

ORIGINAL

FURNAS - AAT.E	
RELATÓRIO	
Nº	CÓPIA
17932	

A. P.



UHE Simplício
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO
DIQUE ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA
GEC.E.065.2014



RL-17932 ROAP

Assunto	RL N°	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

FOLHA DE ATUALIZAÇÃO

Revisões em vigor

Parte / Página	II/4									
Revisão	0									
Parte / Página	II/5	II/6	II/7	II/8	II/9	II/10	II/11	II/12	II/13	II/14
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parte / Página	II/15	II/16	II/17	II/18	II/19	II/20	II/21			
Revisão	0	0	0	0	0	0	0			
Parte / Página	III/22	III/23	III/24	III/25	III/26	III/27	III/28	III/29	III/30	III/31
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0		
Parte / Página	III/32	III/33	III/34	III/35	III/36					
Revisão	0	0	0	0	0					
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										

Observações:

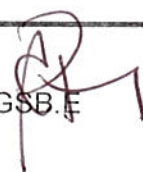
Órgão Emissor	Vistos	Aprovação	Data da Revisão	Revisão
GEC.E	DGSB/E	GEC.E	01/12/2014	00

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

Assunto	RL N°	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

SUMÁRIO

PARTE I - IDENTIFICAÇÃO E SÍNTESE.....	4
I.1. Identificação do Relatório.....	4
I.2. Síntese	4
PARTE II - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA.....	5
II.1. Objetivo	5
II.2. Análise de Comportamento.....	5
II.2.1 Dique Estaca 1	5
II.2.2 Dique Estaca 2	7
II.2.3 Dique Antonina	12
II.3. Conclusões e Recomendações.....	17
II.4. Referências.....	17
PARTE III - GRÁFICOS	18

Visto por Órgão: DGSSB.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSSB.E/MASR	Data da Revisão	Revisão	Página
		01/12/2014	00	3/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

PARTE I - IDENTIFICAÇÃO E SÍNTESE

I.1. Identificação do Relatório

- Autor

Marco Antonio da S. Ramidan – Engenheiro Civil – DSGB. E – GEC. E
DGSB. E – Divisão de Geotecnia e Segurança de Barragens
GEC. E – Gerência de Engenharia Civil

- Cliente

GRN. O / DOSP. O

- Órgãos Envolvidos

GEC. E / DGSB. E

- Distribuição

GCL. E / DCGL. E / GST. E / DTEC. E

I.2. Síntese

Este relatório apresenta a análise de desempenho dos Diques Estacas 1,2 e Antonina pertencente ao circuito hidráulico de interligação da UHE Simplício, associada às informações da inspeção técnica realizada em 23/10/2014, RIT GEC. E. 007.2014 e dos dados do monitoramento desde o início de sua instalação até outubro de 2014.

A parte II refere-se à caracterização técnica onde são apresentadas as plantas e seções das estruturas de barramento contendo a instrumentação de auscultação inerente a cada estrutura e as respectivas tabelas com os dados de instalação necessários a interpretação do estudo de comportamento dos instrumentos em função dos dados de leituras advindas dos serviços de auscultação.

Na Parte III estão incorporados os dados do monitoramento, em forma de gráficos temporais a partir de leituras de campo, consubstanciadas aos controles hidrometeorológicos, de percolação e de recalque dos diques. Esses dados que alimentam a base de dados SSB são provenientes das campanhas de leituras realizadas pela operação da Usina nos diversos instrumentos de auscultação instalados no empreendimento, a exceção das campanhas de nivelamento altimétrico, cujos dados são fornecidos pela equipe da Divisão de Tecnologia em Engenharia Civil-DTEC. E.

Diante das observações que indicam um comportamento para as estruturas e suas fundações normal perante as solicitações hidrodinâmicas atuantes e as ocorrências detectadas, somos de parecer que não apresentam riscos de comprometimento aos critérios de segurança estabelecidos pelos projetos.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/MASR	01/12/2014	00	4/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

PARTE II - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA

II.1. Objetivo

Este relatório objetiva, com base nas informações da instrumentação de auscultação apresentar um parecer técnico sobre as condições de estabilidade das estruturas civis de barramento hidráulico dos Diques Estaca 1, Estaca 2 e Antonina. Consideramos as observações da inspeção técnica realizada em 28/01/2014, na análise do comportamento destas estruturas.

II.2. Análise de Comportamento

Apresenta-se neste item a análise do comportamento dos Diques Estacas 1, 2 e Antonina consubstanciada nas leituras dos instrumentos de auscultação instalados nas fundações e aterros dos diques. Os diques são constituídos basicamente de um maciço de terra e enrocamento compactado cujo monitoramento é predominantemente realizado por:

- Piezômetros de tubo tipo Casagrande modificado;
- Medidores de nível d'água;
- Medidores de vazão;
- Marcos superficiais.

Ressalta-se que todas as informações relativas ao monitoramento civil dos diques (frequências das leituras, níveis de atenção, alerta e referência, desenhos de projeto e dados de instalação dos instrumentos) encontram-se definidos no manual de monitoramento das estruturas civis da UHE Simplício referenciado no item II.4.

II.2.1 Dique Estaca 1

O monitoramento do Dique Estaca 1 é realizado através de 02 (dois) piezômetros tipo Casagrande, instalados na seção do enrocamento a partir da crista do aterro. Na Figura 1 constam a planta e a seção do dique com as localizações dos instrumentos. Os dados de instalação dos instrumentos estão representados na Tabela 1.

As medidas dos potenciais piezométricos estão representadas por meio de gráfico temporais que contemplam as leituras dos 02 (dois) piezômetros de tubo tipo Casagrande, instalados no corpo do aterro compactado em diferentes profundidades e níveis em relação à seção transversais do Dique, Parte III, Figura 4.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DG.SB.E	Órgão: DG.SB.E/MASR	01/12/2014	00	5/36

Assunto

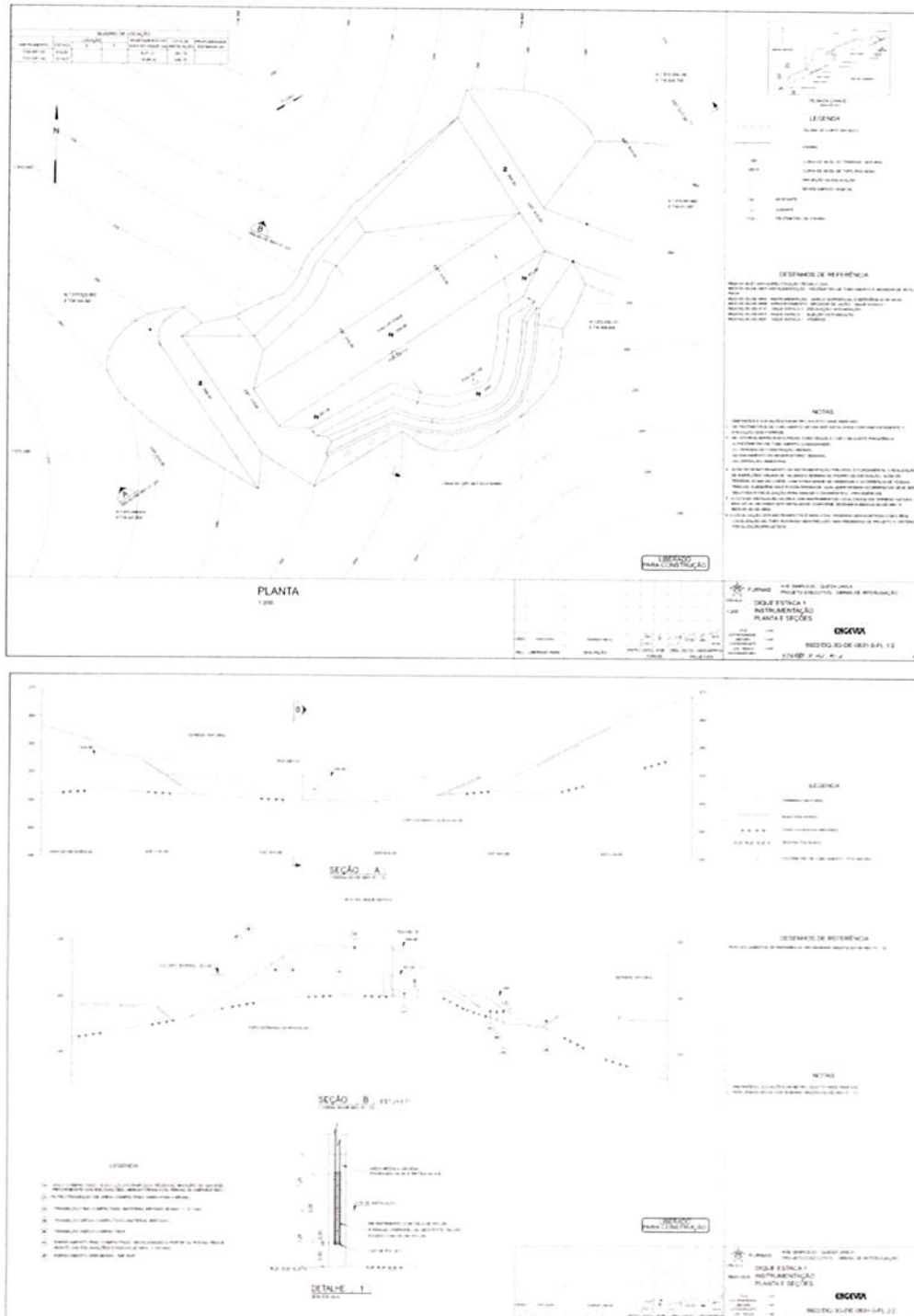
**RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA**

RL Nº

GEC.E.065.2014

Data de Emissão

01/12/2014



**Figura 1: Localização dos instrumentos do Dique Estaca 1
Planta e Seções.**

Visto por

Órgão: DGSEB.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DGSEB.E/MASR

Data da Revisão

01/12/2014

Revisão

00

Página

6/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

Piezometria do Dique Estaca 1:

Ambos os piezômetros encontram-se secos, sem o registro de valores de medidas o que caracteriza a ausência de carga hidráulica no ponto instrumento.

A Tabela 1, apresenta as nomenclaturas dos instrumentos codificados no sistema de segurança de barragem-SSB, com os dados cadastrais de instalação dos instrumentos e as previsões de limites de atenção previstos em projeto.

Tabela 1: Características dos instrumentos de piezometria do Dique Estaca 1.

INSTRUMENTAÇÃO - OBRAS DE INTERLIGAÇÃO - AHE SIMPLICIO

DADOS DE INSTALAÇÃO													
ESTRUTURA: DIQUE ESTACA 1													
PIEZOMETROS DE TUBO TIPO CASAGRANDE													
CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	DATA DA LBTURA	LBTURA POT. PZ (m)	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	PESSÃO NEUTRA EM mca	SITUAÇÃO	ZONA DE INSTALAÇÃO	OBSERVAÇÃO
	N	E										MATERIAL	
INTE122SPC001	7.570.518,590	718.377,380	07/10/2009	07/10/2014	-	252,020	255,510	0°	252,50	-	SECO	ARGILA	Solo compactado
INTE122SPC002	7.570.515,640	718.390,480	24/09/2009	07/10/2014	-	246,650	250,340	0°	247,50	-	SECO	ARGILA	Solo compactado

II.2.2 Dique Estaca 2

O monitoramento do Dique Estaca 2 é realizado através de 16 (dezesesseis) piezômetros tipo Casagrande, 05 (cinco) medidores de nível d'água, sendo os 02 (dois) primeiros na ombreira direita e os 03 (três) seguintes na ombreira esquerda, 02 (duas) referências de níveis e 05 (cinco) marcos superficiais instalados ao longo da crista do aterro.

Constam na Figura 2 a planta e as seções do dique com as localizações dos instrumentos. Os dados de instalação dos instrumentos estão inseridos nas seguintes tabelas:

Tabela 2, Características dos instrumentos de piezometria e medidores de nível d'água;

Tabela 3, Características dos instrumentos de medição de vazão;

Tabela 4, Características dos instrumentos de altimetria, referência de níveis e marcos superficiais.

As medidas dos potenciais piezométricos e pressões neutras estão representadas por meio de gráfico temporais que contemplam as leituras dos 16 (dezesesseis) piezômetros de tubo tipo Casagrande e dos 05 (cinco) medidores de nível de água, instalados no corpo do aterro compactado e nos contatos solo/ rocha, em diferentes profundidades e níveis em relação às seções transversais do Dique, Parte III, Figuras 5 a 10.

Inicialmente o projeto definiu 02(dois) medidores de vazão para a estrutura do dique (INTE222DRD101), instalado em 29.11.2011 e (INTER222DRD102) este último não pode ser instalado devido a um impedimento fundiário. O medidor de vazão em operação encontra-se instalado próximo a (EST 17+50) área a jusante do Dique

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DG.SB.E	Órgão: DG.SB.E/MASR	01/12/2014	00	7/36

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

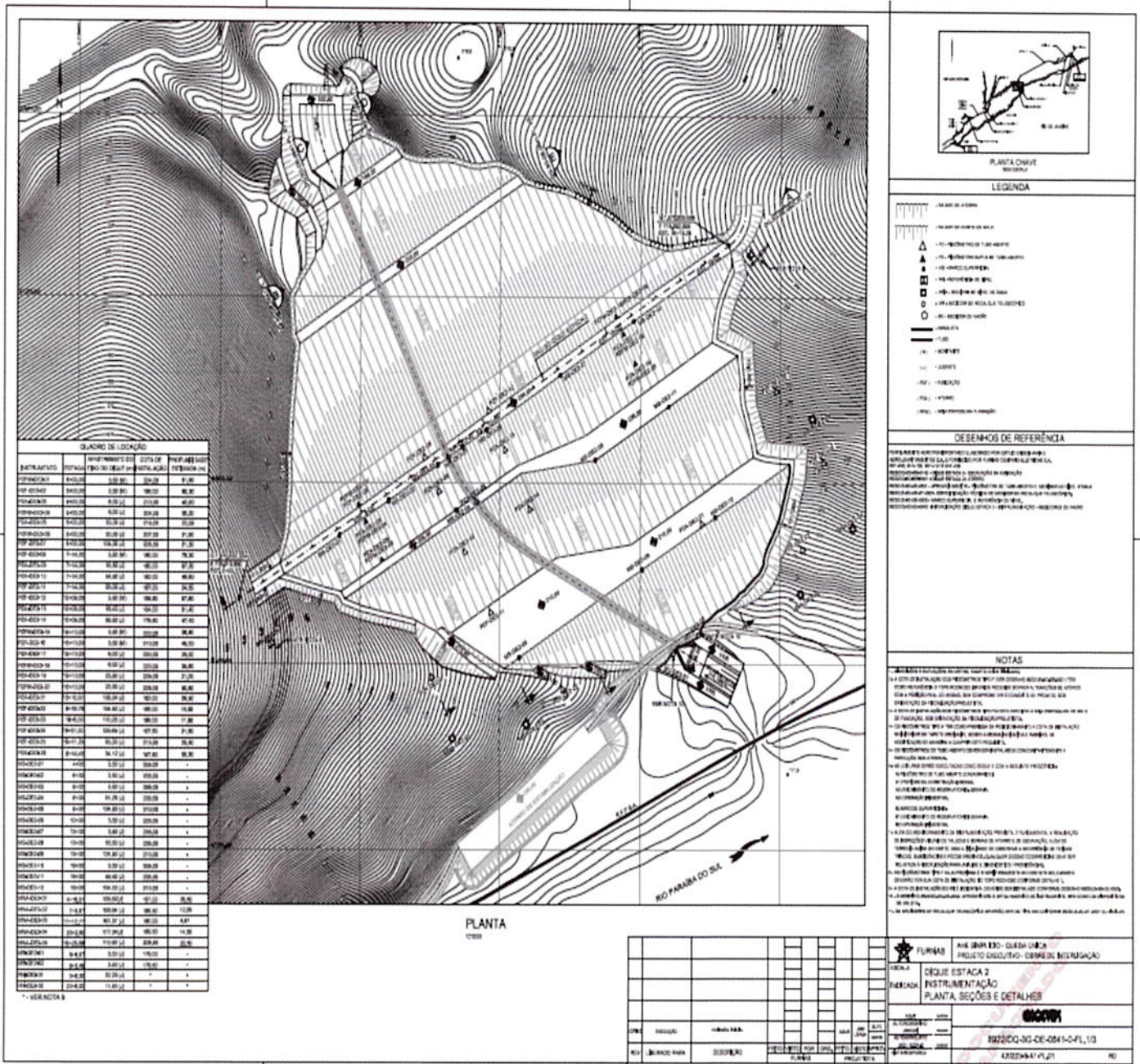
RL Nº

GEC.E.065.2014

Data de Emissão

01/12/2014

As medidas dos recalques constam no registro dos gráficos temporais constantes da Parte III, Figuras 11 a 13. Os dados do monitoramento da campanha de nivelamento ainda não foram inseridos no SSB, pela GST. E / DTEC. E.



Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL Nº

GEC.E.065.2014

Data de Emissão

01/12/2014

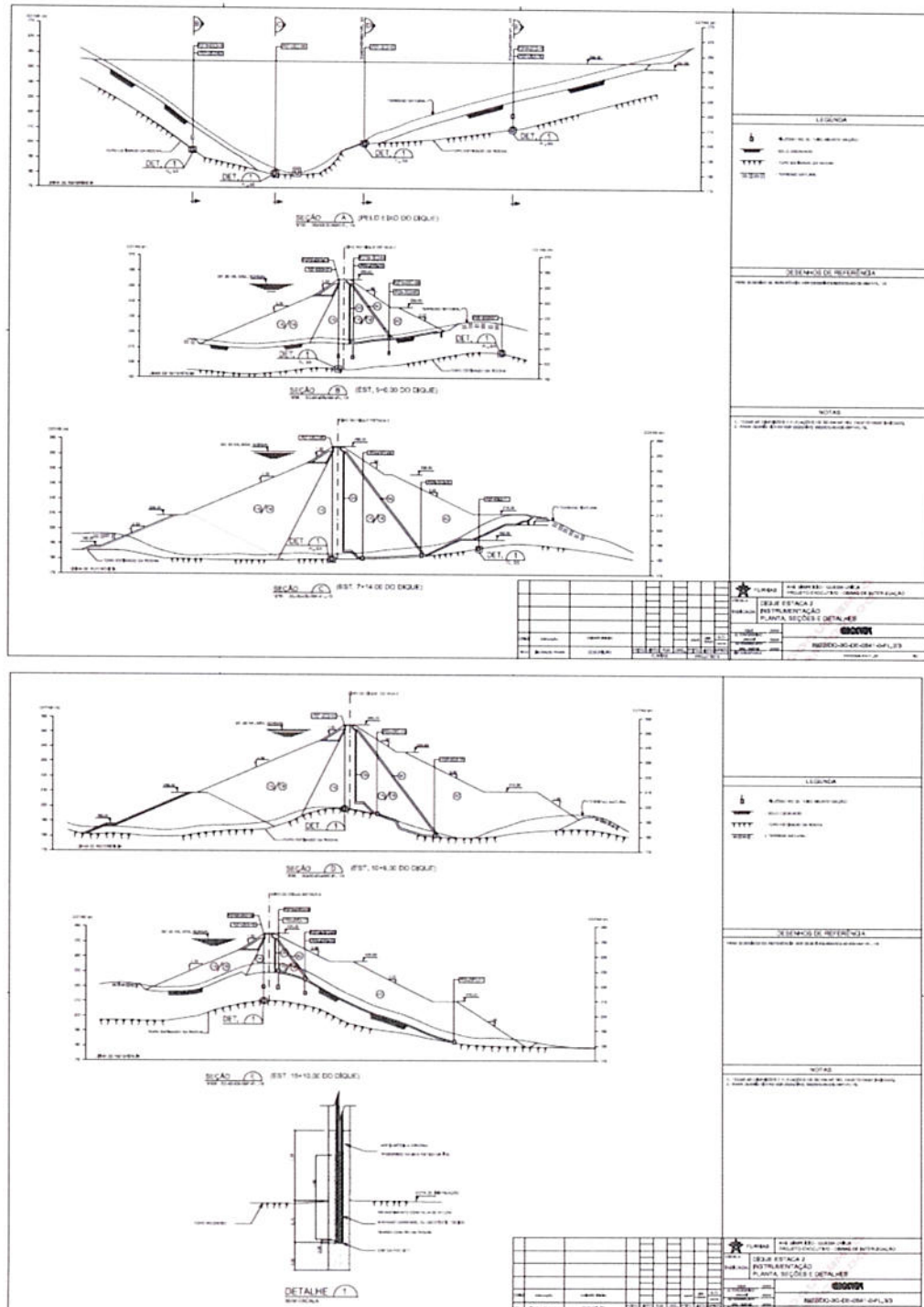


Figura 2: Localização dos instrumentos do Dique Estaca 2
Planta e Seções.

Visto por

Órgão: DG.SB.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DG.SB.E/MASR

Data da Revisão

01/12/2014

Revisão

00

Página

9/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

Piezometria do Dique Estaca 2:

As medições do potencial hidráulico são apresentadas na parte III deste relatório contemplando as leituras em 16 piezômetros de tubo tipo Casagrande e 3 medidores de nível d'água instalados no maciço de fundação e no aterro compactado em diferentes profundidades e divididos em 4 seções transversais.

A Tabela 2 apresenta as características dos instrumentos de piezometria e medidores de nível d'água com a nomenclatura dos instrumentos correspondentes e com os registros necessários para a interpretação do comportamento das subpressões atuando na base do Dique.

A partir das observações dos valores de medições encontrados na Tabela 2, registram-se:

Encontra-se em estado seco os seguintes piezômetros - (INTE22SPN002, INTE22SPN006, INTE22SPN008, INTE22SPN009, INTE22SPN017 e INTE22SPN018) e, com valores próximos aos limites de atenção os piezômetros (INTE22SPN004, INTE22SPN005, INTE22SPN012, INTE22SPN013 e INTE22SPN016)

Os demais potenciais piezométricos medidos no Dique (aterro e fundação), de forma geral, apresentaram valores dentro de um comportamento de estabilidade, com valores adequados das pressões neutras e sub-pressões atuantes na base do Dique, garantindo um bom desempenho da estrutura a níveis de projeto.

Medidores de vazão:

A medição do fluxo de percolação é realizada através 01(um) medidor de vazão localizado próximo a (EST 17+50) área à jusante do dique, com medidas de vazões próximas a 1l/min.

Entretanto devido a problemas de calibração a conversão dos valores das leituras no SSB, não foi possível emitir um parecer determinístico na análise das vazões medidas (Tabela 3).

Monitoramento altimétrico:

O monitoramento dos recalques é realizado através do nivelamento altimétrico dos 14 (quatorze) marcos superficiais localizados na estrutura do dique, sendo 07 7(sete) ao longo da El. 210 m e os outros 07(sete) na El. 236 m do dique. Os dados do monitoramento das campanhas realizadas são apresentados na parte III deste relatório através dos Gráficos, Figuras 11 a 13 e as características dos instrumentos de altimetria encontram-se com registros na Tabela 4.

Os recalques apresentados no decorrer das 6 campanhas de nivelamento altimétrico, de forma geral, apresentaram valores dentro do comportamento usual da estrutura, não mostrando deslocamento diferencial, encontrando-se para os recalques valores entre 230 e 700 mm Esses valores, porém, são relativamente baixo e compatíveis para estruturas de terra, e aos critérios de segurança do Dique, estão em fase final de estabilização.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/MASR	01/12/2014	00	10/36

Assunto	RL N°	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

Tabela 2: Características dos instrumentos de piezometria e medidores de nível d'água do Dique Estaca 2.

DADOS DE INSTALAÇÃO													
ESTRUTURA: DIQUE ESTACA 2													
PIEZOMETROS DE TUBO TIPO CASAGRANDE													
CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	DATA DA LETURA	LEITURA POT. PZ (m)	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	PESSÃO NEUTRA EM m ca	STATUS	ZONA DE INSTALAÇÃO	OBSERVAÇÃO
	N	E										MATERIAL	
INTE222SPC002	7 570 678,960	718 703,900	03/09/2009	07/10/2014	-	214,660	250,580	0°	219,00	-	SECO	ARGILA	Solo compactado
INTE222SPC003	7 570 678,603	718 703,892	12/03/2010	07/10/2014	216,400	205,307	250,127	0°	219,00	2,600	NORMAL	ARGILA	Contato solo/rocha
INTE222SPC004	7 570 650,830	718 707,230	21/09/2009	07/10/2014	223,830	218,000	238,430	0°	220,00	3,830	ATENÇÃO	ARGILA	Solo compactado
INTE222SPC005	7 570 650,810	718 707,180	21/09/2009	07/10/2014	224,060	214,880	238,280	0°	220,00	4,060	ATENÇÃO	ARGILA	Contato solo/rocha
INTE222SPC006	7 570 592,547	718 751,576	27/07/2009	07/10/2014	-	207,841	227,431	0°	216,50	-	SECO	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPC007	7 570 661,290	718 774,501	27/03/2009	07/10/2014	185,324	185,204	228,514	0°	185,70	0,376	NORMAL	ARGILA	Transição Solo compactado
INTE222SPC008	7 570 628,297	718 793,121	25/08/2009	07/10/2014	-	203,072	211,632	0°	205,00	-	SECO	ENROCAMENTO	Solo compactado
INTE222SPC009	7 570 719,148	718 802,485	03/03/2010	07/10/2014	-	194,619	253,649	0°	198,20	-	SECO	ARGILA	Solo compactado
INTE222SPC010	7 570 685,087	718 820,871	21/10/2008	07/10/2014	179,010	179,500	227,610	0°	185,00	5,990	NORMAL	ARGILA	Solo natural
INTE222SPC012	7 570 780,330	718 868,030	01/10/2009	07/10/2014	231,570	230,860	256,100	0°	231,50	0,070	ATENÇÃO	SAPROLITO	Solo natural
INTE222SPC013	7 570 780,623	718 887,997	28/02/2011	07/10/2014	235,378	222,178	255,558	0°	231,50	3,878	ATENÇÃO	ARGILA SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPC014	7 570 683,650	718 928,691	22/10/2008	07/10/2014	182,270	182,000	211,430	0°	183,00	0,730	NORMAL	ÁREA ENROCAMENTO	Filtro de Areia Enrocamento
INTE222SPC015	7 570 588,886	718 884,579	25/07/2009	07/10/2014	191,733	189,233	200,993	0°	192,50	0,767	NORMAL	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPC016	7 570 662,000	719 015,786	20/08/2009	07/10/2014	180,502	176,642	196,992	0°	179,50	1,002	ATENÇÃO	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPC017	7 570 711,400	719 031,090	10/10/2009	07/10/2014	-	207,360	218,180	0°	210,50	-	SECO	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPC018	7 570 752,150	718 996,770	03/10/2009	07/10/2014	-	216,140	239,190	0°	219,00	-	SECO	SAPROLITO	Contato solo/rocha
MEDIDORES DE NÍVEL D'ÁGUA													
CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	DATA DA LETURA	LEITURA (m)	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (M)	PESSÃO NEUTRA EM m ca	SITUAÇÃO	ZONA DE INSTALAÇÃO	OBSERVAÇÃO
	N	E										MATERIAL	
INTE222SPND01	7 570 559,950	718 766,278	20/07/2009	07/10/2014	208,903	208,903	218,813	0°	212,00	-	SECO	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPND02	7 570 567,491	718 819,003	18/07/2009	07/10/2014	193,778	191,878	199,628	0°	195,00	1,220	NORMAL	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPND03	7 570 639,026	719 915,207	07/08/2009	07/10/2014	180,311	180,311	187,921	0°	183,50	-	SECO	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPND04	7 570 675,300	719 052,020	14/10/2009	07/10/2014	192,840	192,840	205,110	0°	196,00	-	SECO	SAPROLITO	Contato solo/rocha
INTE222SPND05	7 570 735,110	719 023,070	06/10/2009	07/10/2014	221,090	221,060	231,600	0°	224,00	-	SECO	SAPROLITO	Contato solo/rocha

Tabela 3: Características dos instrumentos de medição de vazão do Dique Estaca 2.

Instrumento	Código SSB	Limite de referência (l/min)	Observação	Gráfico SSB
Medidor de vazão	INTE222DRD101	1,4	Erro de Conversão Leituras próximas a 1l/min.	-

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

Tabela 4: Características dos instrumentos de altimetria, referência de níveis e marcos superficiais do Dique Estaca 2.

DADOS DE INSTALAÇÃO												
ESTRUTURA: DIQUE ESTACA 2												
REFERÊNCIAS DE NÍVEL E MARCOS SUPERFICIAIS												
Nº DO INSTRUMENTO	CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	COTA DE INSTALAÇÃO "PERFURAÇÃO EM ROCHA" (m)	COTA DO TERREVO (m)	COTA DO TOPO (m)	LIMITES (CM)		ZONA DE INSTALAÇÃO LOCAL	INSTALADO POR	STATUS DE FUNCIONAMENTO
		N	E					RECALQUE	LEVANTAMENTO			
RN-DE2-01	-	7.570.653,539	718.646,666	02/12/2010	233,246	254,746	255,246	-	-	CRISTA	EME	Normal
RN-DE2-02	-	7.570.825,365	709.220,139	1/12/2010	233,538	255,038	255,538	-	-	CRISTA	EME	Normal
MS-DE2-01	INTE220MVN001	7.570.671,779	718.684,915	02/12/2010	-	254,857	255,357	27,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DE2-02	INTE220MVN002	7.570.691,236	718.719,903	02/12/2010	-	254,853	255,353	67,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DE2-03	INTE220MVN003	7.570.710,764	718.754,908	02/12/2010	-	254,962	255,462	75,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DE2-04	INTE220MVN004	7.570.681,629	718.771,121	17/12/2010	-	235,428	235,928	55,000	-3,000	BERMA 236,50	EME	Normal
MS-DE2-05	INTE220MVN005	7.570.604,470	718.813,339	02/12/2010	-	209,750	210,250	20,000	-3,000	BERMA 210,00	EME	Normal
MS-DE2-06	INTE220MVN006	7.570.729,861	718.790,077	02/12/2010	-	254,916	255,416	58,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DE2-07	INTE220MVN007	7.570.757,553	718.843,372	02/12/2010	-	255,004	255,504	40,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DE2-08	INTE220MVN008	7.570.714,745	718.867,301	17/12/2010	-	235,870	236,370	51,000	-3,000	BERMA 236,50	EME	Normal
MS-DE2-09	INTE220MVN009	7.570.655,661	718.899,700	02/12/2010	-	209,880	210,380	26,000	-3,000	BERMA 210,00	EME	Normal
MS-DE2-10	INTE220MVN010	7.570.786,730	718.895,970	02/12/2010	-	254,882	255,382	23,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DE2-11	INTE220MVN011	7.570.743,433	718.919,910	17/12/2010	-	235,713	236,213	37,000	-3,000	BERMA 236,50	EME	Normal
MS-DE2-12	INTE220MVN012	7.570.685,361	718.952,238	17/12/2010	-	209,527	210,027	36,000	-3,000	BERMA 210,00	EME	Normal

II.2.3 Dique Antonina

O monitoramento do Dique Antonina é realizado através de 10 (dez) piezômetros tipo Casagrande, 02 (dois) medidores de nível d'água, 03 (três) medidor de vazão e 05 (cinco) marcos superficiais instalados ao longo da crista do aterro.

Constam na Figura 3 a planta e as seções do dique com as localizações dos instrumentos. Os dados de instalação dos instrumentos estão inseridos nas seguintes tabelas:

Tabela 5, Características dos instrumentos de piezometria e medidores de nível d'água;

Tabela 6, Características dos instrumentos de altimetria;

Tabela 7, Características dos instrumentos de medição de vazão.

As medidas dos potenciais piezométricos e pressões neutras estão representadas por meio de gráfico temporais que contemplam as leituras dos 16 (dezesesseis) piezômetros de tubo tipo Casagrande e dos 05 (cinco) medidores de nível de água, instalados no corpo do aterro compactado e nos contatos solo/ rocha, em diferentes profundidades e níveis em relação às seções transversais do Dique, Parte III, Figuras 14 a 18.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSEB.E	Órgão: DGSEB.E/MASR	01/12/2014	00	12/36

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL Nº

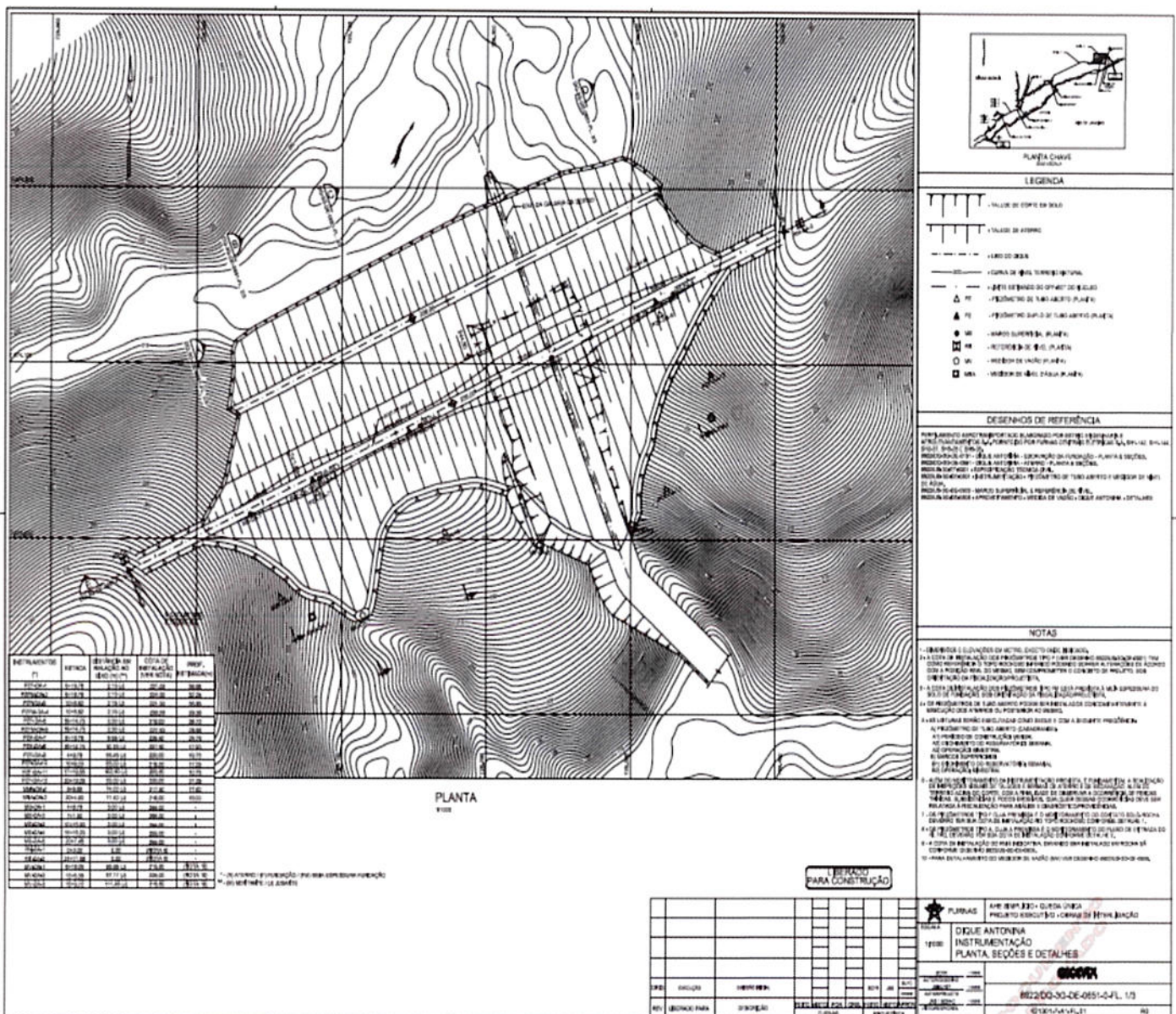
GEC.E.065.2014

Data de Emissão

01/12/2014

Inicialmente o projeto definiu 03(três) medidores de vazão para a estrutura do Dique INTAN22DRD101; INTAN22DRD102 e INTAN22DRD103, instalados a jusante da estrutura do Dique, Tabela 7.

As medidas dos recalques constam no registro dos gráficos temporais constantes da Parte III, Figura 9. Os dados do monitoramento da campanha de nivelamento estão sendo verificados, controle de impercosão de equipamento e por esta razão não foram inseridos analisados em termos determinísticos e sim de tendências.



Visto por
Órgão: DGSB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MASR

Data da Revisão
01/12/2014

Revisão
00

Página
13/36

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATAACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL Nº

GEC.E.065.2014

Data de Emissão

01/12/2014

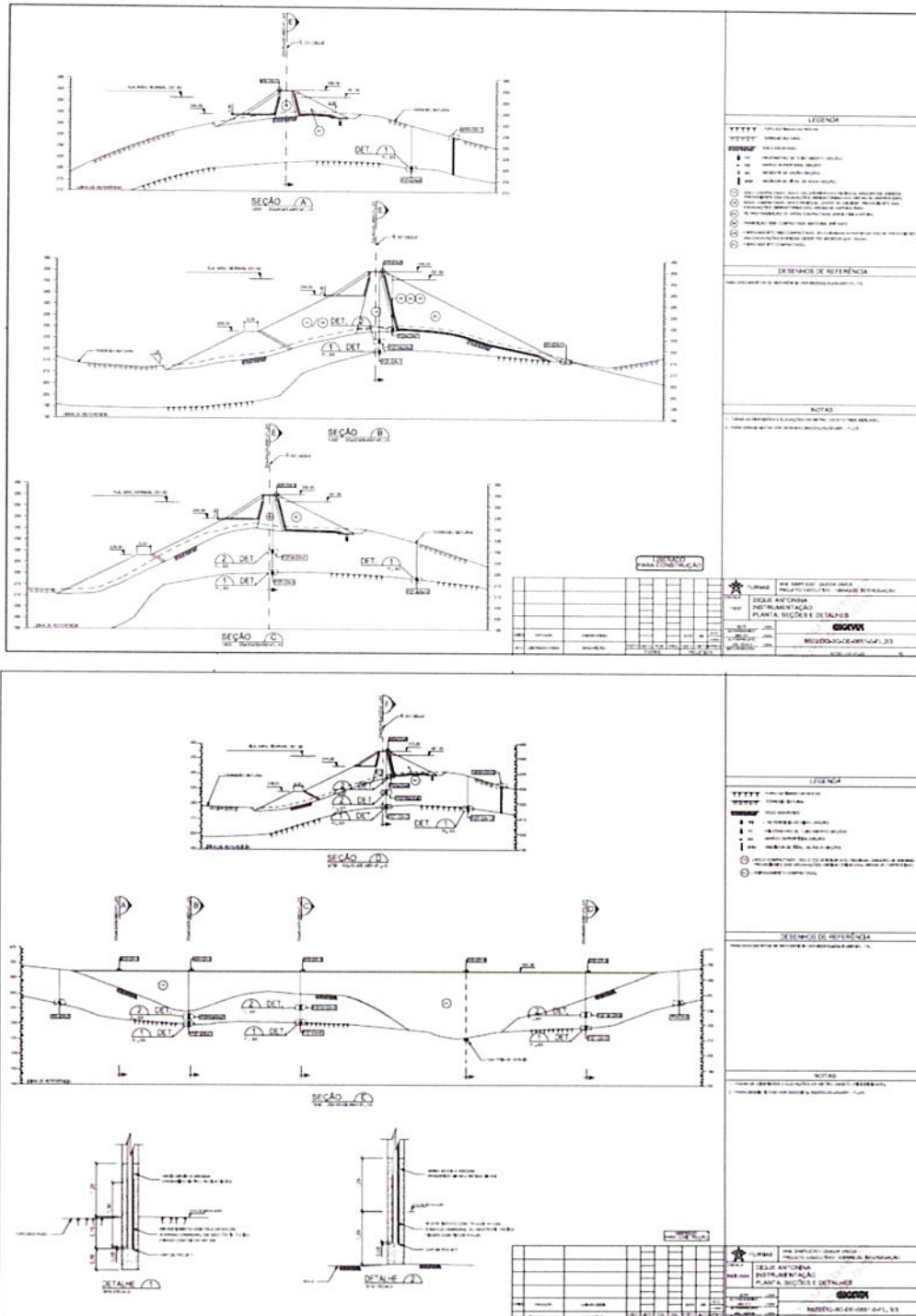


Figura 3: Localização dos instrumentos do Dique Antonina
Planta e Seções.

Visto por
Órgão: DGSB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MASR

Data da Revisão
01/12/2014

Revisão
00

Página
14/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

Piezometria do Dique Antonina:

A Tabela 5 apresenta as características dos instrumentos de piezometria e medidores de nível d'água com a nomenclatura dos instrumentos correspondentes e com os registros necessários para a interpretação do comportamento das subpressões atuando na base do Dique.

A partir das observações dos valores de medições encontrados na Tabela 5, registram-se as seguintes anomalias detectadas na auscultação dos piezômetros:

Encontra-se em estado seco os seguintes piezômetros (INTAN22SPC008, INTAN22SPC009, INTAN22SPC010 e INTAN22SPC011);

Com valores abaixo dos limites de atenção os piezômetros (INTAN22SPC001, INTAN22SPC002, INTAN22SPC003, INTAN22SPC004, INTAN22SPC006, INTAN22SPC007)

Os potenciais piezométricos medidos no aterro e contato solo – rocha, de forma geral, apresentaram valores dentro de um comportamento de estabilidade usual, com valores adequados das pressões neutras e sub-pressões atuantes na base do Dique, garantindo um bom desempenho da estrutura a níveis de projeto.

Medidores de vazão:

A medição de percolação é realizada através 03 (três) medidores de vazão localizados a jusante do dique, com medidas de vazões inferiores a 1l/min.

Entretanto devido a problemas na calibração do medidor a conversão dos valores das leituras no SSB limitou o parecer sobre as vazões medidas, Tabela 7.

Monitoramento altimétrico:

O monitoramento dos recalques é realizado através do nivelamento altimétrico dos 05 (cinco) marcos superficiais localizados na estrutura do dique.

Os dados do monitoramento das campanhas realizadas são apresentados na parte III deste relatório através do Gráfico, Figura 19 e as características dos instrumentos de altimetria encontram-se com registros na Tabela 6.

Os recalques apresentados no decorrer das 6 campanhas de nivelamento altimétrico, de forma geral, apresentaram valores dentro do comportamento usual da estrutura, não mostrando deslocamento diferencial, encontrando-se para valores médios dos recalques entre 300 e 400 mm. Esses valores, porém, são relativamente baixos e compatíveis para estruturas de terra, e aos critérios de segurança do Dique, encontrando-se os mesmos em fase final de estabilização.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DG.SB.E	Órgão: DG.SB.E/MASR	01/12/2014	00	15/36

Assunto

 RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL Nº

GEC.E.065.2014

Data de Emissão

01/12/2014

Tabela 5: Características dos instrumentos de piezometria e medidores de nível d'água do Dique Antonina.

DADOS DE INSTALAÇÃO													
ESTRUTURA: DIQUE ANTONINA													
PIEZOMETROS DE TUBO TIPO CASAGRANDE													
CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	DATA DA LEITURA	LEITURA (m)	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	PESSÃO NEUTRA EM mca	SITUAÇÃO	ZONA DE INSTALAÇÃO	OBSERVAÇÃO
	N	E										MATERIAL	
INTAN22SPC001	7.574.033,656	726.080,008	24/02/2010	07/10/2014	216,269	226,191	256,721	0°	249,50	4,879	NORMAL	ARGILA	Contato solo/rocha
INTAN22SPC002	7.574.033,612	726.079,993	24/02/2010	07/10/2014	216,400	229,529	256,769	0°	249,50	8,851	NORMAL	ARGILA	Solo compactado
INTAN22SPC003	7.574.061,282	726.146,338	27/02/2010	07/10/2014	223,830	235,308	256,438	0°	249,50	10,632	NORMAL	ARGILA	Contato solo/rocha
INTAN22SPC004	7.574.061,279	726.146,331	27/02/2010	07/10/2014	224,060	237,360	256,450	0°	249,50	10,590	NORMAL	ARGILA	Solo compactado
INTAN22SPC006	7.574.026,880	726.083,223	19/02/2010	07/10/2014	207,841	228,733	254,793	0°	241,00	11,297	NORMAL	ENROCAMENTO	Solo compactado/enrocamento
INTAN22SPC007	7.574.127,951	726.320,098	13/03/2010	07/10/2014	185,324	236,482	254,157	0°	249,50	10,333	NORMAL	ARGILA	Solo natural
INTAN22SPC008	7.573.965,900	726.057,736	03/03/2010	07/10/2014	-	22,000	240,171	0°	231,00	-	SECO	ARGILA	Contato solo/rocha
INTAN22SPC009	7.574.004,251	726.171,124	23/02/2010	07/10/2014	-	222,680	236,210	0°	227,50	-	SECO	ARGILA	Contato solo/rocha
INTAN22SPC010	7.574.039,371	726.328,631	12/03/2010	07/10/2014	-	206,876	222,296	0°	212,00	-	SECO	ARGILA	Contato solo/rocha
INTAN22SPC011	7.574.093,498	726.355,015	10/03/2010	07/10/2014	-	232,095	246,775	0°	237,00	-	SECO	ARGILA	Contato solo/rocha
MEDIDORES DE NÍVEL D'ÁGUA													
CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	DATA DA LEITURA	LEITURA (m)	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	PESSÃO NEUTRA EM mca	SITUAÇÃO	ZONA DE INSTALAÇÃO	OBSERVAÇÃO
	N	E										MATERIAL	
INTAN22SPN001	7.573.955,260	726.079,846	04/03/2010	07/10/2014	218,463	217,333	229,953	0°	222,50	4,037	NORMAL	ARGILA	Contato solo/rocha
INTAN22SPN002	7.574.069,996	726.355,714	11/03/2010	07/10/2014	-	222,751	236,201	0°	228,00	-	SECO	ARGILA	Contato solo/rocha

Tabela 6: Características dos instrumentos de altimetria, referência de níveis e marcos superficiais do Dique Antonina.

DADOS DE INSTALAÇÃO												
ESTRUTURA: DIQUE ANTONINA												
REFERÊNCIAS DE NÍVEL E MARCOS SUPERFICIAIS												
Nº DO INSTRUMENTO	CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	COTA DE INSTALAÇÃO "PERFURAÇÃO EM ROCHA" (m)	COTA DO TERRENO (m)	COTA DO TOPO (m)	LIMITE (cm)		ZONA DE INSTALAÇÃO	INSTALADO POR	STATUS DE FUNCIONAMENTO
		N	E					RECALQUE	LEVANTAMENTO			
RN-DC2-01	-	7.570.653,539	718.646,666	02/12/2010	233,246	254,746	255,246	-	-	CRISTA	EME	Normal
RN-DA-02	-	7.574.154,261	726.358,021	23/01/2011	228,467	254,967	255,467	-	-	CRISTA	EME	Normal
MS-DA-01	INTAN20M/N001	7.574.013,818	726.037,352	13/09/2010	-	255,103	255,603	10,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DA-02	INTAN20M/N002	7.574.034,104	726.085,048	13/09/2010	-	255,329	255,829	35,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DA-03	INTAN20M/N003	7.574.063,949	726.154,204	13/09/2010	-	255,119	255,619	34,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DA-04	INTAN20M/N004	7.574.103,129	726.245,499	13/09/2010	-	255,270	255,770	42,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal
MS-DA-05	INTAN20M/N005	7.574.139,815	726.329,201	13/09/2010	-	255,162	255,662	36,000	-3,000	CRISTA	EME	Normal

Tabela 7: Características dos instrumentos de medição de vazão do Dique Antonina.

Instrumento	Código SSB	Limite de referência (l/min)	Observação	Gráfico SSB
Medidor de vazão	INTAN22DRD101	0,60	Erro de Conversão Leituras inferiores a 1l/min.	-
Medidor de vazão	INTAN22DRD 102	0,30	Erro de Conversão Leituras inferiores a 1l/min.	-
Medidor de vazão	INTAN22DRD 103	0,40	Erro de Conversão Leituras inferiores a 1l/min.	-

Visto por

Órgão: DG.SB.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DG.SB.E/MASR

Data da Revisão

01/12/2014

Revisão

00

Página

16/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

II.3. Conclusões e Recomendações

Este relatório sintetiza as informações obtidas sobre o desempenho dos Diques Estaca 1, Estaca 2 e Antonina, pertencentes ao circuito hidráulico de interligação da UHE Simplício, relativas ao início de operação até outubro de 2014, apresentando os dados oriundos do monitoramento e as respectivas análises com vistas à segurança da barragem.

A análise do comportamento dos Diques Estaca 1, Estaca 2 e Antonina, realizada desde o início de operação até setembro de 2014, com base nas observações feitas no último Relatório de Inspeção Técnica e nos dados de monitoramento, nos permitem concluir que essas estruturas auxiliares comportam-se globalmente de maneira satisfatória, com desempenho adequado e de acordo com critérios de segurança estabelecidos pelo projeto, não apresentando indícios ou riscos que comprometam sua operação normal.

Os itens referentes as anomalias e ações observados neste relatório são referentes exclusivamente a instrumentação instalada e devem ser corrigidas e implementadas de forma a manter as boas condições de monitoramento dos diques analisados.

II.4. Referências

- [1] AHE Simplício Queda Única – Manual de Monitoramento das Estruturas Civas – Volume I – Texto – DEC.035.2012 – Arquivo Técnico nº 11452;
- [2] AHE Simplício Queda Única – Manual de Monitoramento das Estruturas Civas – Volume II – Desenhos de Projeto – DEC.035.2012 – Arquivo Técnico nº 11452;
- [3] 8922/00-30-RL-0002-0 – Critérios Gerais de Projeto Civil;
- [4] 8922/US-30-ET-0001-1 – Especificação Técnica Civil.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DG.SB.E	Órgão: DG.SB.E/MASR	01/12/2014	00	17/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES EATAKA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.065.2014	01/12/2014

PARTE III - GRÁFICOS

Dique Estaca 1

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/MASR	01/12/2014	00	18/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

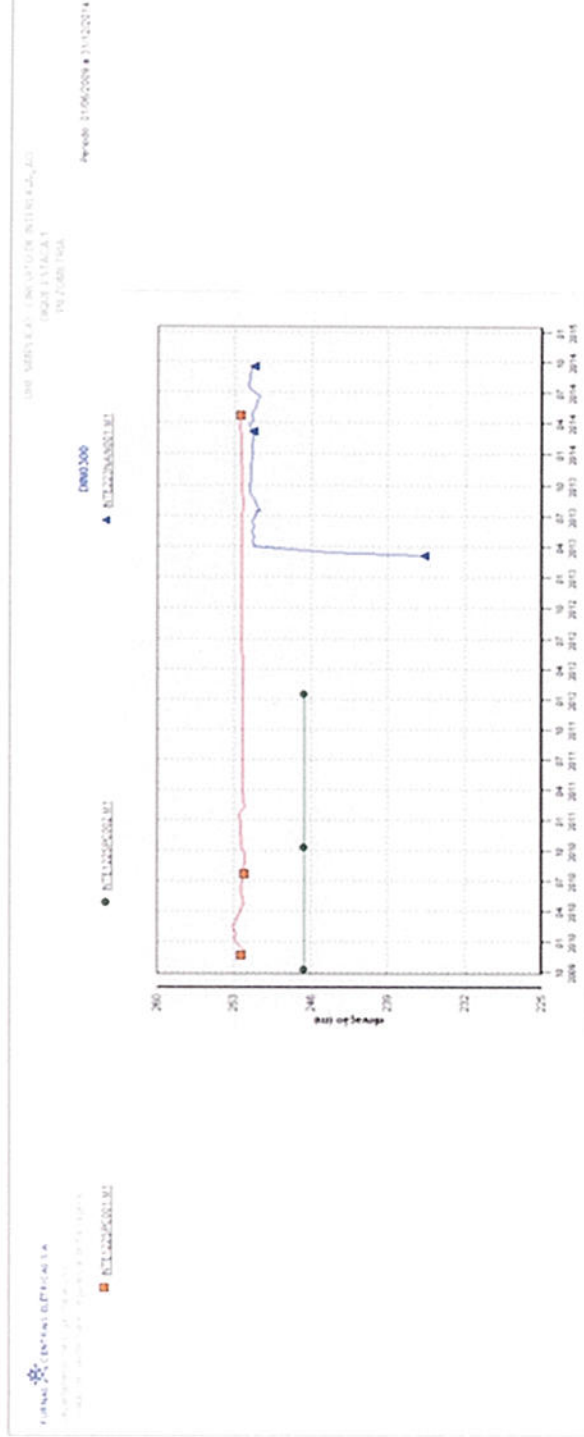


Figura 4 – Piezometria Dique Estaca 1

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE	Órgão: DGSE/RMS	23/09/2014	00	19/36

Assunto	RL N°	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

Dique Estaca 2

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/RMS	23/09/2014	00	20/36

Assunto	RL N°	Data de Emissão
1° RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

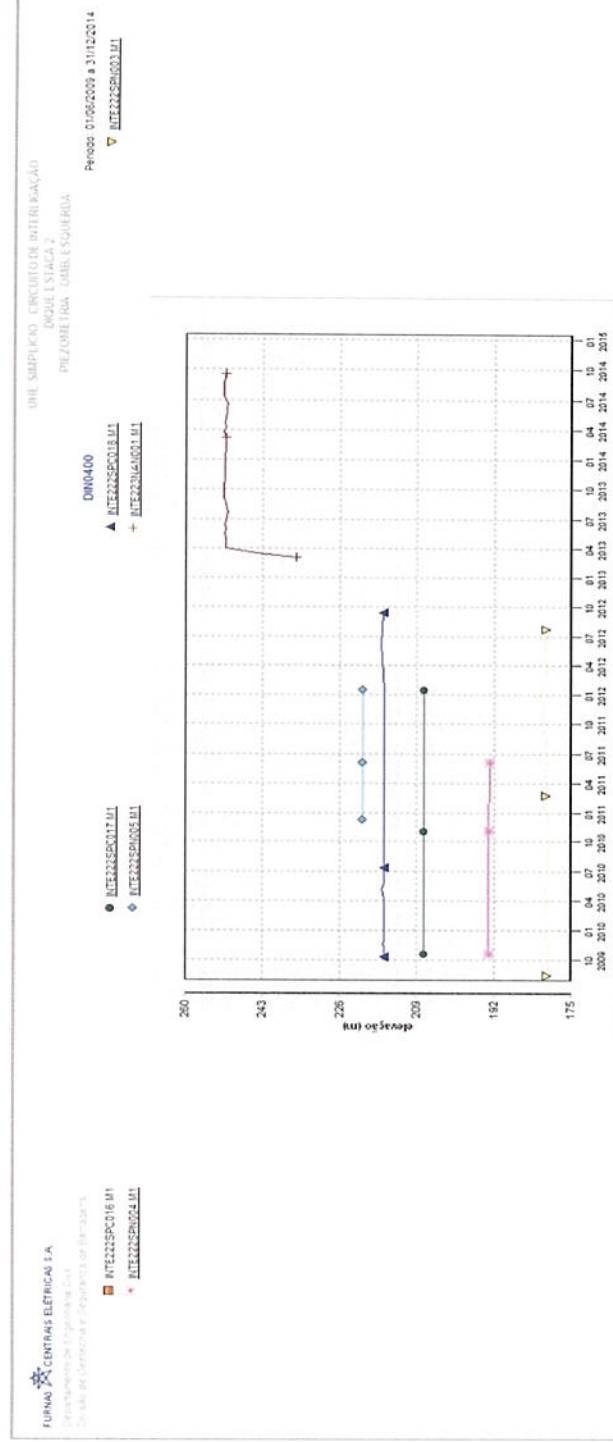


Figura 5 – Piezometria Dique Estaca 2 – Ombreira Esquerda

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/RMS	23/09/2014	00	21/36

Assunto	RL N°	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

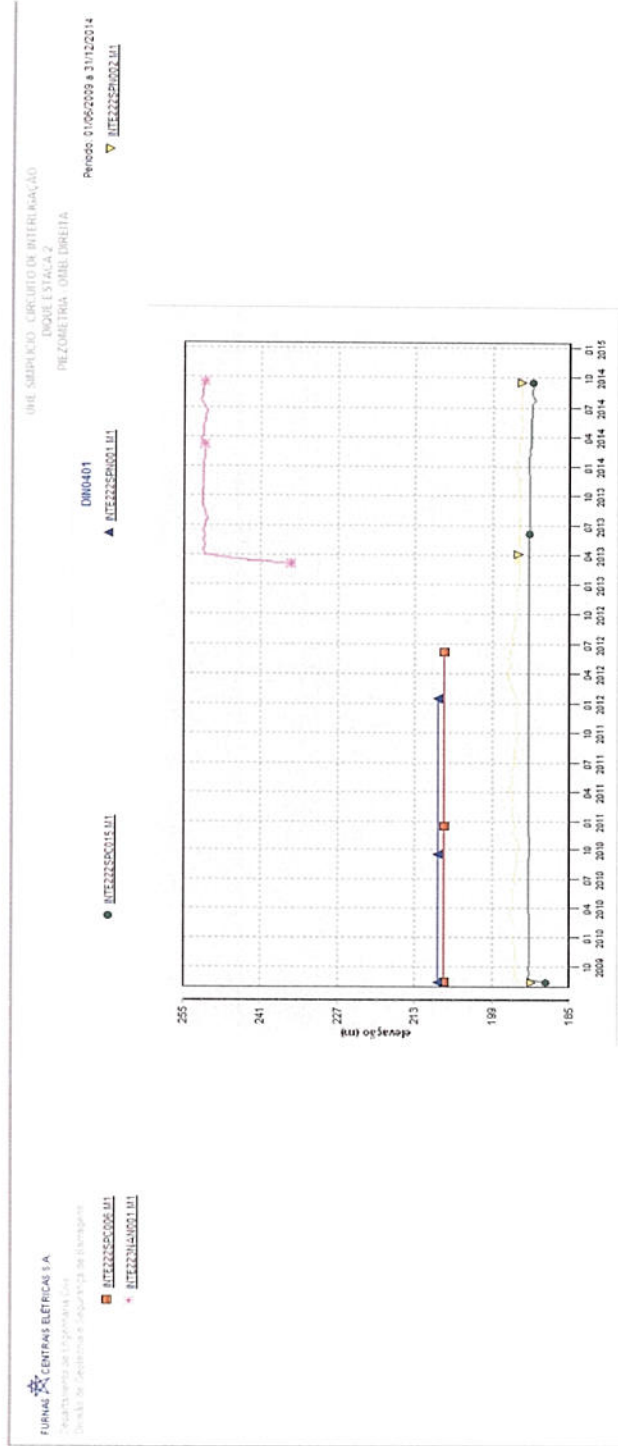


Figura 6 – Piezometria Dique Estaca 2 – Ombreira Direita

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/RMS	23/09/2014	00	22/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

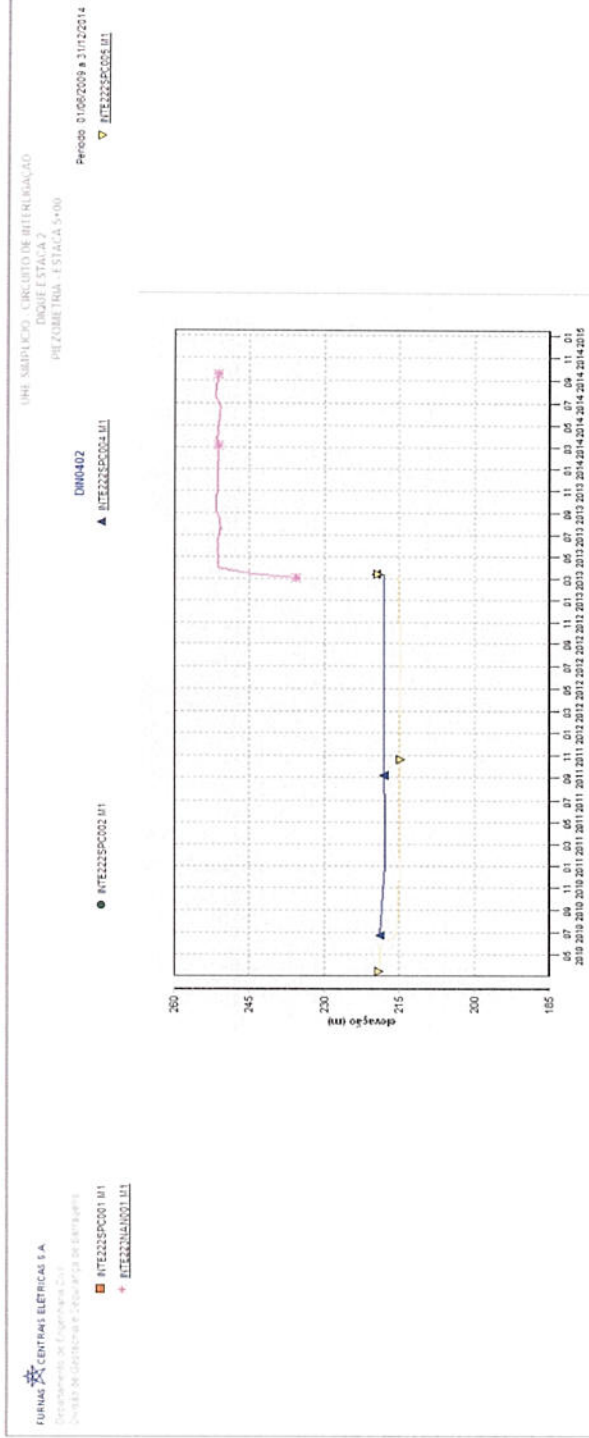


Figura 7 – Piezometria Dique Estaca 2 – EST. 5+00

Visto por	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	23/09/2014	00	23/36
Responsável pelo Conteúdo			
Órgão: DGSE.E/RMS			

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

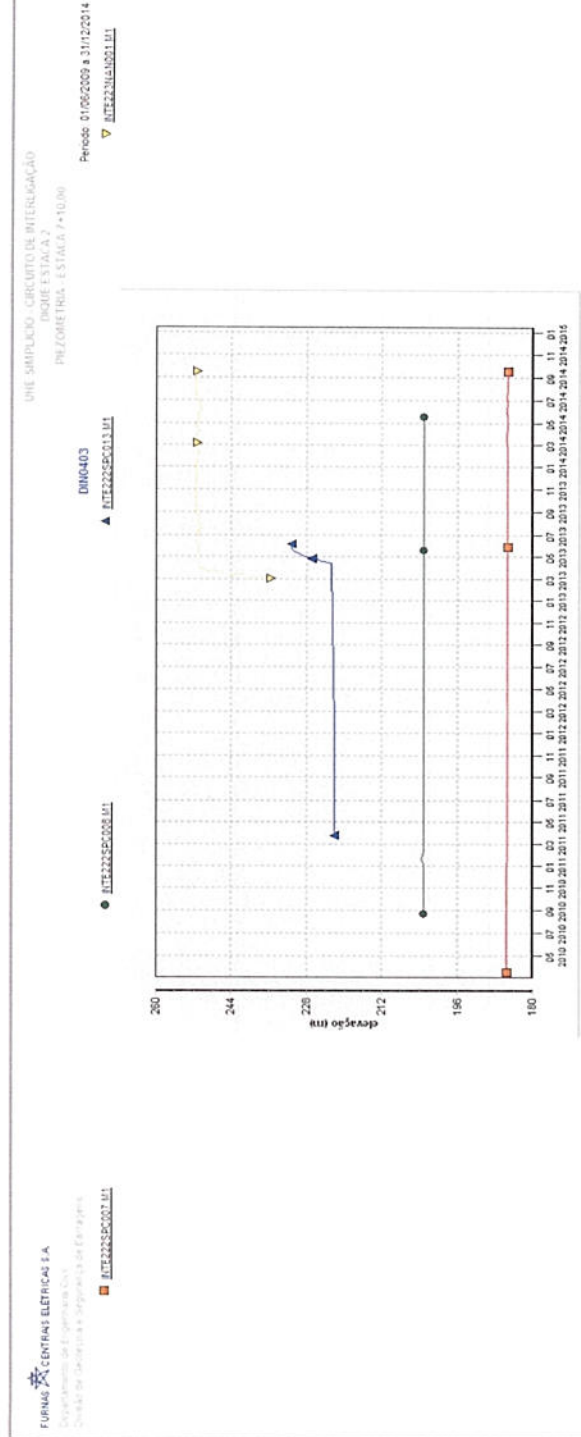


Figura 8 – Piezometria Dique Estaca 2 – EST. 7+10

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB/E	Órgão: DGSB.E/RMS	23/09/2014	00	24/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

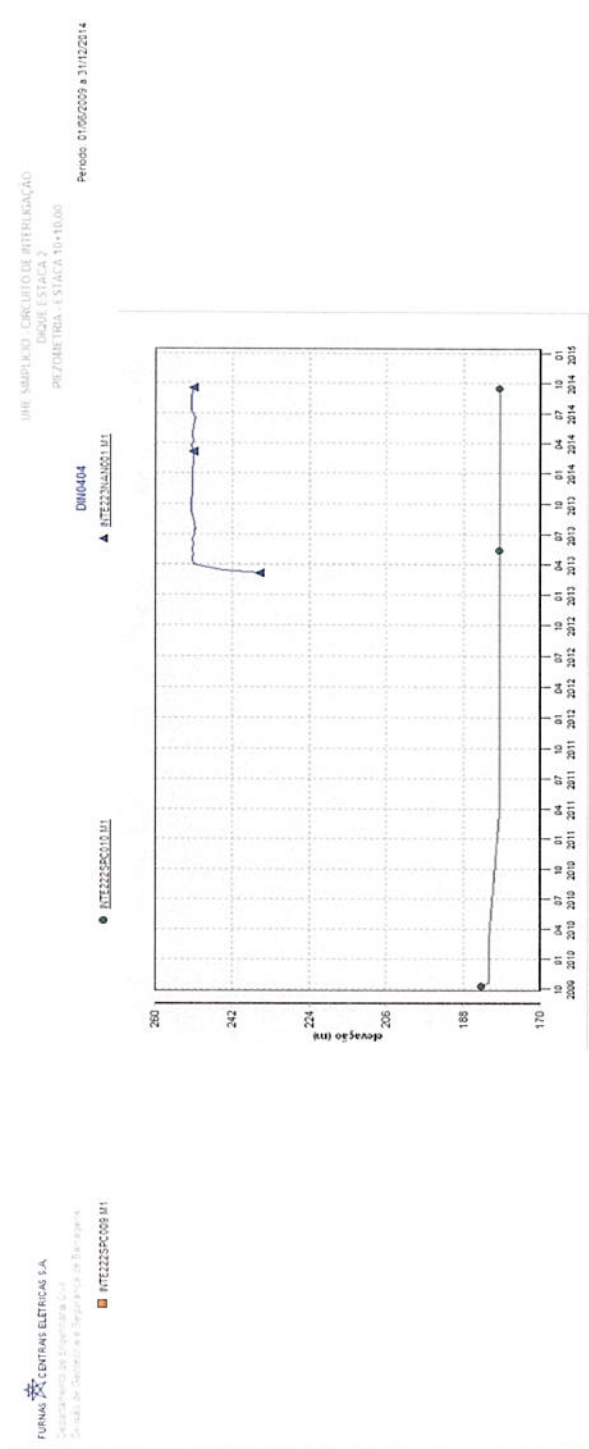


Figura 9 – Piezometria Dique Estaca 2 – EST. 10+10

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE	Órgão: DGSE/RMS	23/09/2014	00	25/36

Assunto	RL N°	Data de Emissão
1° RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

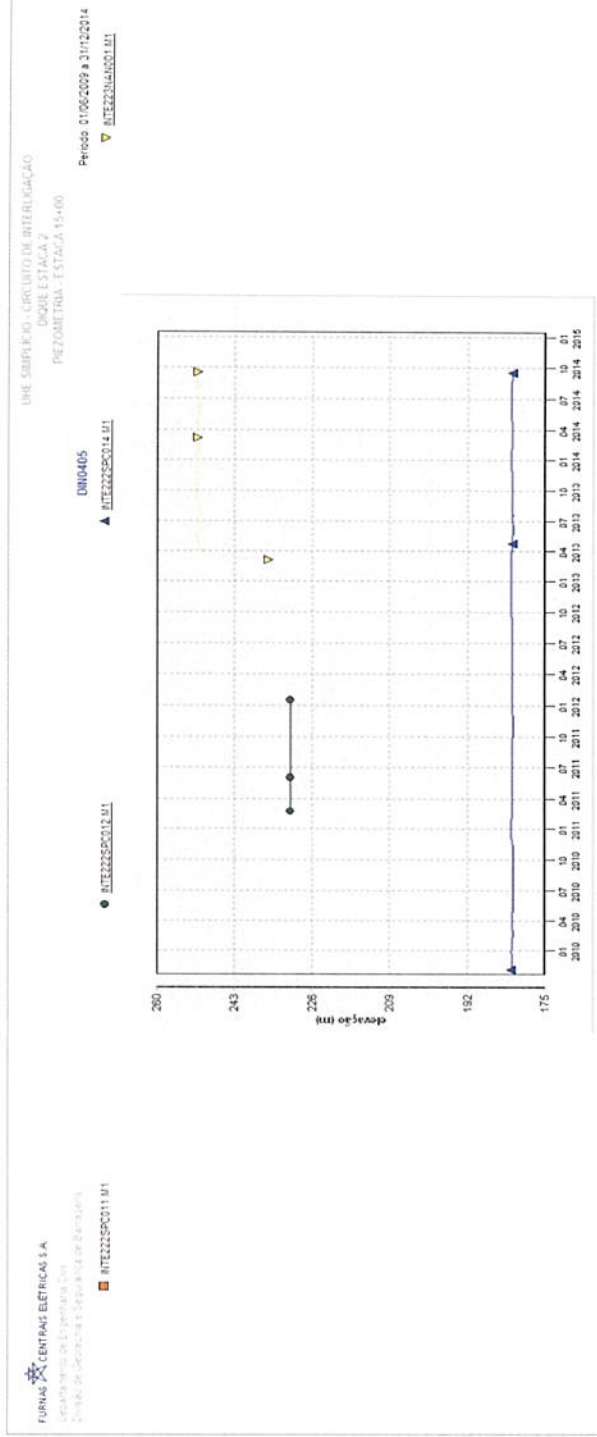


Figura 10 – Piezometria Dique Estaca 2 – EST. 15+00

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/RMS	23/09/2014	00	26/36

Assunto

1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL N°

GEC.E.051.2014

Data de Emissão

23/09/2014

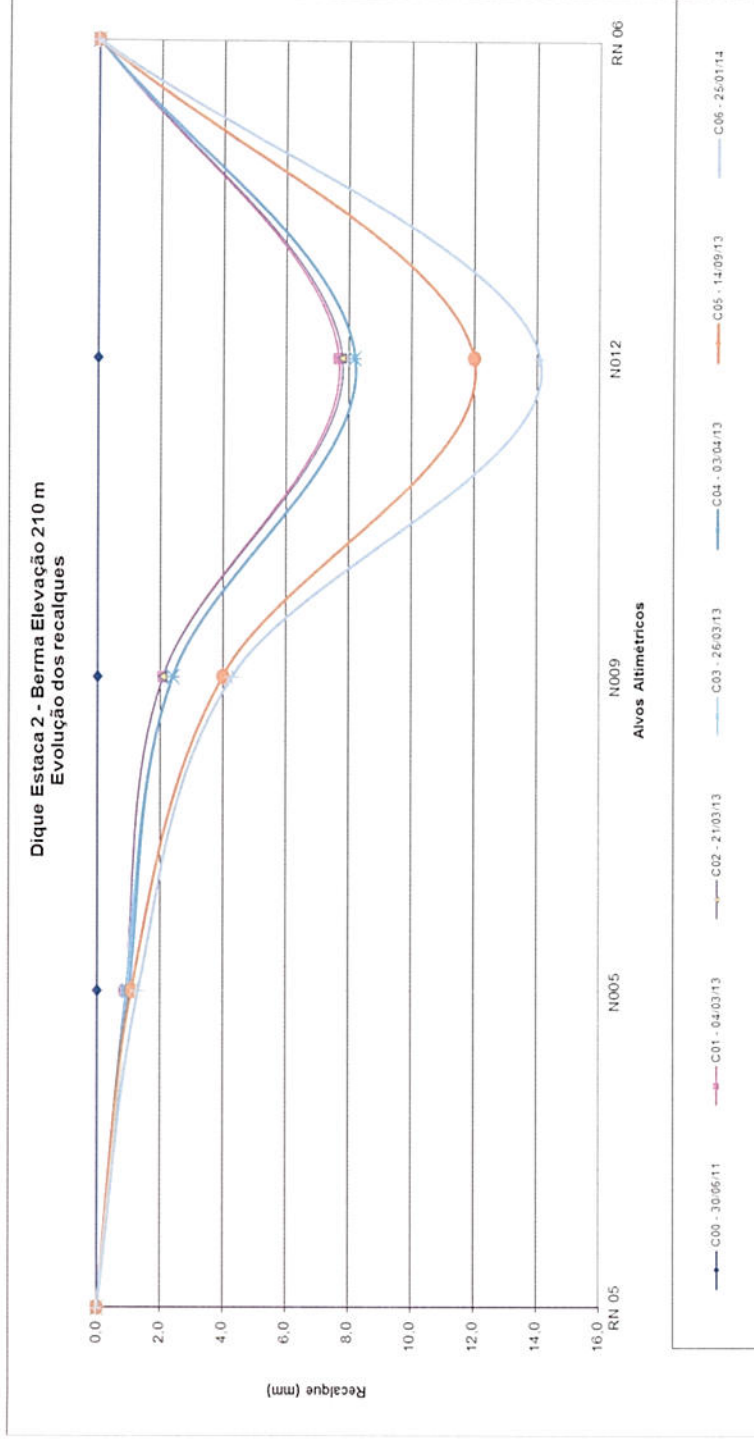


Figura 11 – Dique Estaca 2 - Recalques Berma EL. 210 m

Visto por

Órgão: DGSE.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DGSE.E/RMS

Data da Revisão

23/09/2014

Revisão

00

Página

27/36

Assunto

1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL N°

GEC.E.051.2014

Data de Emissão

23/09/2014

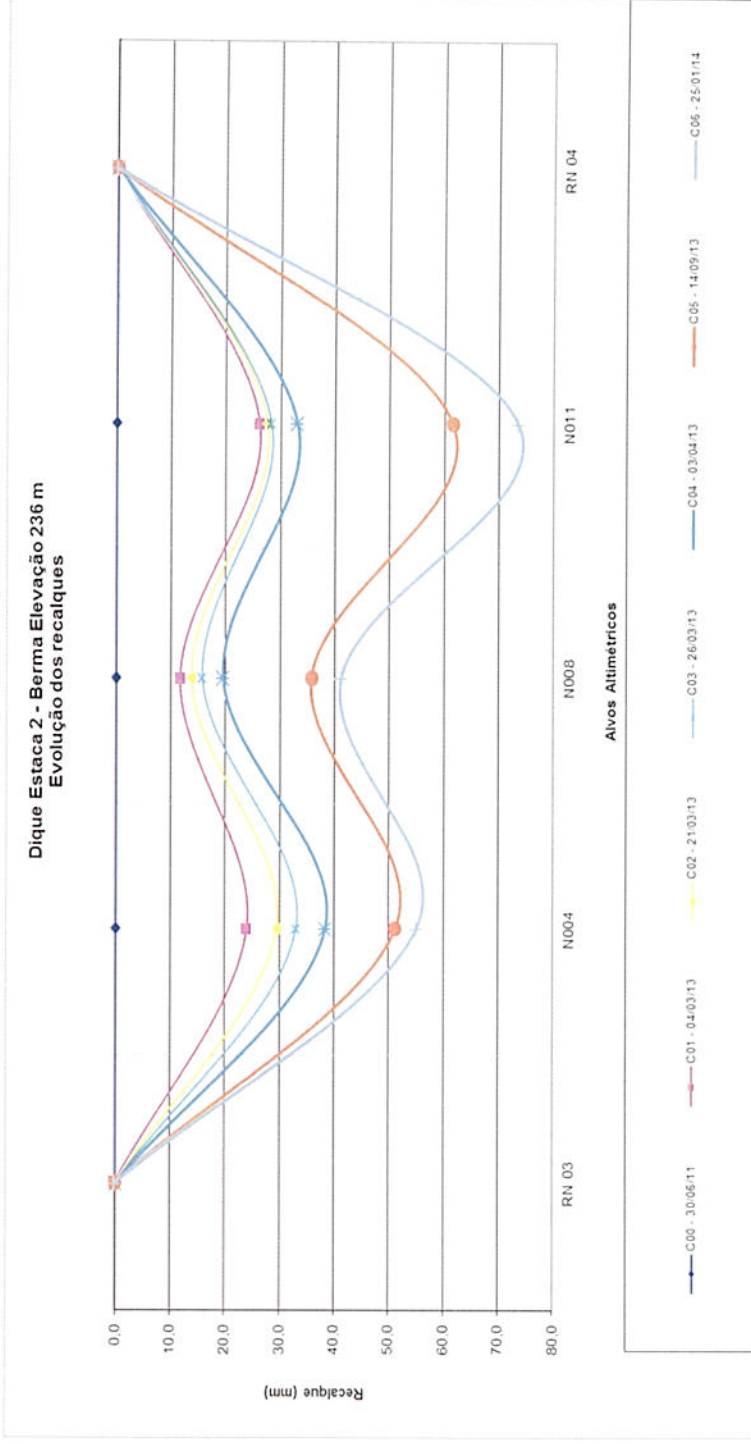


Figura 12 – Dique Estaca 2 - Recalques Berma EL. 236 m

Visto por

Órgão: DGSE.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DGSE.E/RMS

Data da Revisão

23/09/2014

Revisão

00

Página

28/36

Assunto

1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL N°

GEC.E.051.2014

Data de Emissão

23/09/2014

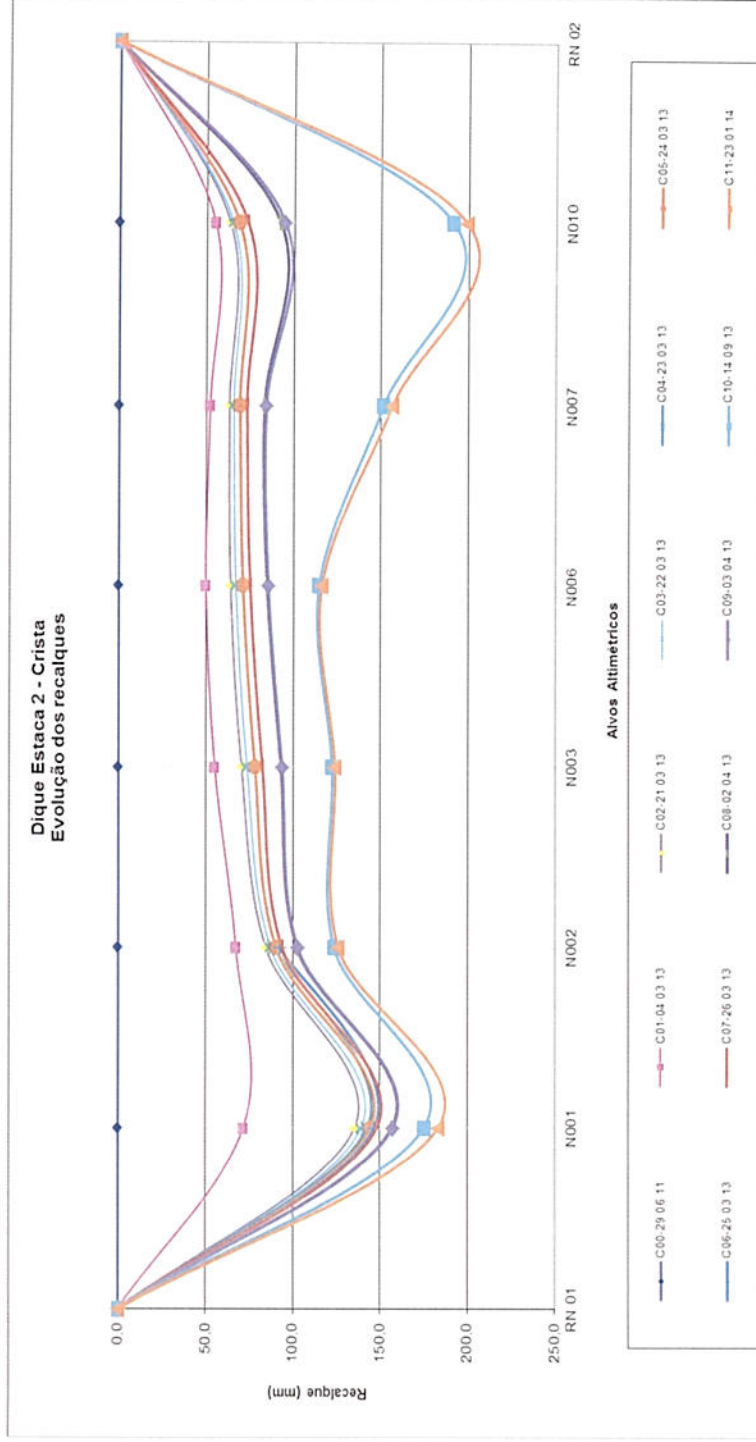


Figura 13 – Dique Estaca 2 - Evolução dos Recalques

Visto por

Órgão: DGSE.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DGSE.E/RMS

Data da Revisão

23/09/2014

Revisão

00

Página

29/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

Dique Antonina

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/RMS	23/09/2014	00	30/36

Assunto		RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA		GEC.E.051.2014	23/09/2014

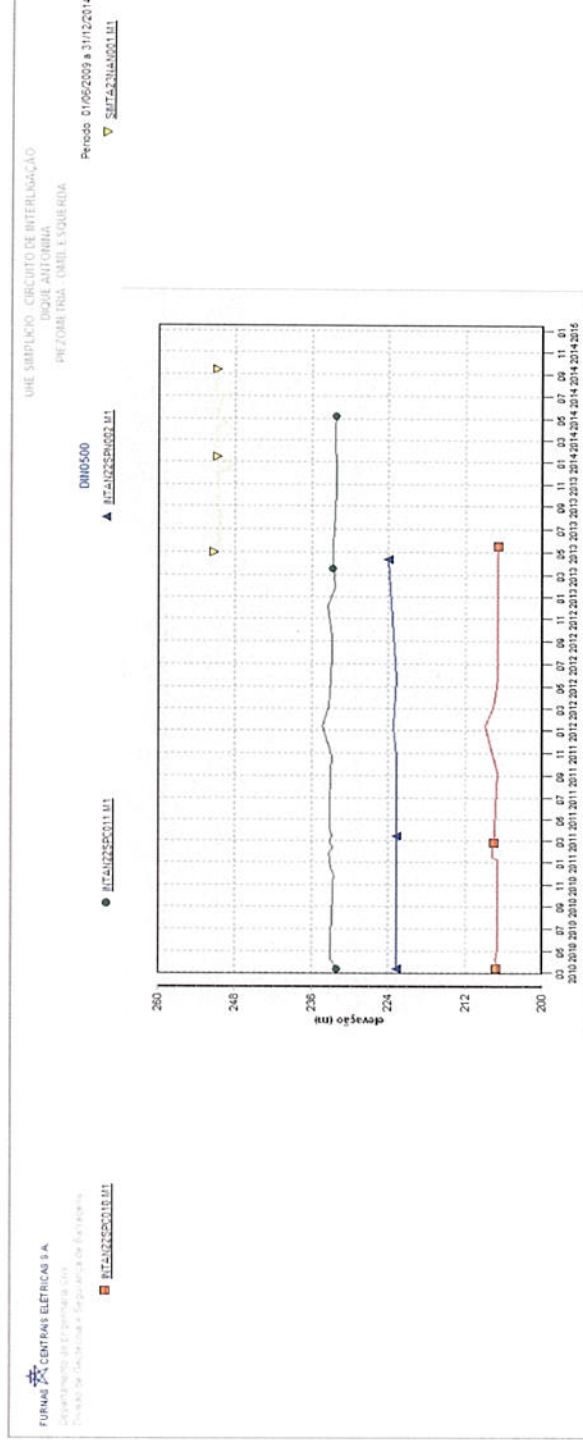


Figura 14 Piezometria Dique Antonina – Ombreira Esquerda

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/RMS	23/09/2014	00	31/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

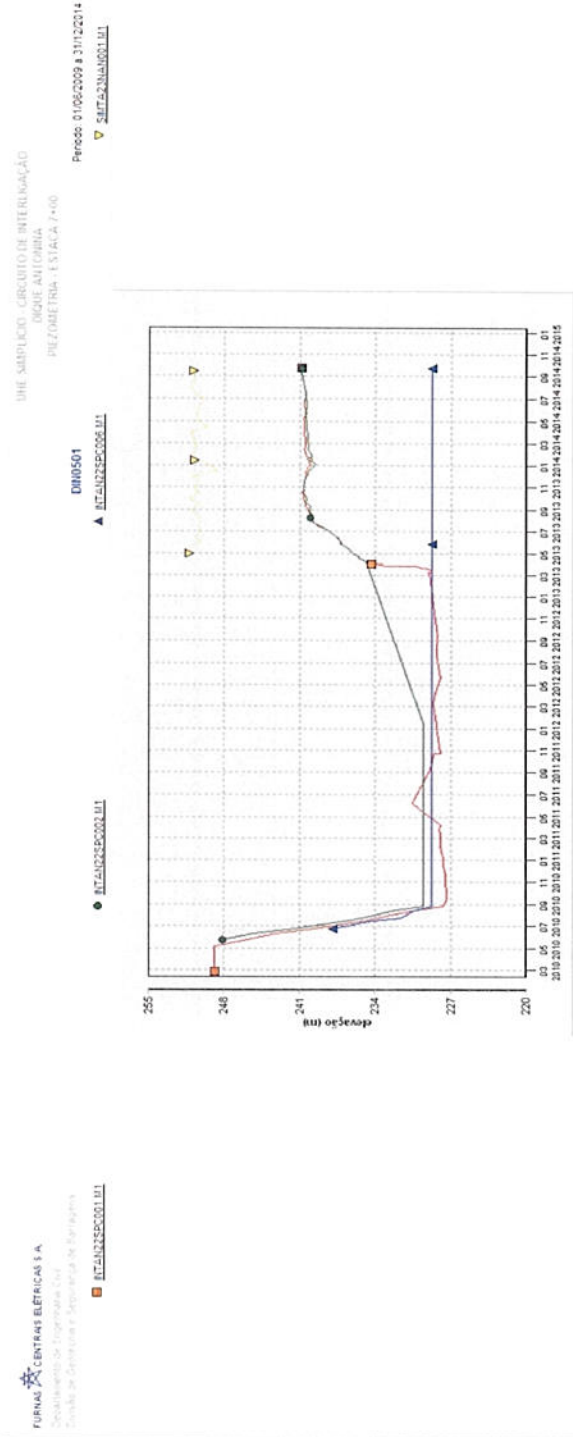


Figura 15 Piezometria Dique Antonina – EST. 7+00

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/RMS	23/09/2014	00	32/36

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	GEC.E.051.2014	23/09/2014

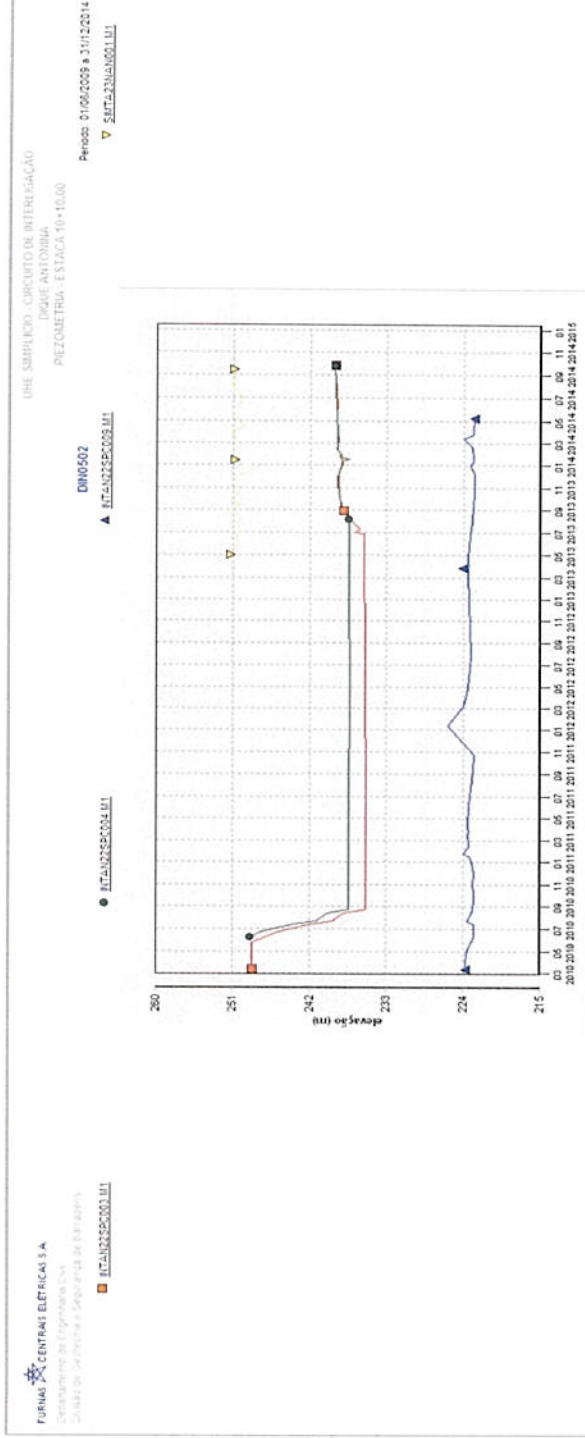


Figura 16 - Piezometria Dique Antonina – EST. 10+10

Visto por	Data da Revisão	Revisão	Página
Responsável pelo Conteúdo Órgão: DGSEB.E	23/09/2014	00	33/36

Assunto

1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL Nº
GEC.E.051.2014

Data de Emissão
23/09/2014

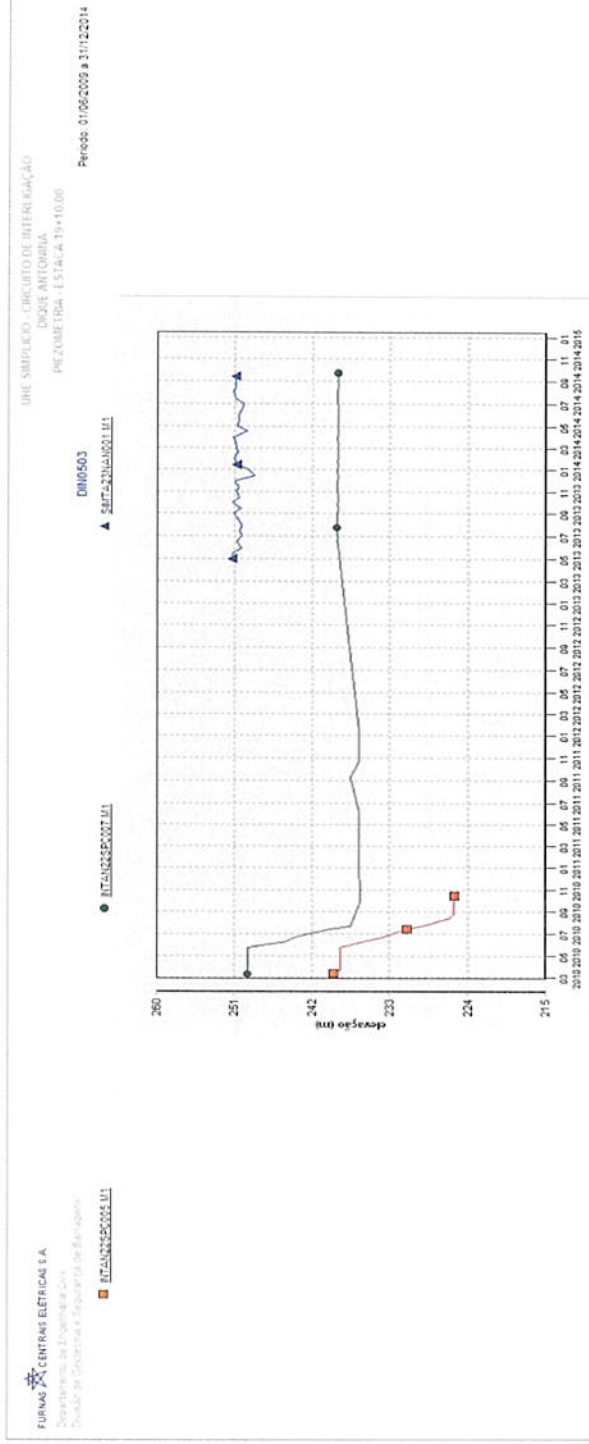


Figura 17- Piezometria Dique Antonina – EST. 15+10

Visto por

Órgão: DGSE.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DGSE.E/RMS

Data da Revisão

23/09/2014

Revisão

00

Página

34/36

Assunto	1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA	RL N°	GEC.E.051.2014	Data de Emissão	23/09/2014
---------	--	-------	----------------	-----------------	------------

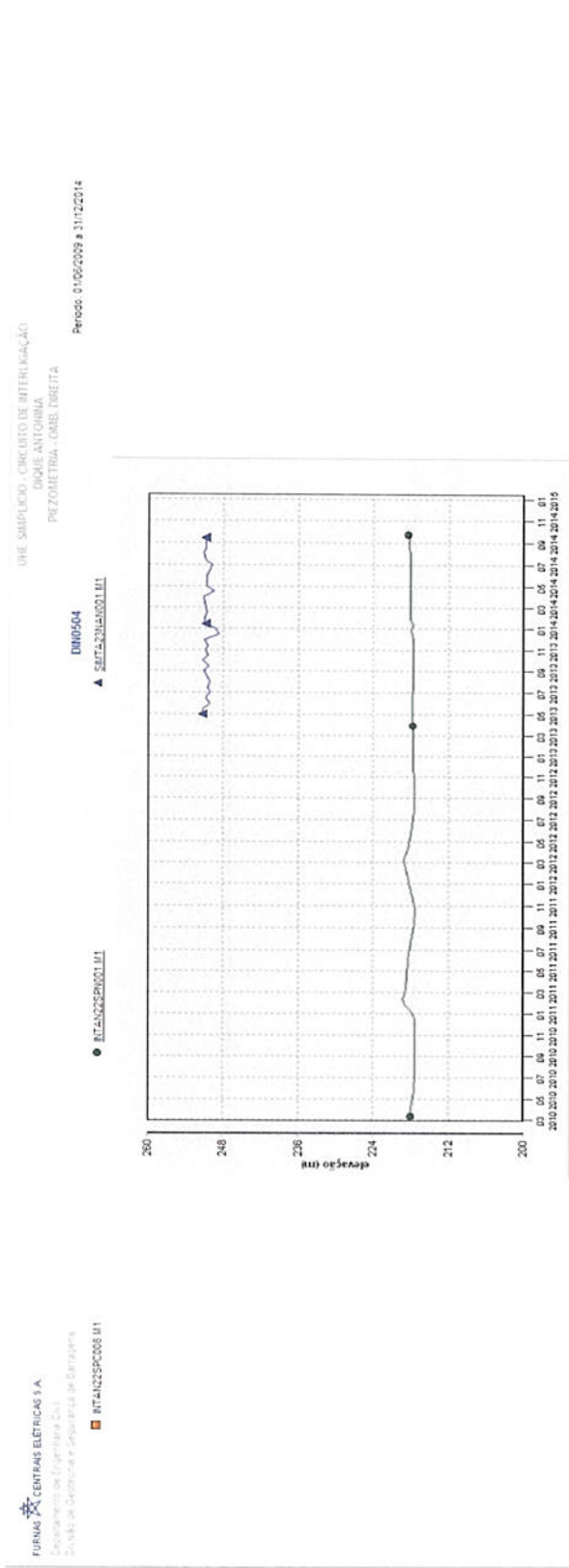


Figura 18- Piezometria Dique Antonina – Ombreira Direita

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/RMS	23/09/2014	00	35/36

Assunto

1º RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES ESTACA 1, ESTACA 2 E ANTONINA

RL N°

GEC.E.051.2014

Data de Emissão

23/09/2014

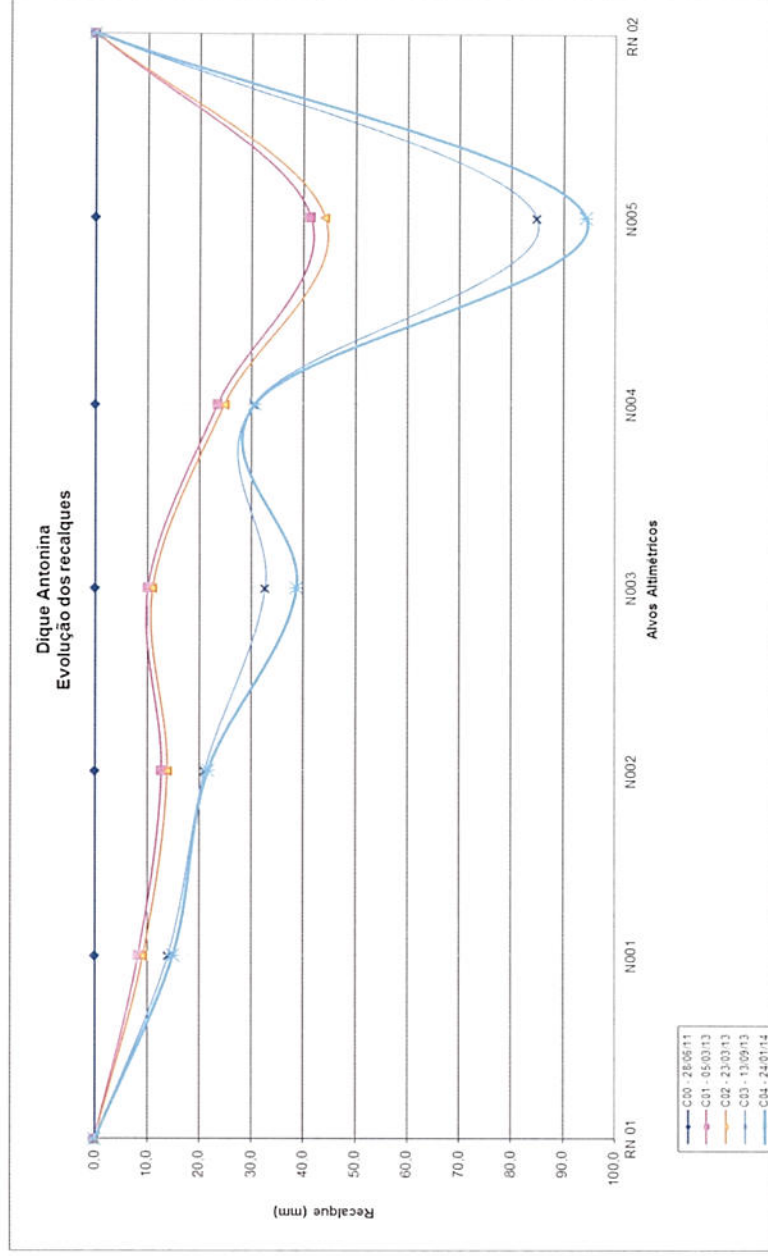


Figura 19 – Dique Antonina - Evolução dos Recalques

Visto por

Órgão: DGSE.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DGSE.E/RMS

Data da Revisão

23/09/2014

Revisão

00

Página

36/36