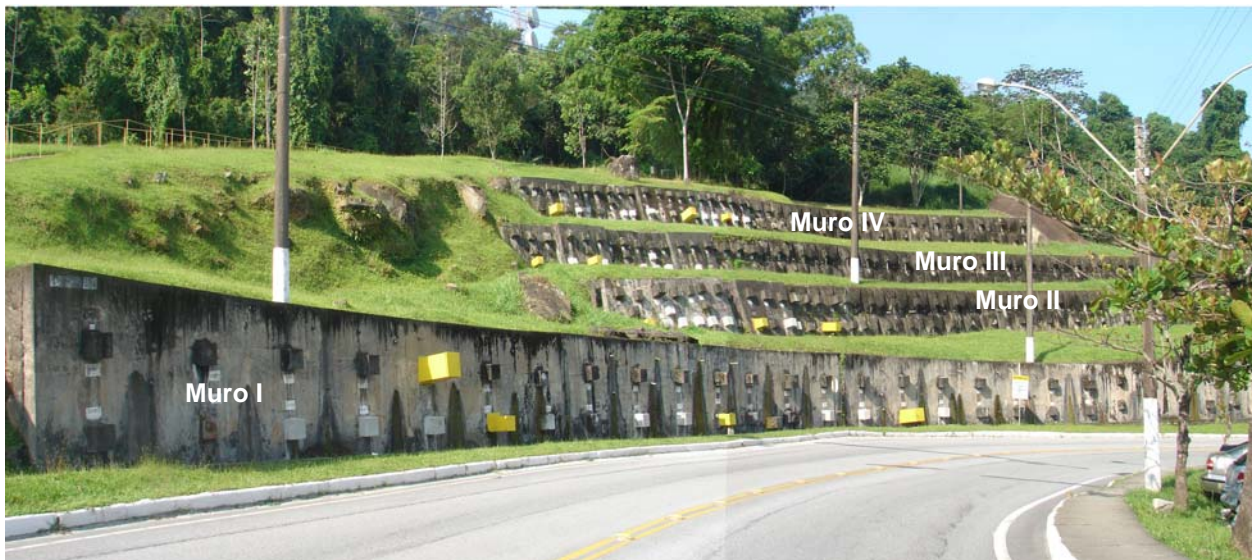


Foto 21

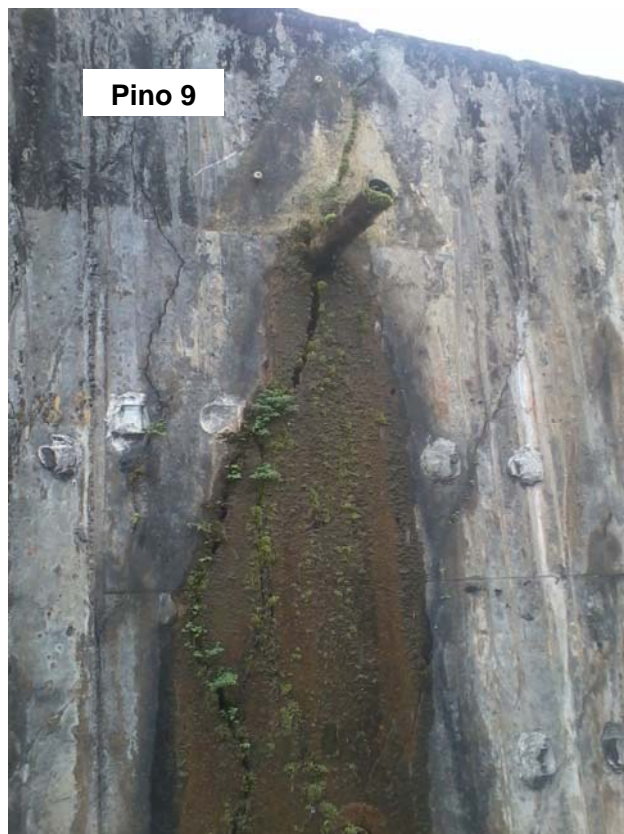
Vista geral das quatro cortinas atirantadas do acesso a CNAAA após a instalação das novas células de carga em 2012.



Foto 22

Vista de 1 fio rompido do tirante LB20 - Muro IV – bloco A com a célula de carga BAL 6 instalada (2013).

RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA



Pino 9

Foto 23

Vista da trinca do Muro IV - Pino 9 (2013).



Foto 24

Vista do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2013).



Foto 25

Vista do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2014).

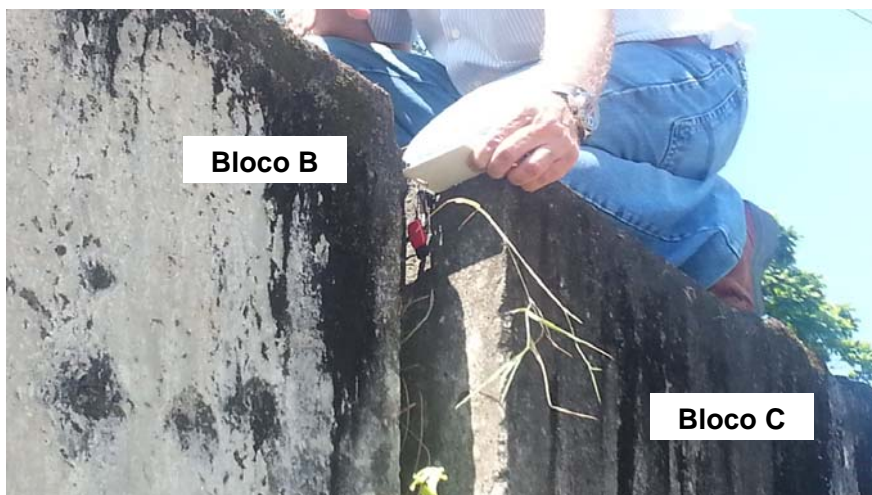


Foto 26

Detalhe do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2013).

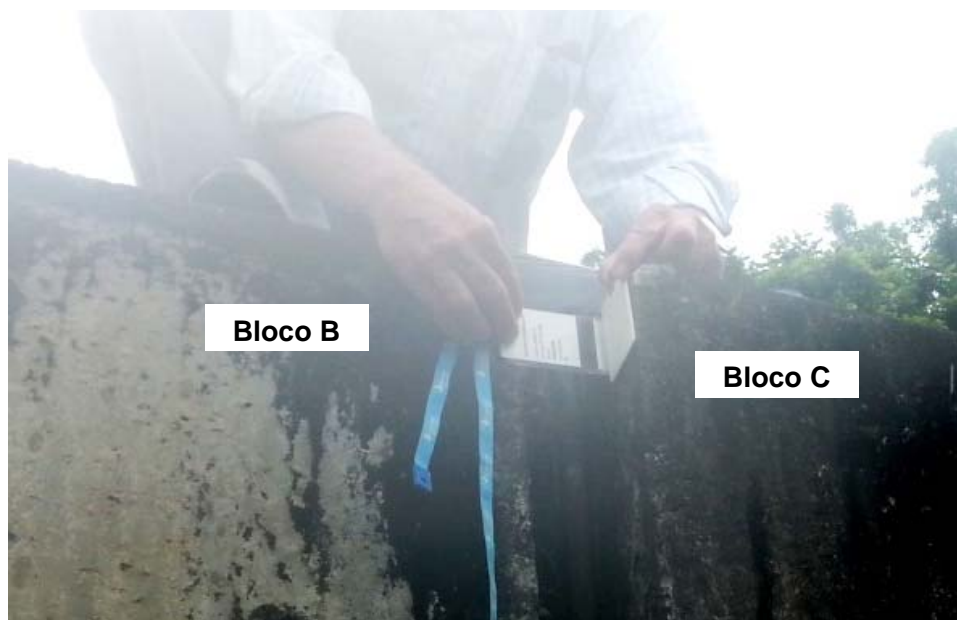


Foto 27

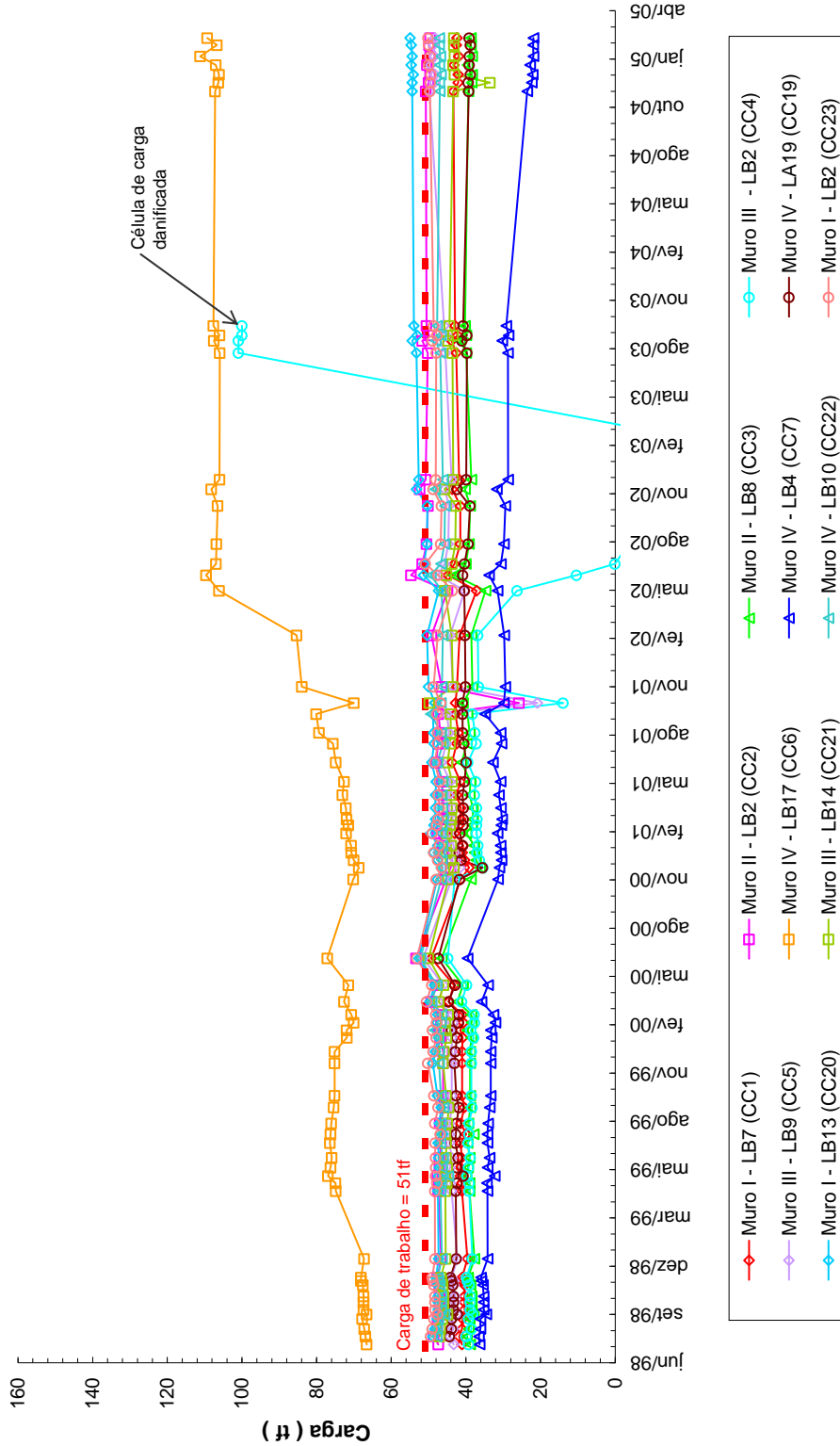
Detalhe do deslocamento entre os blocos B e C do Muro IV (2014).

INSTRUMENTAÇÃO DE CAMPO

- Gráfico 1** – Células de carga nos tirantes 14φ9mm (leitora antiga ILT 300 da Sodmex)
- Gráfico 2** – Células de carga nos tirantes 14φ9mm (leitora nova ILT 300 da Sodmex e caixa comutadora CRF05)
- Gráfico 3** – Células de carga nos tirantes 12φ8mm e 14φ9mm (leituras nova ILT 300 da Sodmex, caixa comutadora CRF05 e leitora Matrix Multi-Células)
- Gráfico 4** – Pinos de deslocamento do muro I – Eixo X
- Gráfico 5** – Pinos de deslocamento do muro I – Eixo Y
- Gráfico 6** – Pinos de deslocamento do muro II – Eixo X
- Gráfico 7** – Pinos de deslocamento do muro II – Eixo Y
- Gráfico 8** – Pinos de deslocamento do muro III – Eixo X
- Gráfico 9** – Pinos de deslocamento do muro III – Eixo Y
- Gráfico 10** – Pinos de deslocamento do muro IV – Eixo X
- Gráfico 11** – Pinos de deslocamento do muro IV – Eixo Y

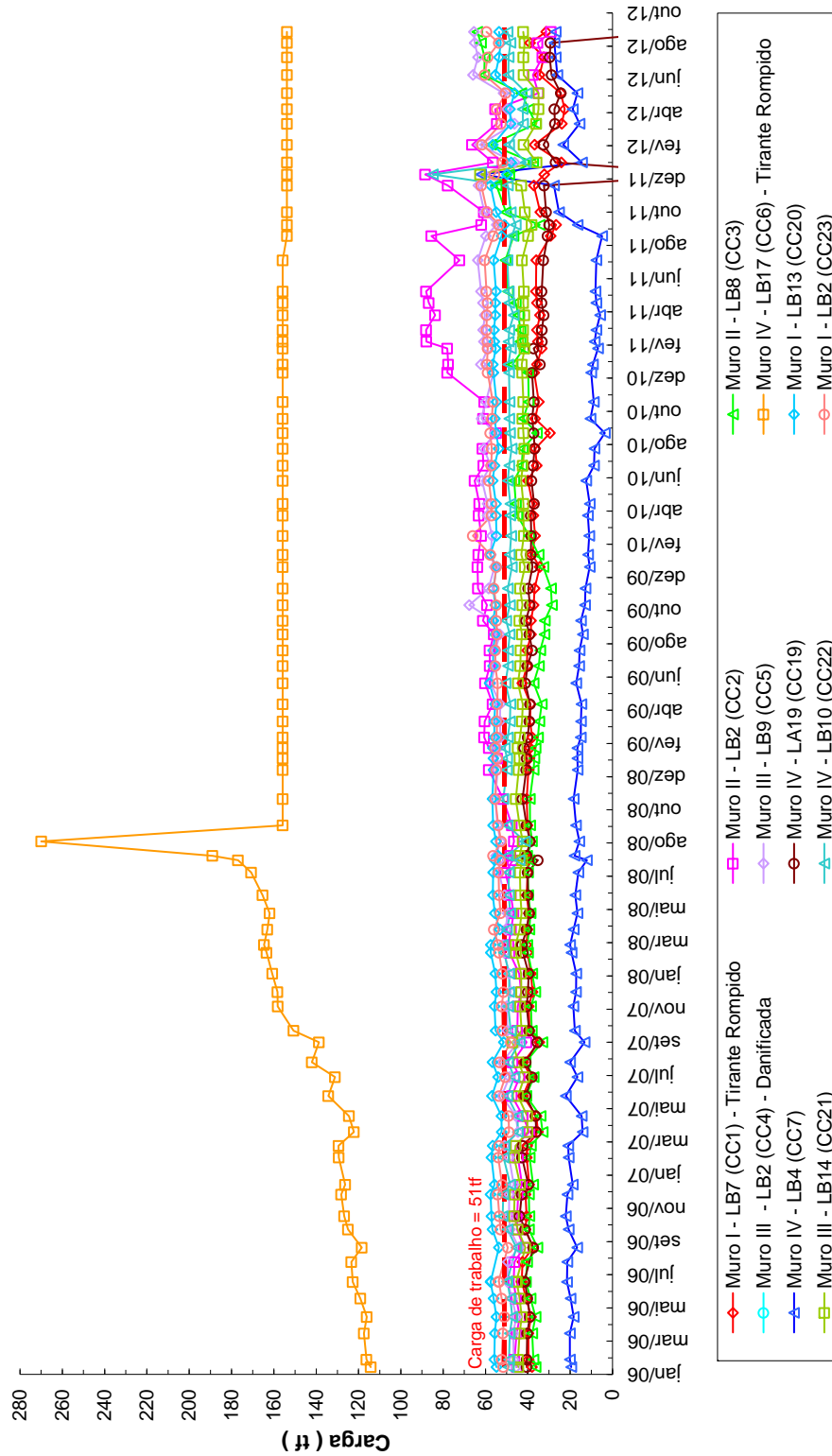
**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

Gráfico 1 - Células de Carga nos Tirantes (14φ9mm)
Leitora ILT 300 da Sodimex
Período: Jul/98 a Mar/05



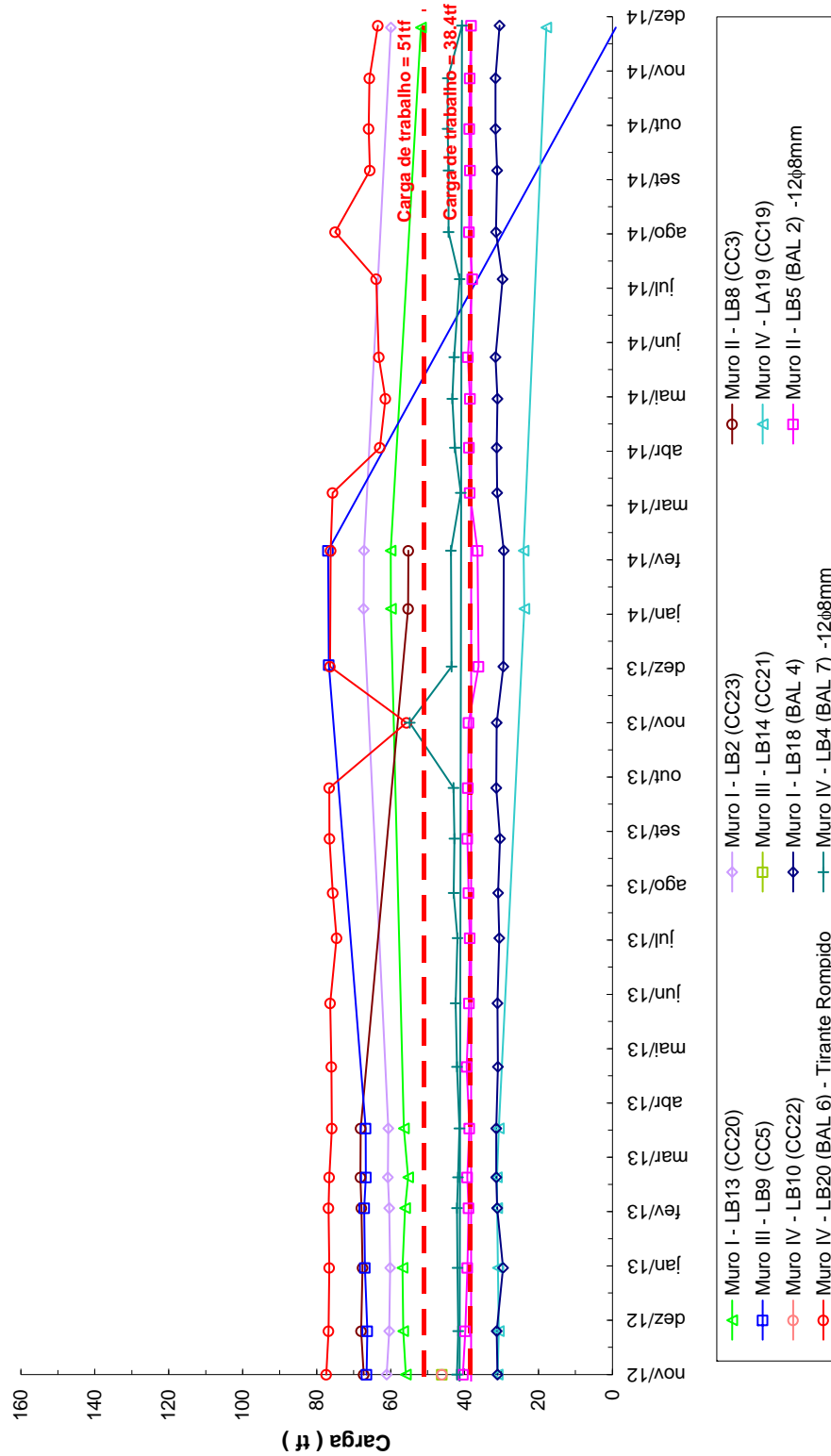
**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

Gráfico 2 - Células de Carga nos Tirantes (14φ9mm)
Leitora ILT 300 da Sodmex
Caixa Computadora CRF05
Período: Jul/1998 a Set/2012



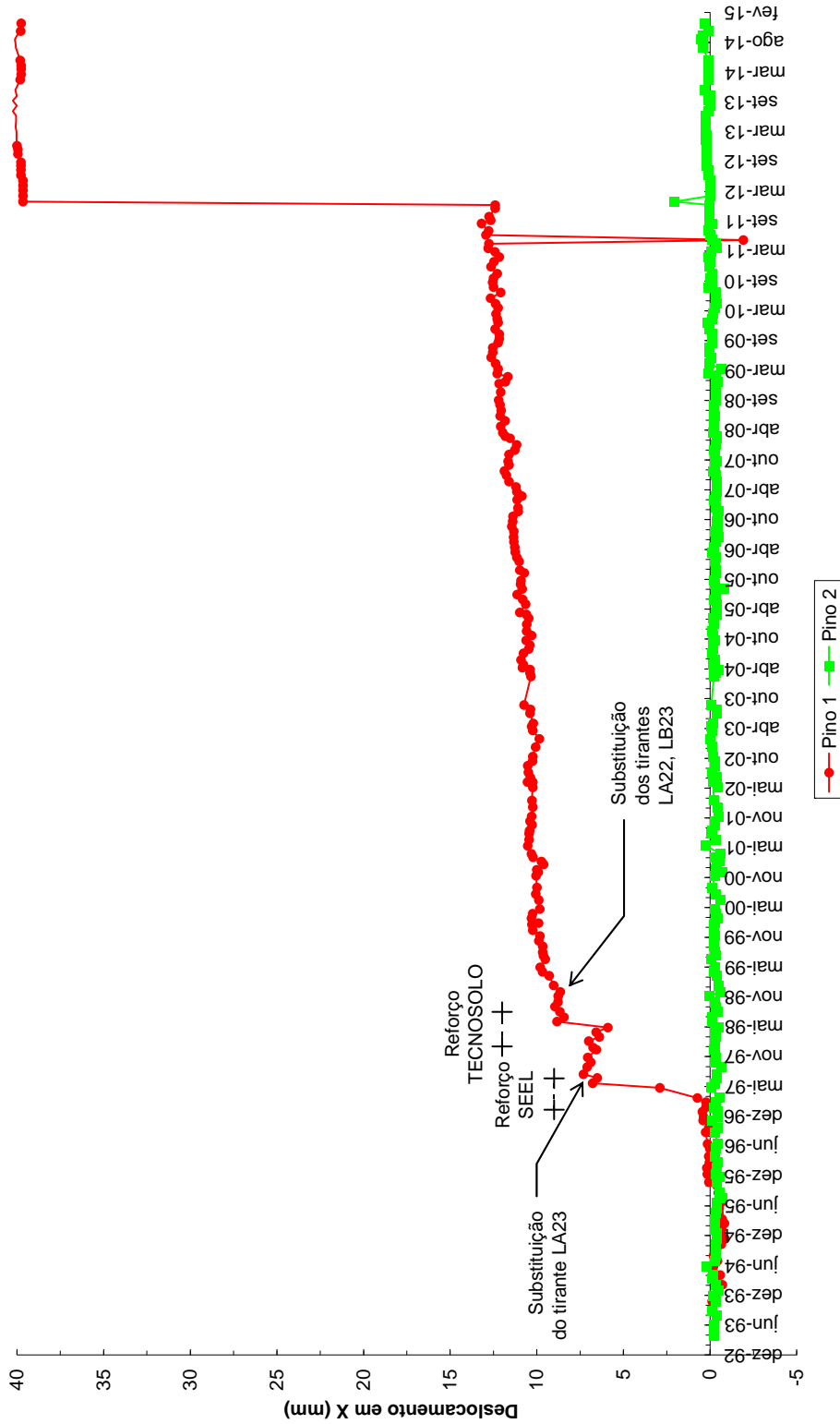
**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

**Gráfico 3 - Células de Carga nos Tirantes (12φ8mm e 14φ9mm)
Leitoras ILT 300 da Sodmex e Matrix Multi-Células
Caixa Comutadora CRF05
Período: Nov/2012 a Dez/2014**



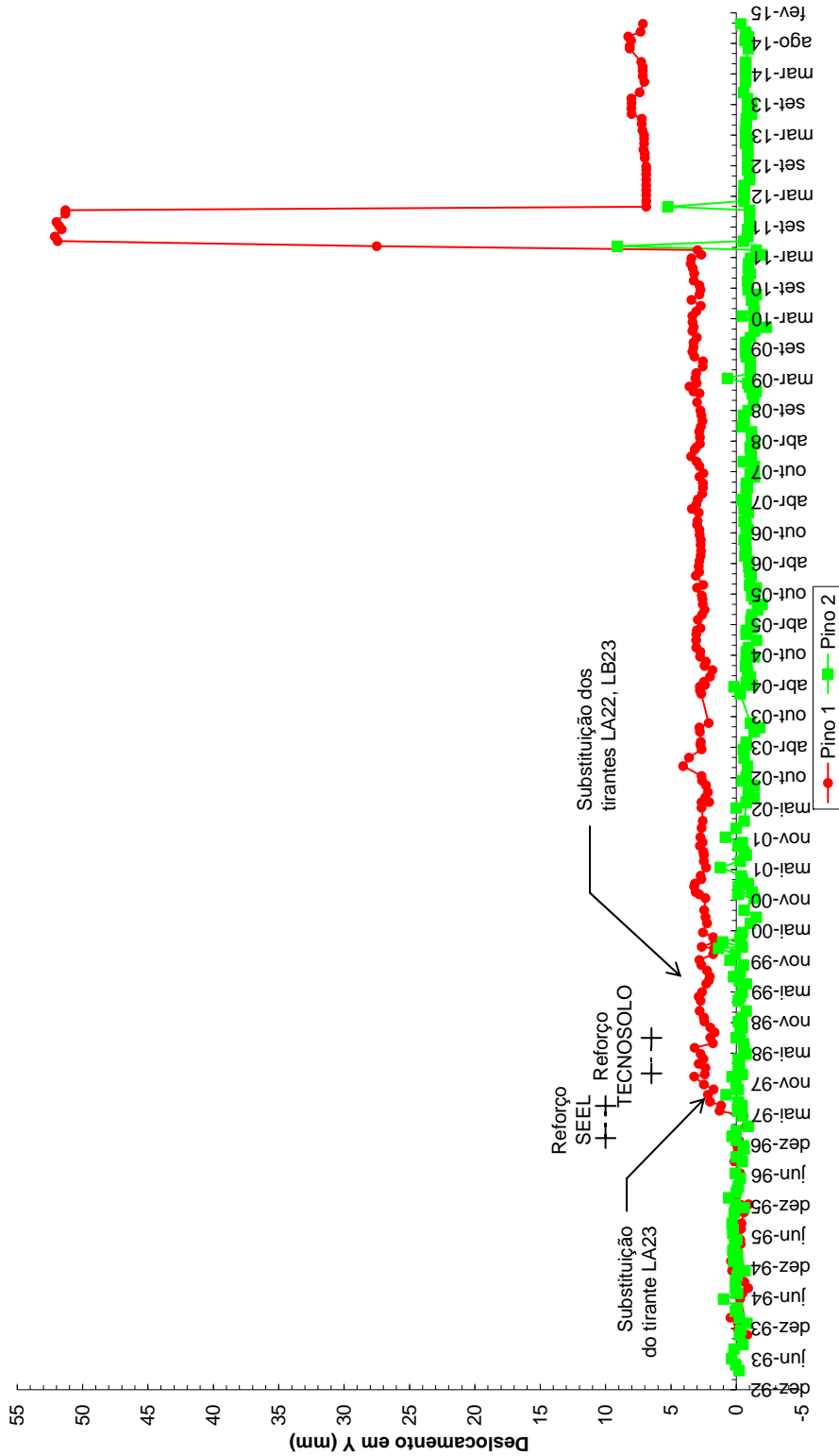
**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

Gráfico 4: Pinos de Deslocamento do Muro I
Eixo X



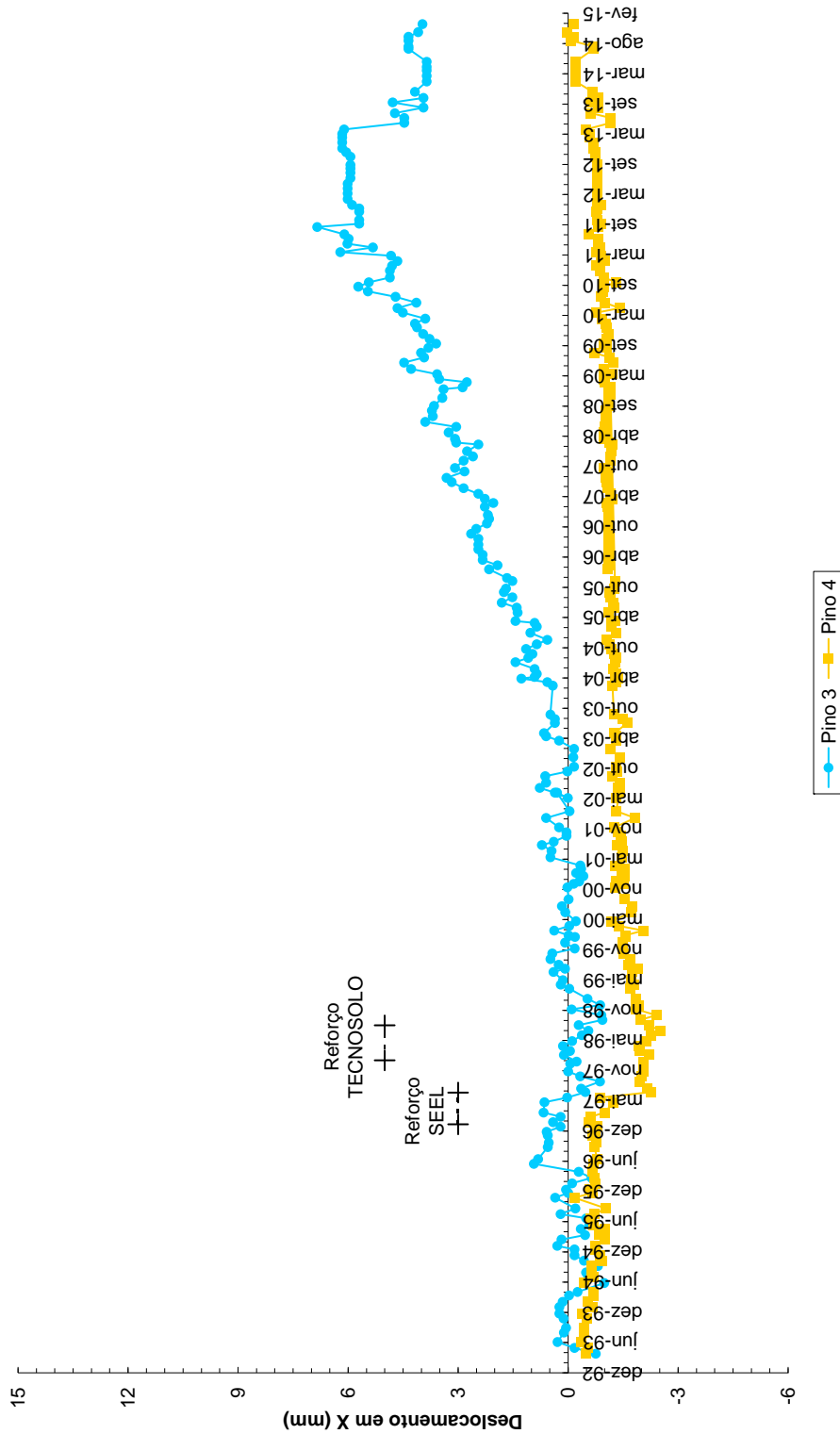
RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA

Gráfico 5: Pinos de Deslocamento do Muro I
Eixo Y



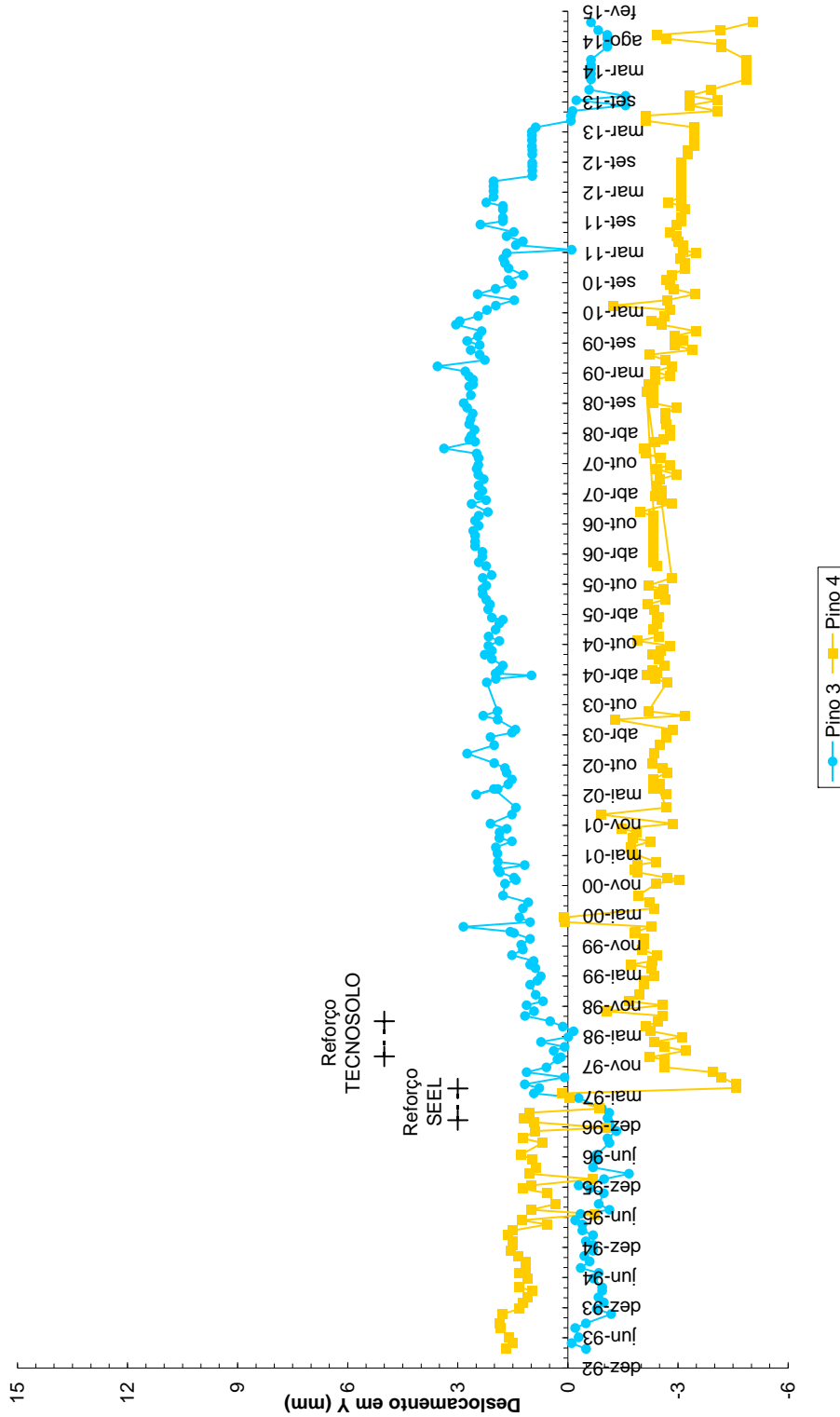
RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA

Gráfico 6: Pinos de Deslocamento do Muro II
Eixo X



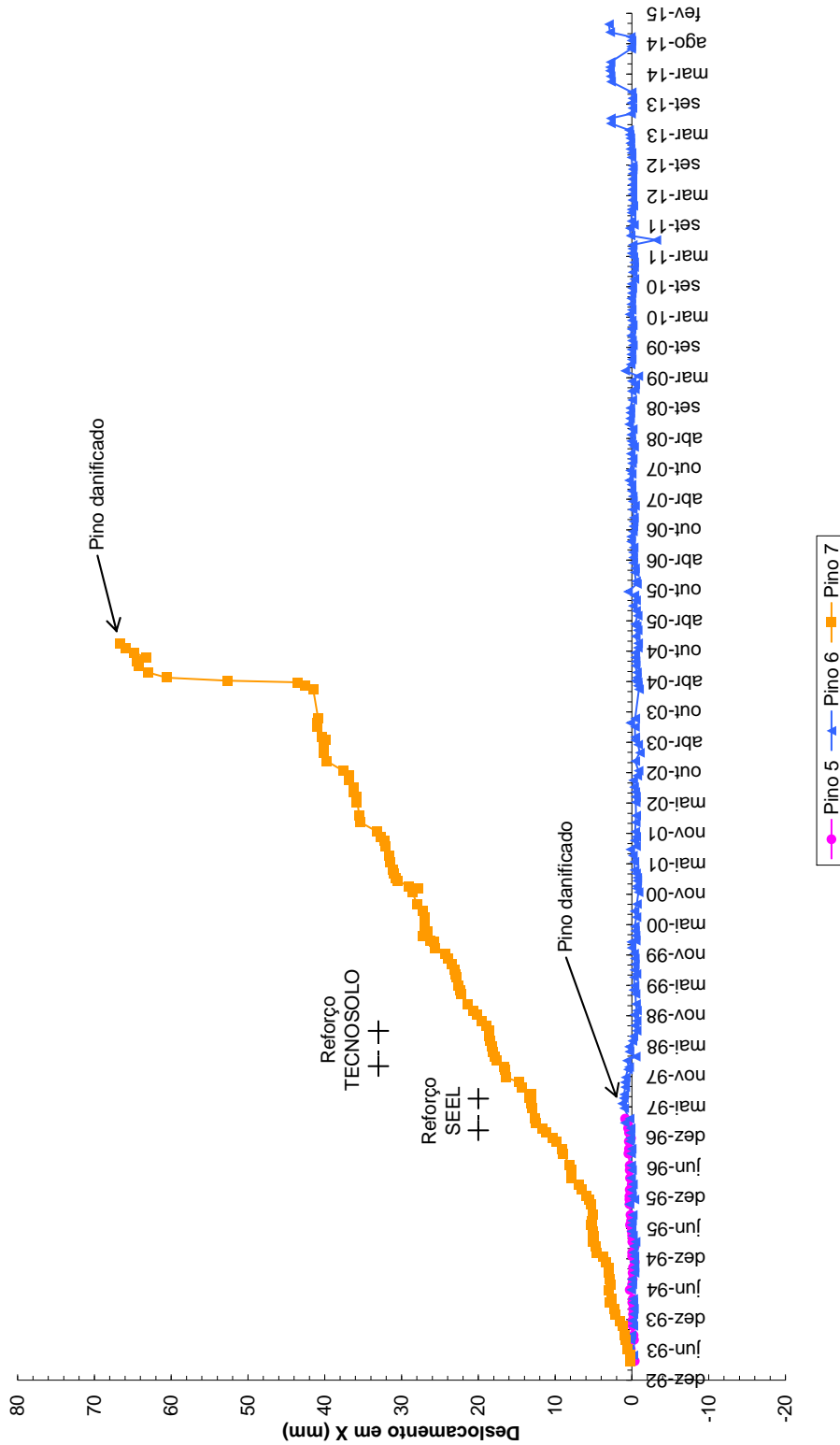
RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA

Gráfico 7: Pinos de Deslocamento do Muro II
Eixo Y



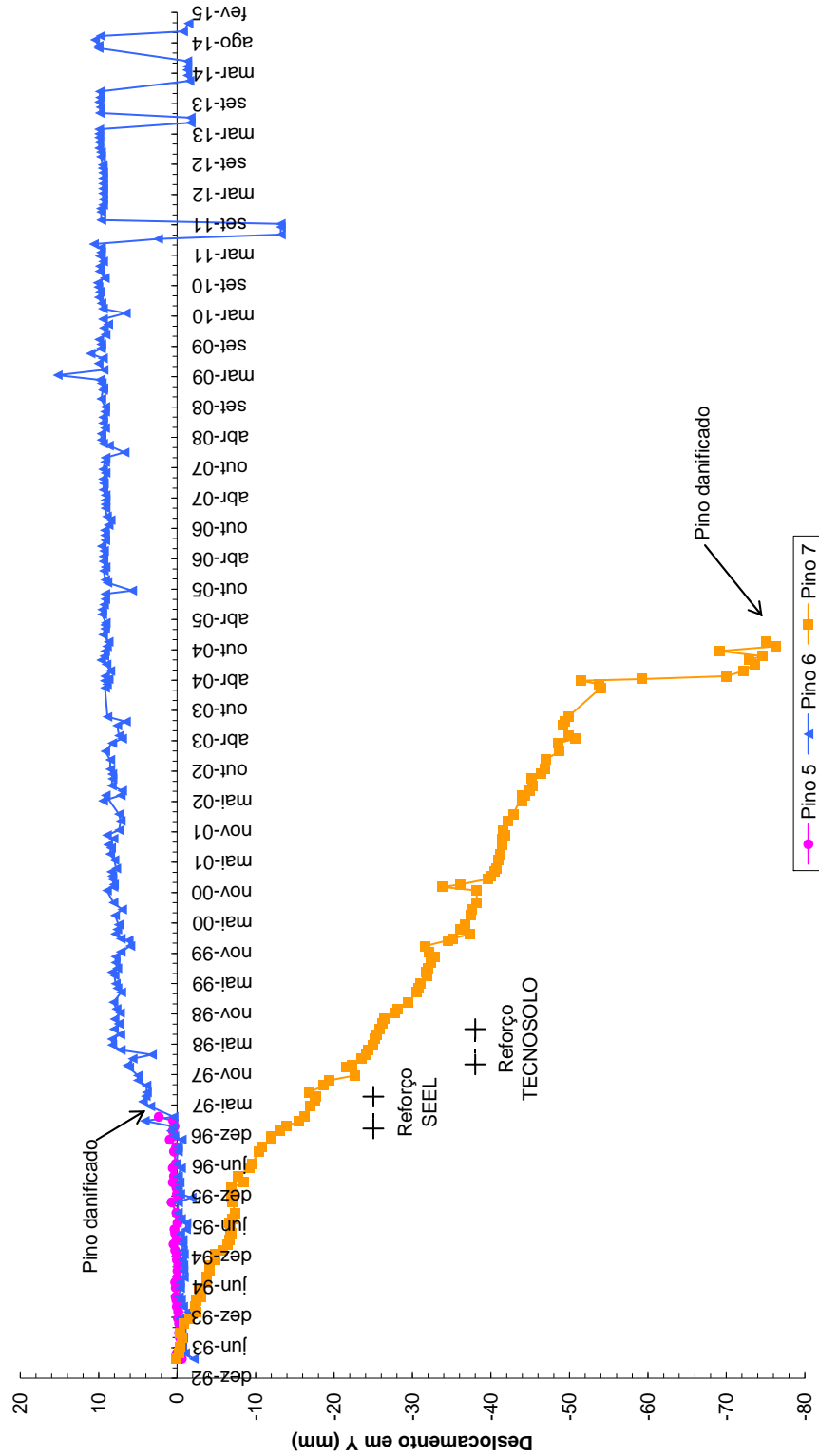
**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

Gráfico 8: Pinos de Deslocamento do Muro III
Eixo X



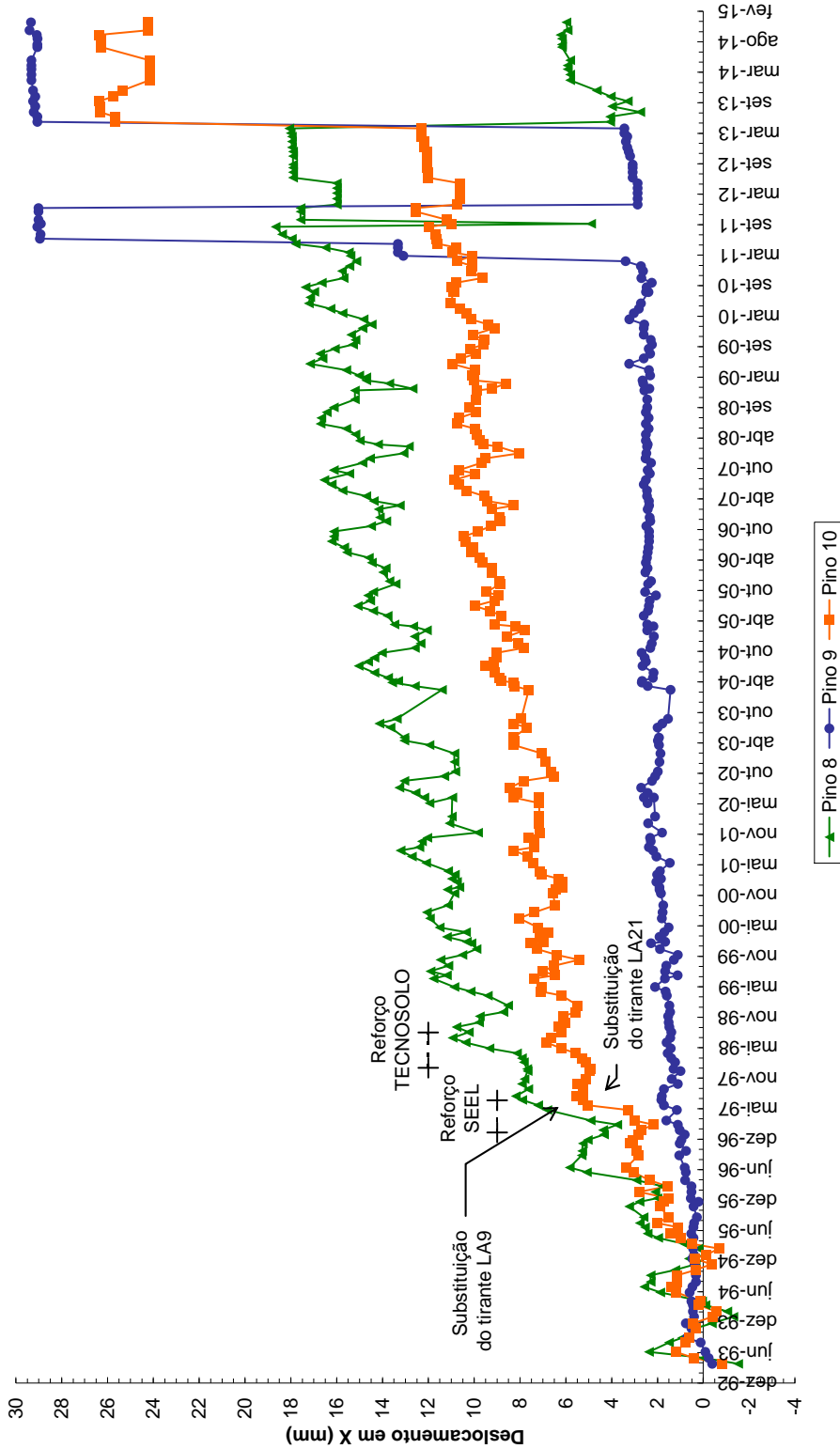
**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

Gráfico 9: Pinos de Deslocamento do Muro III
Eixo Y



**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

Gráfico 10: Pinos de Deslocamento do Muro IV
Eixo X



**RELATÓRIO
MONITORAÇÃO DAS CORTINAS
ATIRANTADAS DO ACESSO A CNAAA**

Gráfico 11: Pinos de Deslocamento do Muro IV
Eixo Y

