

FURNAS - AATE	
RELATÓRIO	
Nº	CÓPIA
17933	

A P



UHE Simplicio
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO
DIQUES NORTE E SUL
GEC.E.068.2014



RL- 17933 KO AP

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

FOLHA DE ATUALIZAÇÃO

Revisões em vigor

Parte / Página	I/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	III/15									
Revisão	0									
Parte / Página	III/16	III/17	III/18	III/19	III/20	III/21	III/22	III/23	III/24	
Revisão	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Parte / Página	Anexo									
Revisão	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	08/12/2014	00

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

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

SUMÁRIO

PARTE I - IDENTIFICAÇÃO E SÍNTESE.....	4
I.1. Identificação do Relatório.....	4
I.2. Síntese	4
PARTE II - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA.....	5
II.1. Objetivo	5
II.2. Análise de Comportamento.....	5
II.2.1 Dique Norte	7
II.2.2 Dique Sul.....	15
PARTE III - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	23
PARTE IV - ANEXO – GEC.E.032.2013.....	24

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE	Órgão: DGSE/MCSC	08/12/2014	00	3/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

PARTE I - IDENTIFICAÇÃO E SÍNTESE

I.1. Identificação do Relatório

- Autor

Maria do Carmo Reis Cavalcanti – 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 Norte e Sul, pertencentes ao circuito hidráulico de interligação da UHE Simplício, com base nas informações advindas de inspeções técnicas e nos dados do monitoramento desde 01/01/2013 até 01/12/2014.

Os dados do monitoramento provêm das campanhas de leituras realizadas pela operação da Usina nos instrumentos de auscultação civil 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).

As observações procedidas indicam um comportamento normal perante as solicitações aplicadas no período e as ocorrências detectadas já foram avaliadas não apresentam risco à segurança das estruturas ainda que no caso do dique Norte seja necessária intervenção para garantia dos critérios de segurança estabelecidos pelo projeto, conforme nota técnica-GEC.E.032.2013 - com a análise da instrumentação e revisão dos estudos de estabilidade assim como dimensionamento da solução para garantia do FS de projeto, a qual encontra-se no anexo 1 ao presente relatório.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/MCRC	08/12/2014	00	4/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

PARTE II - CARACTERIZAÇÃO TÉCNICA

II.1. Objetivo

Este relatório sintetiza as informações da instrumentação instalada nos Diques Norte e Sul, relativas ao período de 01/01/2013 a 01/12/2014, à luz das quais é apresentada análise do comportamento visando o controle de segurança de tais diques.

II.2. Análise de Comportamento

As estruturas, objeto da presente análise, são parte integrante dos 27 Km de Circuito Hidráulico de Geração da UHE Simplício, mostrado nas figuras 1, 2 e 3, que, através de uma sequência de canais / túneis e reservatórios intermediários, traz a água do reservatório da UHE Anta até a Usina de Simplício.



FIGURA 1 – Circuito Hidráulico – Trecho de Montante



FIGURA 2 – Circuito Hidráulico – Trecho de Jusante

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/MCRC	08/12/2014	00	5/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

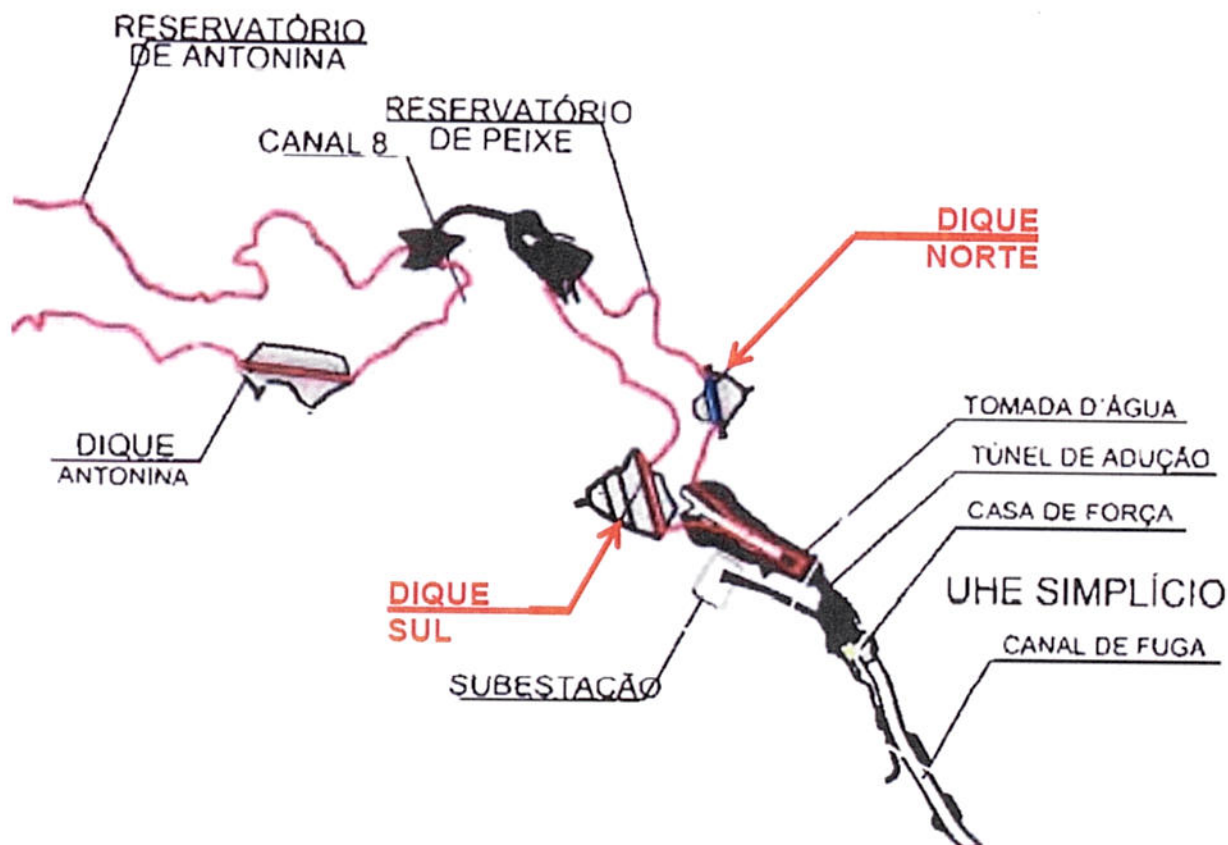


FIGURA 3 – Circuito Hidráulico – Detalhe do trecho dos diques em estudo

Os diques são constituídos basicamente de maciços em terra com filtros verticais e tapetes horizontais cujo monitoramento é predominantemente realizado por:

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

Ressalta-se 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.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/MCRC	08/12/2014	00	6/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES NORTE E SUL

RL N°

GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014

II.2.1 Dique Norte

O dique Norte é uma estrutura de barramento com seção brasileira, em terra homogênea com dreno vertical associado a tapete horizontal, conforme mostra a Figura 4 a seguir.

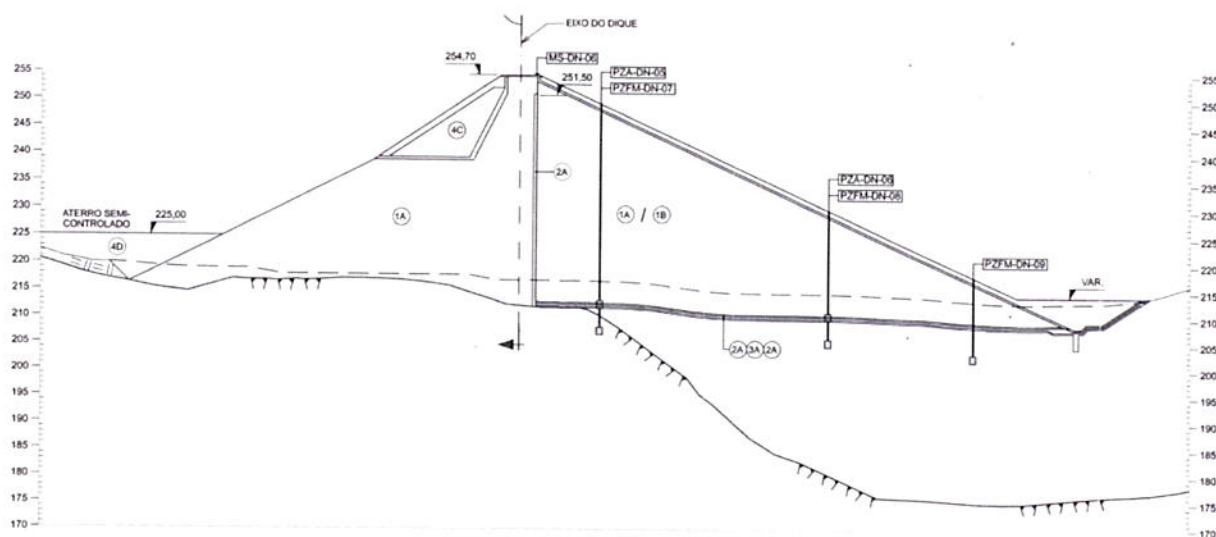


FIGURA 4 – Dique Norte – Seção Típica

O monitoramento do Dique Norte é realizado através de 18 piezômetros tipo Casagrande, sendo 7 no maciço compactado e 11 na fundação, em 4 seções instrumentadas; 2 medidores de nível d'água, um em cada ombreira, e 10 marcos superficiais instalados ao longo da crista do aterro. Na figura 5 é apresentada a planta do dique com as localizações dos instrumentos.

O medidor de vazão inicialmente previsto em projeto não foi instalado por dificuldades construtivas, entretanto recomenda-se a instalação de medidor de vazão associado ao projeto de drenagem sub-superficial da área de jusante do dique para monitoramento das vazões percoladas pela ombreira / dique e sua fundação.

Visto por

Órgão: DGSE.E

Responsável pelo Conteúdo

Órgão: DGSE.E/MCRC

Data da Revisão

08/12/2014

Revisão

00

Página

7/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

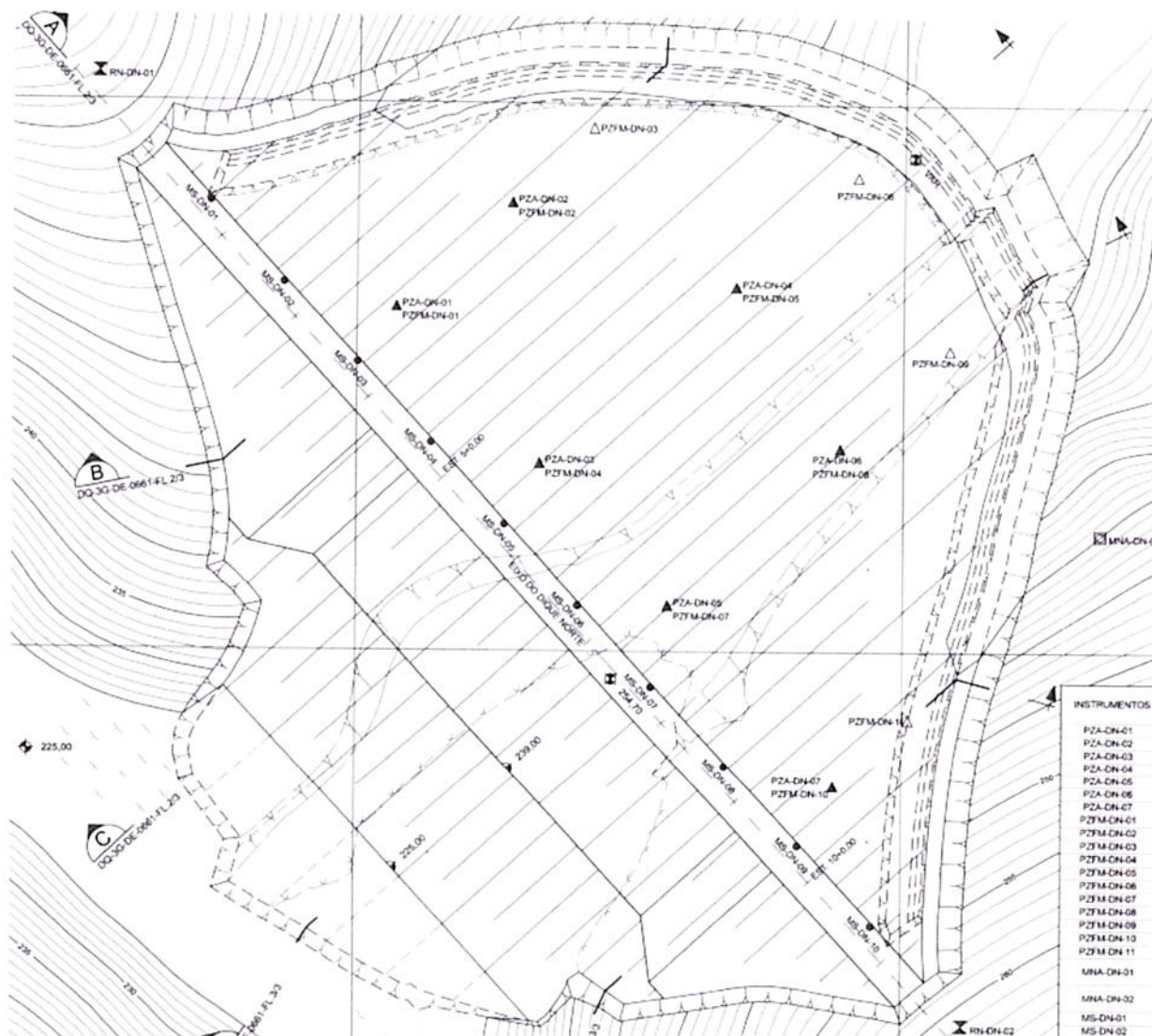


FIGURA 5 – Dique Norte – Planta

Na tabela 1 a seguir é apresentada a relação dos instrumentos instalados, seu posicionamento e características

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/MCRC	08/12/2014	00	8/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

TABELA 1 – Instrumentação Dique Norte

DADOS DE INSTALAÇÃO										
ESTRUTURA: DIQUE NORTE										
PIEZÔMETROS										
Nº DO INSTRUMENTO	CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	ZONA DE INSTALAÇÃO	OBSERVAÇÃO
		N	E						MATERIAL	
PZA-DN-01	INTNO22SPC001	7.574.762,529	727.407,178	10/11/2010	235,360	250,390	0°	235,90	ARGILA	Solo Compactado
PZA-DN-02	INTNO22SPC002	7.574.781,822	727.427,587	08/11/2010	230,979	237,589	0°	231,50	ARGILA	Solo Compactado
PZA-DN-03	INTNO22SPC003	7.574.734,225	727.433,913	22/09/2010	220,225	250,835	0°	222,00	ARGILA	Solo Compactado
PZA-DN-04	INTNO22SPC004	7.574.766,443	727.469,021	03/08/2010	211,074	228,429	0°	213,00	ARGILA	Solo Compactado
PZA-DN-05	INTNO22SPC005	7.574.708,276	727.457,010	09/08/2010	213,303	250,313	0°	217,00	ARGILA	Solo Compactado
PZA-DN-06	INTNO22SPC006	7.574.736,502	727.488,831	03/08/2010	211,775	231,090	0°	213,00	ARGILA	Solo Compactado
PZA-DN-07	INTNO22SPC007	7.574.674,622	727.487,778	09/11/2010	239,253	250,773	0°	240,00	ARGILA	Solo Compactado
PZFM-DN-01	INTNO22SPC008	7.574.762,724	727.407,257	03/11/2010	231,791	250,606	0°	235,90	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-02	INTNO22SPC009	7.574.781,755	727.427,540	08/11/2010	225,213	237,583	0°	231,50	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-03	INTNO22SPC010	7.574.795,442	727.443,031	25/08/2010	216,184	227,959	0°	222,50	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-04	INTNO22SPC011	7.574.734,274	727.443,951	21/09/2010	217,667	250,677	0°	222,00	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-05	INTNO22SPC012	7.574.766,542	727.469,431	03/07/2010	207,441	228,211	0°	213,00	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-06	INTNO22SPC013	7.574.786,982	727.491,557	02/07/2010	203,513	215,193	0°	210,00	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-07	INTNO22SPC014	7.574.708,308	727.456,944	09/08/2010	211,869	250,209	0°	217,00	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-08	INTNO22SPC015	7.574.736,762	727.488,695	02/07/2010	207,537	230,927	0°	213,00	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-09	INTNO22SPC016	7.574.754,515	727.508,797	03/07/2010	205,844	219,164	0°	210,50	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-10	INTNO22SPC017	7.574.674,843	727.487,466	02/11/2010	232,922	250,672	0°	240,00	ARGILA	Contato solo/rocha
PZFM-DN-11	INTNO22SPC018	7.574.687,247	727.501,107	28/10/2010	235,344	241,794	0°	238,00	ARGILA	Contato solo/rocha
MEDIDORES DE NÍVEL D'ÁGUA										
Nº DO INSTRUMENTO	CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (M)	ZONA DE INSTALAÇÃO	OBSERVAÇÃO
		N	E						MATERIAL	
MNA-DN-01	INTNO22SPN001	7.574.821,411	727.460,491	26/07/2010	216,177	226,157	0°	221,00	SAPROLITO	Contato solo/rocha
MNA-DN-02	INTNO22SPN002	7.574.720,555	727.536,281	28/07/2010	219,056	236,526	0°	225,00	SAPROLITO	Contato solo/rocha

As deformações registradas na crista do dique norte são compatíveis com estruturas de barramento em terra assentes em fundação compressível. As 5 campanhas de nivelamento dos marcos superficiais da crista são materializadas no gráfico da figura 6 onde se observa o recalque máximo da ordem de 11 cm na seção em que há uma expressiva espessura de material compressível associada a uma significativa altura de aterro, como mostra a seção pelo eixo mostrada na figura 7.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSE.E	Órgão: DGSE.E/MCRC	08/12/2014	00	9/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES NORTE E SUL

RL Nº

GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014

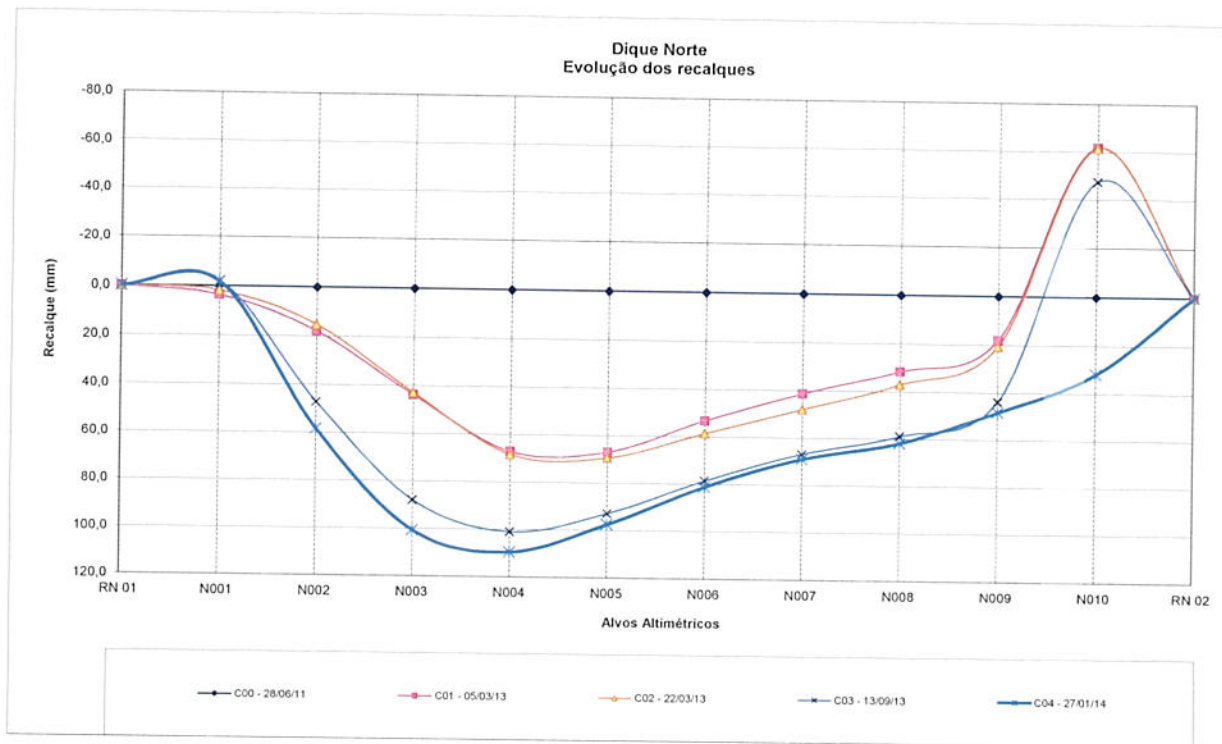


FIGURA 6 - Dique Norte – Marcos Superficiais

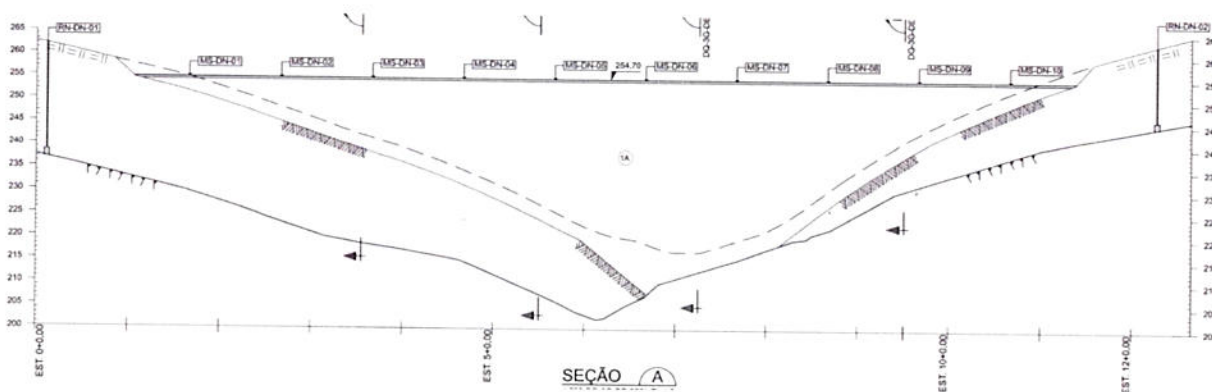


FIGURA 7 - Dique Norte – Seção Longitudinal pelo eixo

Visto por
Órgão: DGSB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MCRC

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
10/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

A tabela a seguir apresenta os valores máximos alcançados nos piezômetros e medidores de NA e sua comparação com os limites de atenção definidos pela projetista, na qual pode-se observar que alguns dos instrumentos ultrapassaram tal limite, estando os mesmos indicados em vermelho e lilás na figura 8, respectivamente para aterro e fundação.

A elevação das sub-pressões no interior do maciço e fundação levaram à uma inspeção de emergência da estrutura na qual constatou-se o completo assoreamento da área a jusante do dique por material da estrada de acesso carregado pelas chuvas, impedindo a franca drenagem do sistema de drenagem interna.

Foi recomendada a imediata limpeza de tal material e abertura de vala de drenagem até o bueiro existente sob a estrada.

Adicionalmente foram desenvolvidas análises de estabilidade com as reais linhas freáticas registradas obtendo-se fatores de segurança da ordem de 1,30, os quais apesar de não indicarem instabilidade da estrutura de terra não atendem ao valor de 1,50 recomendado nos critérios de projeto, tendo disso desenvolvido projeto de berma de estabilização a ser implantada tão logo possível.

TABELA 2 – Dique Norte – Piezômetros e Medidores de NA – Análise comparativa

Nº DO INSTRUMENTO		COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	MÁXIMO (m)	% LIMITE DE ATENÇÃO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	última leitura	% LIMITE DE ATENÇÃO
Projeto	SSB							
PZA-DN-01	INTNO22SPC001	235,360	250,390	235,565	38,0%	235,9	235,51	27,8%
PZA-DN-02	INTNO22SPC002	230,979	237,589	234,590	693,1%	231,5	230,979	0,0%
PZA-DN-03	INTNO22SPC003	220,225	250,835	220,225	0,0%	222,0	220,225	0,0%
PZA-DN-04	INTNO22SPC004	211,074	228,429	214,560	181,0%	213,0	213,87	145,2%
PZA-DN-05	INTNO22SPC005	213,303	250,313	214,270	26,2%	217,0	213,31	0,2%
PZA-DN-06	INTNO22SPC006	211,775	231,090	215,090	270,6%	213,0	215,09	270,6%
PZA-DN-07	INTNO22SPC007	239,253	250,773	240,280	137,5%	240,0	239,253	0,0%
PZFM-DN-01	INTNO22SPC008	231,791	250,606	238,990	175,2%	235,9	238,8	170,6%
PZFM-DN-02	INTNO22SPC009	225,213	237,583	225,350	2,2%	231,5	225,213	0,0%
PZFM-DN-03	INTNO22SPC010	216,184	227,959	221,920	90,8%	222,5	221,89	90,3%
PZFM-DN-04	INTNO22SPC011	217,667	250,677	217,690	0,5%	222,0	217,67	0,1%
PZFM-DN-05	INTNO22SPC012	207,441	228,211	227,270	356,7%	213,0	225,66	327,7%
PZFM-DN-06	INTNO22SPC013	203,513	215,193	215,121	178,9%	210,0	214,56	170,3%
PZFM-DN-07	INTNO22SPC014	211,869	250,209	213,800	37,6%	217,0	213,22	26,3%
PZFM-DN-08	INTNO22SPC015	207,537	230,927	213,403	107,4%	213,0	212,92	98,5%
PZFM-DN-09	INTNO22SPC016	205,844	219,164	213,550	165,5%	210,5	212,88	151,1%
PZFM-DN-10	INTNO22SPC017	232,922	250,672	237,745	68,1%	240,0	235,44	35,6%
PZFM-DN-11	INTNO22SPC018	235,344	241,794	235,390	1,7%	238,0	235,35	0,2%
MNA-DN-01	INTNO22SPN001	216,177	226,157	220,150	82,4%	221,0	219,92	77,6%
MNA-DN-02	INTNO22SPN002	219,056	236,526	227,435	141,0%	225,0	226,3	121,9%

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DG.SB.E	Órgão: DG.SB.E/MCRC	08/12/2014	00	11/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

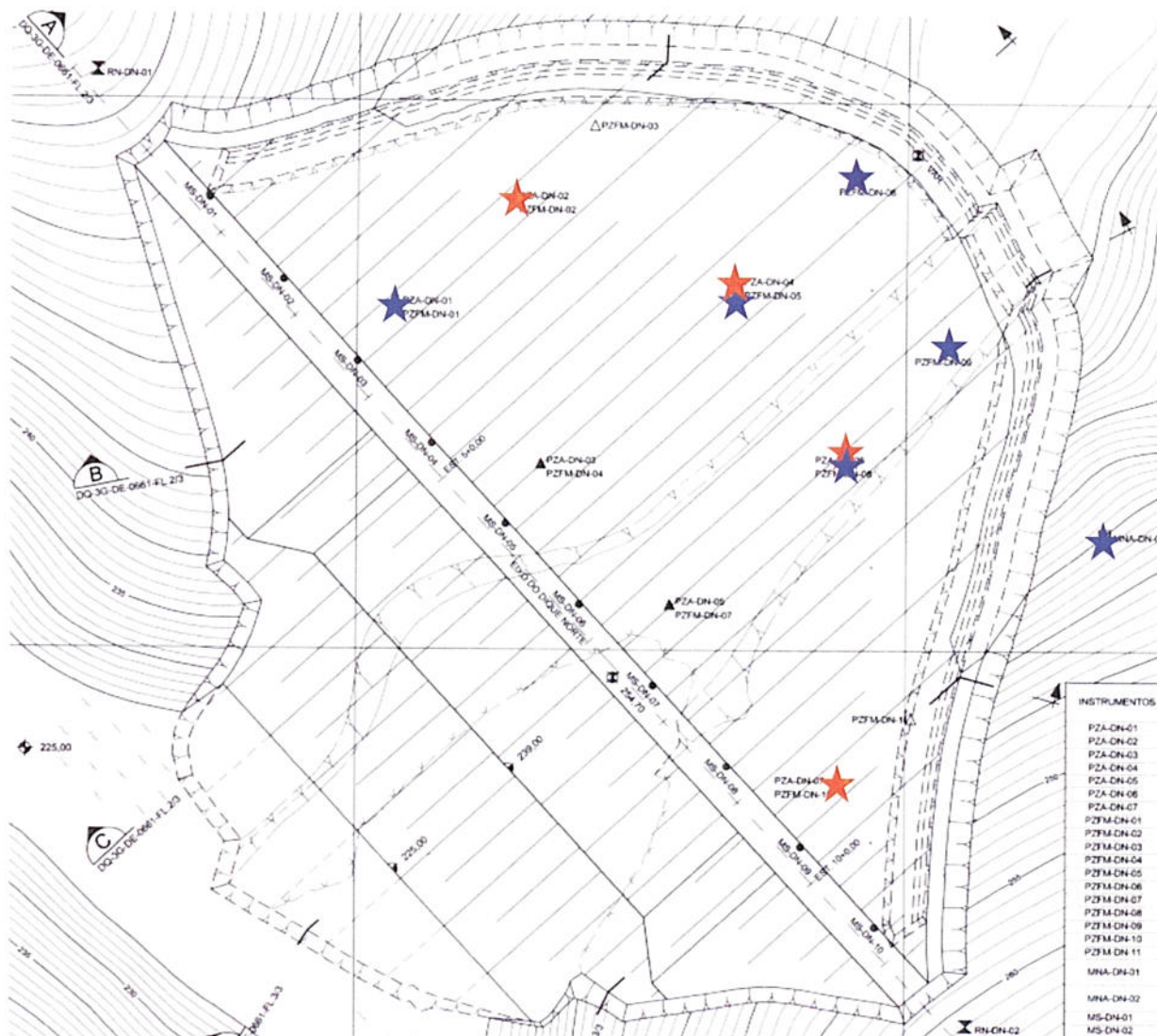


FIGURA 8 - Dique Norte – Instrumentos que ultrapassaram o limite de atenção

Maiores informações sobre a inspeção, análises desenvolvidas e projeto de recuperação são apresentadas no anexo ao presente relatório.

Também na tabela 2 pode-se observar que a limpeza e implantação de vala de drenagem a jusante do dique surtiram efeitos benéficos reduzindo os valores de poro-pressão registrados pela instrumentação.

Os gráficos das figuras 9 e 10, respectivamente para os piezômetros instalados no aterro compactado do dique e na fundação sob a estrutura, mostram o comportamento de tais instrumentos ao longo do período em análise, juntamente com a incidência de chuva, variação do NA do reservatório e registro dos medidores de NA instalados nas ombreiras.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DG.SB.E	Órgão: DG.SB.E/MCRC	08/12/2014	00	12/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES NORTE E SUL

RL Nº

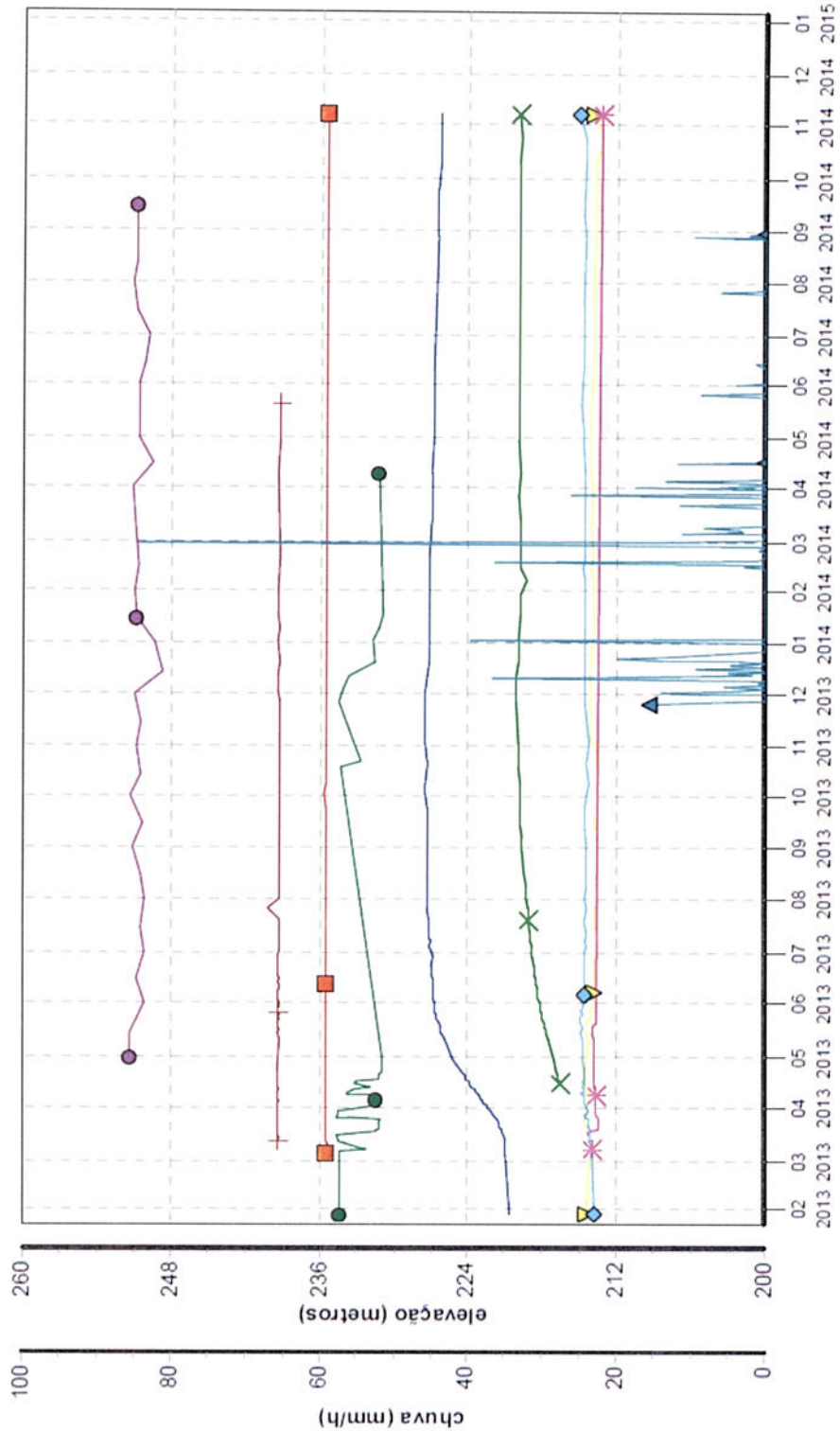
GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014

UHE SIMPLÍCIO - INTERLIGAÇÃO DIQUE NORTE - PIEZOMETRIA ATERRO		Período: 01/01/2013 a 31/12/2014
DQN-PZA		
● INTNO22SPC001 M1 ◆ INTNO22SPC005 M1 ▲ INTNO22SPN002 M1	● INTNO22SPC002 M1 ◆ INTNO22SPC006 M1 ▲ INTNO23MCP001 M1	▼ INTNO22SPC004 M1 × INTNO22SPN001 M1
■ INTNO22SPC003 M1 * INTNO22SPC007 M1 — INTNO23NAN001 M1	+ INTNO22SPC007 M1 ● SIMTA23NAN001 M1	

FIGURA 9 - Dique Norte – Piezometria na Fundação e Medidores de NA



Visto por
Órgão: DGSEB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSEB.E/MCRC

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
13/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES NORTE E SUL

RL Nº

GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014

UHE SIMPLÍCIO - INTERLIGAÇÃO
DIQUE NORTE - PIEZOMETRIA
FUNDAÇÃO - SAPROLITO

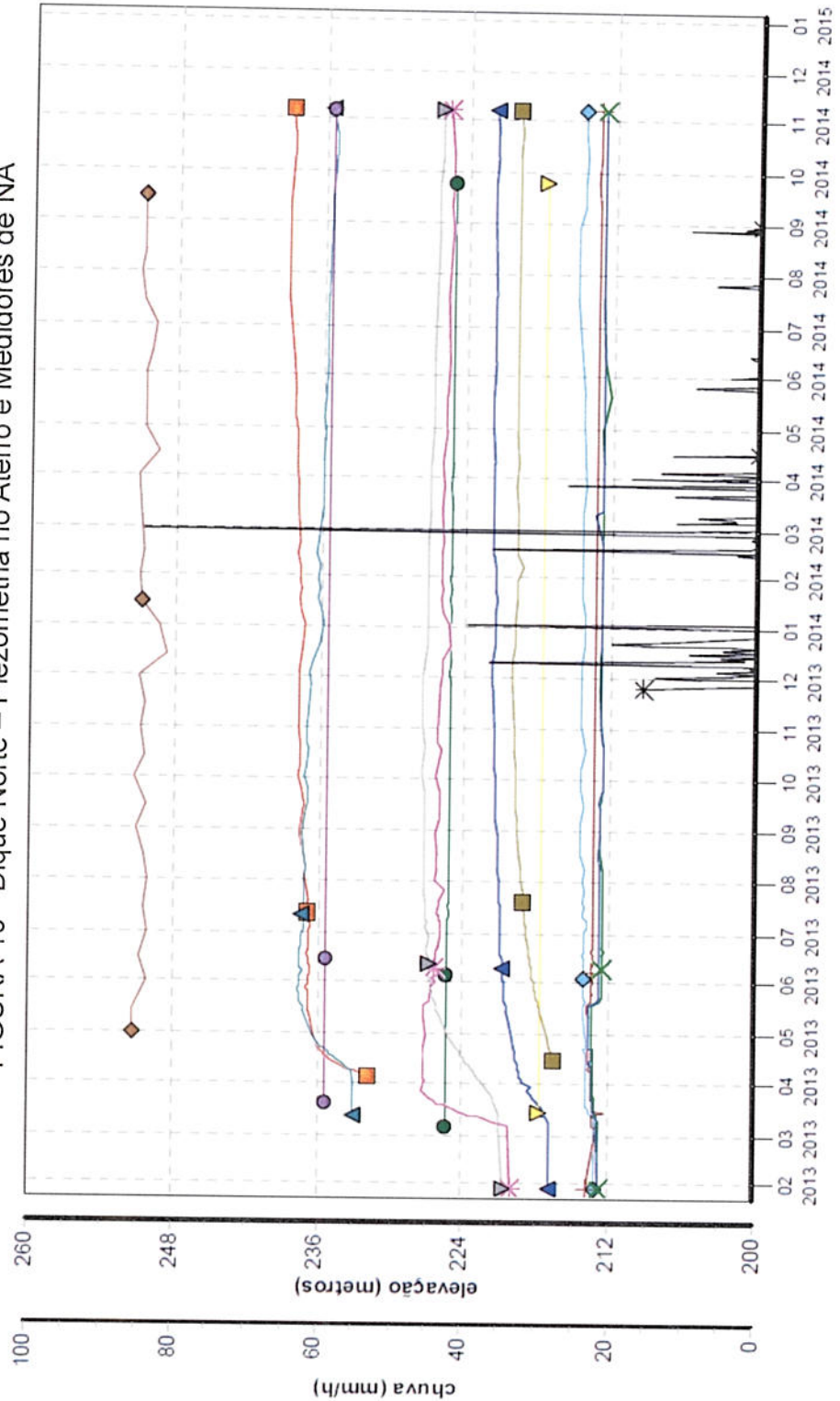
Período: 01/01/2013 a 31/12/2014

DQN-PZF

INTNO22SPC008 M1	INTNO22SPC009 M1	INTNO22SPC010 M1	INTNO22SPC011 M1
INTNO22SPC012 M1	INTNO22SPC013 M1	INTNO22SPC014 M1	INTNO22SPC015 M1
INTNO22SPC016 M1	INTNO22SPC017 M1	INTNO22SPC018 M1	INTNO22SPN001 M1
INTNO22SPN002 M1	INTNO23MCP001 M1	SIMTA23NAN001 M1	

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

FIGURA 10 - Dique Norte – Piezometria no Aterro e Medidores de NA



Visto por
Órgão: DGSB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MCRC

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
14/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES NORTE E SUL

RL Nº

GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014



FIGURA 12 – Dique Sul – Planta

Nas tabelas 3 e 4 a seguir é apresentada a relação dos instrumentos instalados, seu posicionamento e características.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DG.SB.E	Órgão: DG.SB.E/MCRC	08/12/2014	00	16/24

Assunto

**RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES NORTE E SUL**

 RL Nº
GEC.E.068.2014

 Data de Emissão
08/12/2014

DADOS DE INSTALAÇÃO													
TABELA 3													
DIQUE SUL													
PIEZÔMETROS													
Nº DO INSTRUMENTO	CÓDIGO SSB	COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO FURO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	ZONA DE INSTALAÇÃO		OBSERVAÇÃO	INSTALADO POR	STATUS DE FUNCIONAMENTO
		N	E						MATERIAL	MATERIAL			
PZA-DS-01	INTSU22SPC001	7.574.361,335	727.305,999	06/07/2010	220,866	236,516	0°	225,00	ARGILA	ARGILA	Solo Compactado	IEME	Normal
PZA-DS-02	INTSU22SPC002	7.574.348,539	727.355,772	30/07/2010	222,384	250,384	0°	228,00	ARGILA	ARGILA	Solo Compactado	IEME	Normal
PZF-DS-03	INTSU22SPC003	7.574.349,082	727.356,027	30/06/2010	213,378	250,138	0°	228,00	ARGILA	ARGILA	Contato solo/rocha	IEME	Normal
PZA-DS-04	INTSU22SPC004	7.574.322,921	727.329,782	23/05/2010	220,034	233,484	0°	224,00	ARGILA	ARGILA	Solo Compactado	IEME	Normal
PZF-DS-05	INTSU22SPC005	7.574.323,219	727.330,104	22/05/2010	208,593	233,193	0°	224,00	ARGILA	ARGILA	Contato solo/rocha	IEME	Normal
PZA-DS-06	INTSU22SPC006	7.574.289,078	727.419,747	27/07/2010	220,489	251,003	0°	228,00	ARGILA	ARGILA	Solo Compactado	IEME	Normal
PZF-DS-07	INTSU22SPC007	7.574.288,799	727.419,447	19/05/2010	201,780	246,355	0°	228,00	ARGILA	ARGILA	Contato solo/rocha	IEME	Danificado
PZA-DS-08	INTSU22SPC008	7.574.262,789	727.393,460	23/06/2010	220,317	233,347	0°	224,00	ARGILA	ARGILA	Solo Compactado	IEME	Normal
PZF-DS-09	INTSU22SPC009	7.574.262,444	727.393,337	21/05/2010	198,732	234,562	0°	224,00	ARGILA	ARGILA	Contato solo/rocha	IEME	Danificado
PZA-DS-10	INTSU22SPC010	7.574.242,116	727.490,579	18/09/2010	236,795	255,930	0°	234,00	ARGILA	ARGILA	Solo Compactado	IEME	Normal
PZF-DS-11	INTSU22SPC011	7.574.242,190	727.490,483	01/09/2010	234,624	255,824	0°	234,00	ARGILA	ARGILA	Contato solo/rocha	IEME	Normal

DADOS DE INSTALAÇÃO												
TABELA 4												
DIQUE SUL												
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)	LIMITES (cm)		ZONA DE INSTALAÇÃO LOCAL	INSTALADO POR	STATUS DE FUNCIONAMENTO
		N	E					RECALQUE	LEVANTAMENTO			
RN-DS-01	-	7.574.447,407	727.280,506	13/01/2011	246,946	264,046	264,546	-	-	TALUDE NATURAL	IEME	Normal
RN-DS-02	-	7.574.216,371	727.512,909	17/01/2011	253,405	255,905	256,405	-	-	TALUDE NATURAL	IEME	Normal
MS-DS-01	INTSU20MNVN001	7.574.399,425	727.330,744	02/03/2011	-	254,743	255,243	7,000	-3,000	CRISTA	IEME	Normal
MS-DS-02	INTSU20MNVN002	7.574.375,769	727.354,582	02/03/2011	-	254,771	255,271	21,000	-3,000	CRISTA	IEME	Normal
MS-DS-03	INTSU20MNVN003	7.574.340,471	727.390,258	02/03/2011	-	254,776	255,276	43,000	-3,000	CRISTA	IEME	Normal
MS-DS-04	INTSU20MNVN004	7.574.291,464	727.439,893	02/03/2011	-	254,710	255,210	37,000	-3,000	CRISTA	IEME	Normal
MS-DS-05	INTSU20MNVN005	7.574.256,567	727.475,601	02/03/2011	-	254,741	255,241	14,000	-3,000	CRISTA	IEME	Normal

 Visto por
Órgão: DGSB.E

 Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MCRC

 Data da Revisão
08/12/2014

 Revisão
00

 Página
17/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

As deformações registradas na crista do dique sul são compatíveis com estruturas de barramento em terra assentes em fundação compressível, as 5 campanhas de nivelamento dos marcos superficiais da crista são materializadas no gráfico da figura 13 onde se observa o recalque máximo da ordem de 14 cm na seção em que há uma expressiva espessura de material compressível associada a uma significativa altura de aterro, como mostra a seção pelo eixo mostrada na figura 14.

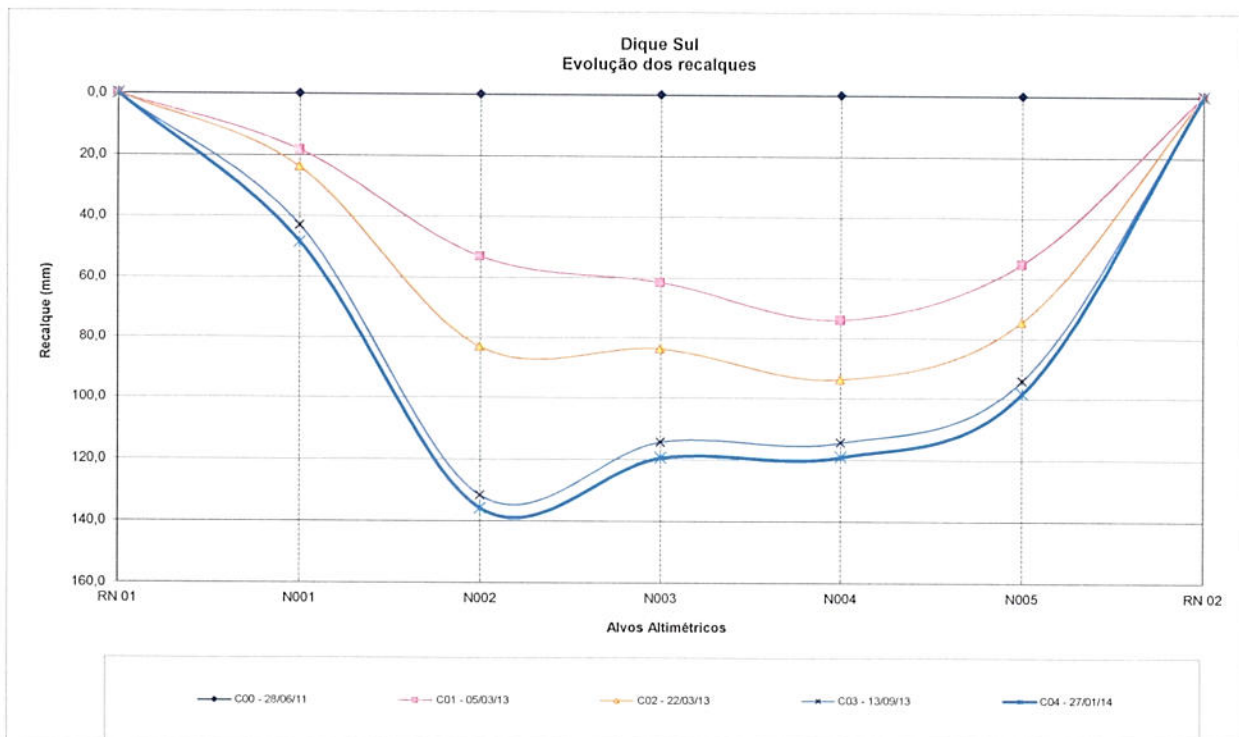


FIGURA 13 - Dique Sul – Marcos Superficiais

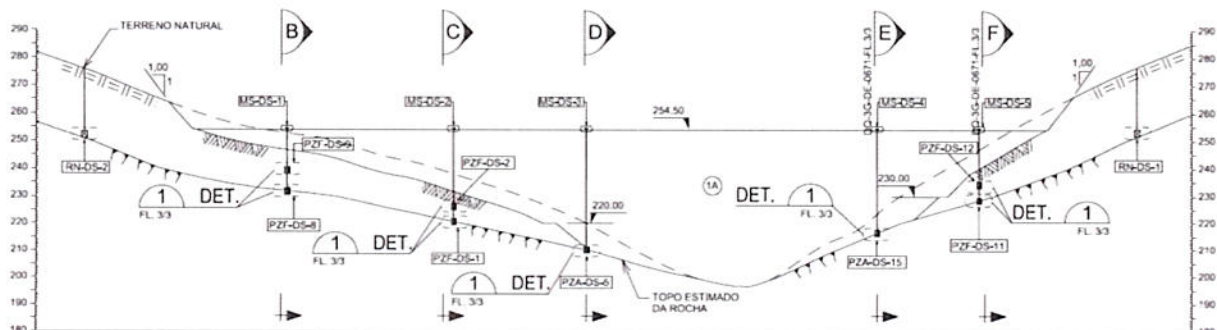


FIGURA 14 - Dique Sul – Seção Longitudinal pelo eixo

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/MCRC	08/12/2014	00	18/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

A tabela 5 a seguir apresenta os valores máximos alcançados nos piezômetros e medidores de NA e sua comparação com os limites de atenção definidos pela projetista, na qual pode-se observar nenhum dos instrumentos ultrapassou ou mostrou valores muito próximos dos limites de atenção.

Destaca-se apenas que os limites de alerta dos piezômetros PZA-DS-10 e 11 foram alterados em função de sua implantação a montante do dreno vertical e não a jusante do mesmo conforme previsto no projeto.

TABELA 5 – Dique Sul – Piezômetros e Medidores de NA – Análise comparativa

Nº DO INSTRUMENTO		COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	MÁXIMO (m)	% LIMITE DE ATENÇÃO	LIMITE DE ATENÇÃO (m)
Projeto	SSB					
PZA-DS-01	INTSU222SPC001	220,966	236,516	223,43	61%	225,0
PZA-DS-02	INTSU222SPC002	222,384	250,394	226,30	70%	228,0
PZF-DS-03	INTSU222SPC003	213,378	250,138	215,46	14%	228,0
PZA-DS-04	INTSU222SPC004	220,034	233,484	221,01	25%	224,0
PZF-DS-05	INTSU222SPC005	206,553	233,193	207,74	7%	224,0
PZA-DS-06	INTSU222SPC006	220,489	251,003	226,43	79%	228,0
PZA-DS-08	INTSU222SPC008	220,217	233,347	221,23	27%	224,0
PZA-DS-10	INTSU222SPC010	236,795	255,930	249,84	89%	251,5
PZF-DS-11	INTSU222SPC011	234,624	255,824	250,00	91%	251,5

Os gráficos das figuras 15, 16 e 17 mostram o comportamento dos piezômetros instalados na estrutura, ressalta-se que os piezômetros 07 e 09 instalados na fundação do dique foram danificados durante sua instalação e por este motivo não apresentam registro no período.

Esse dique sofreu uma intervenção corretiva na ombreira direita em decorrência de surgências significativas as quais foram disciplinadas através de filtro invertido, atualmente apresentando-se seco.

Na ombreira em questão foram instalados dois piezômetros de tubo aberto e um medidor de NA, cujo comportamento será abordado no próximo relatório de análise de comportamento quando houver uma maior massa de dados para análise.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/MCRC	08/12/2014	00	19/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL

RL N°

GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014

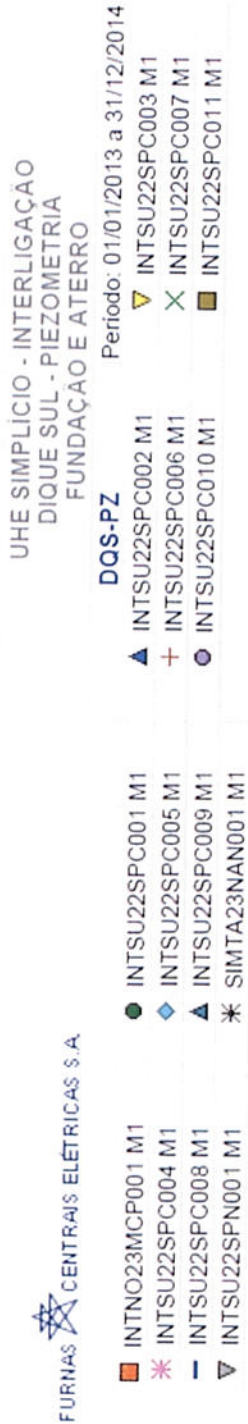
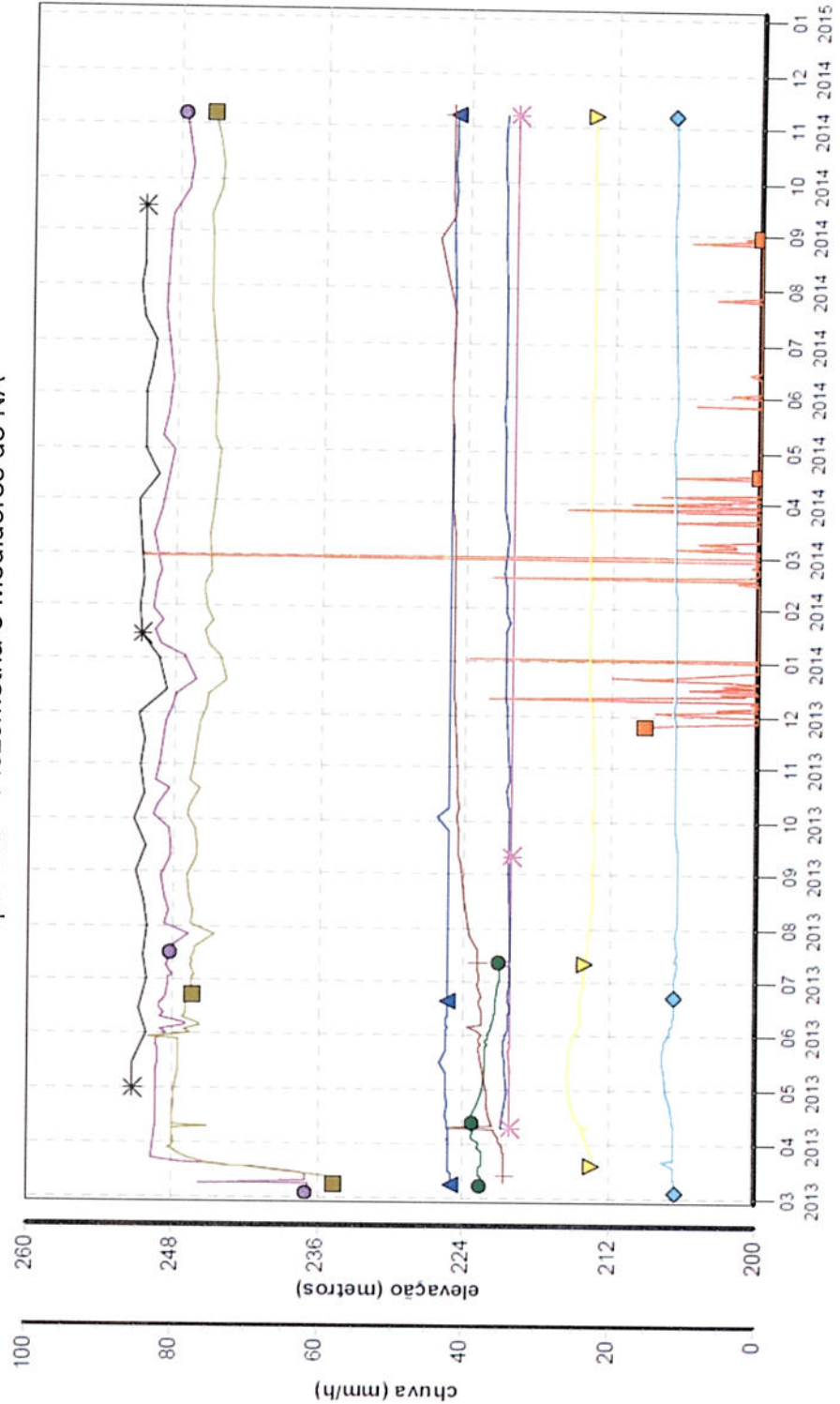


FIGURA 15 - Dique Sul – Piezometria e Medidores de NA



Visto por
Órgão: DGSB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MCRC

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
20/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL

RL Nº

GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014

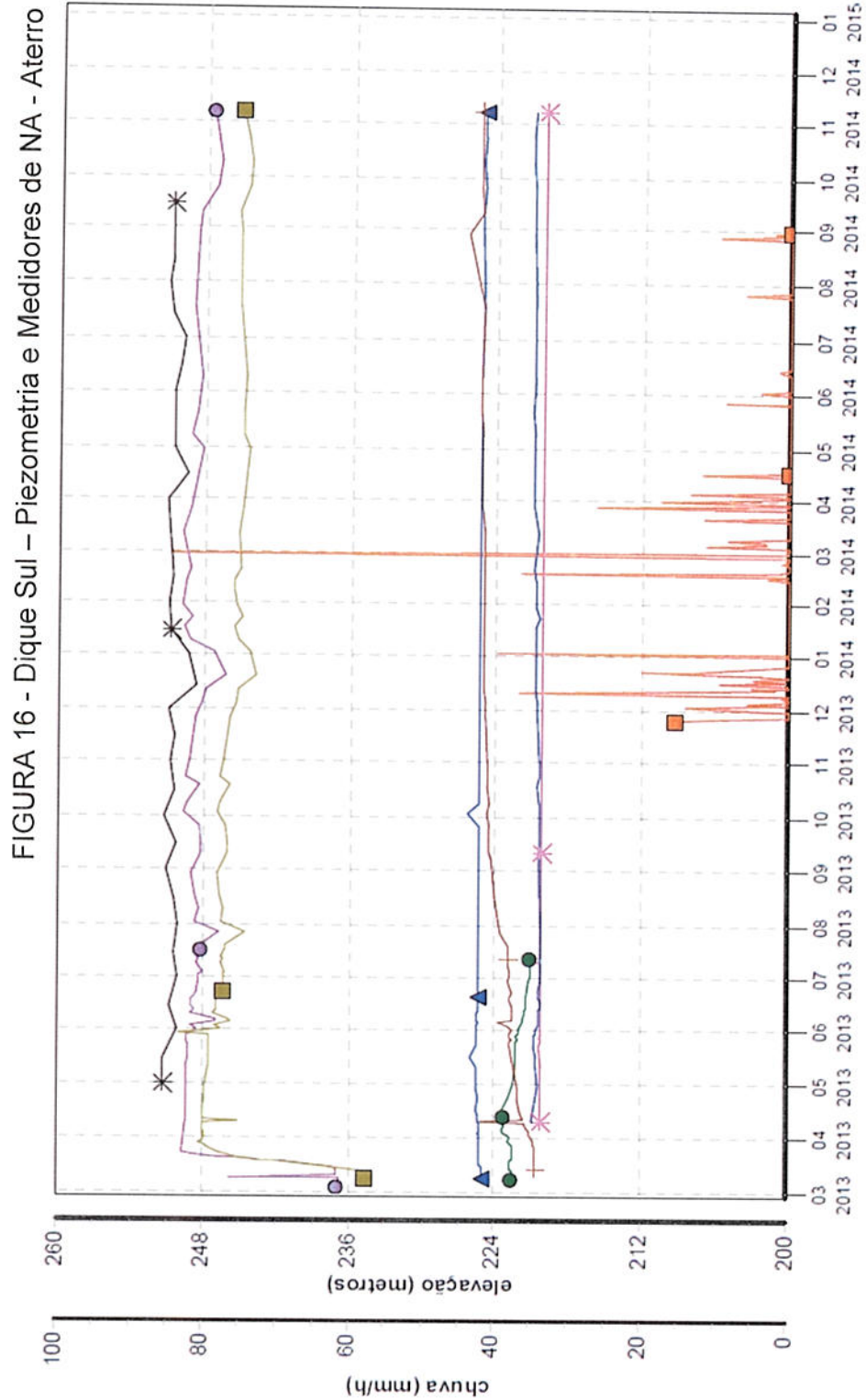
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

UHE SIMPLÍCIO - INTERLIGAÇÃO
DIQUE SUL - PIEZOMETRIA
ATERRO

Período: 01/01/2013 a 31/12/2014

DQS-PZ

- INTNO23MCP001 M1
- INTSU22SPC001 M1
- INTSU22SPC006 M1
- INTSU22SPC008 M1
- INTSU22SPN001 M1
- INTSU22SPC002 M1
- INTSU22SPC010 M1
- SIMTA23NAN001 M1
- INTSU22SPC004 M1
- INTSU22SPC011 M1



Visto por
Órgão: DGSB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MCRC

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
21/24

Assunto

RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS
DIQUES NORTE E SUL

RL Nº

GEC.E.068.2014

Data de Emissão

08/12/2014

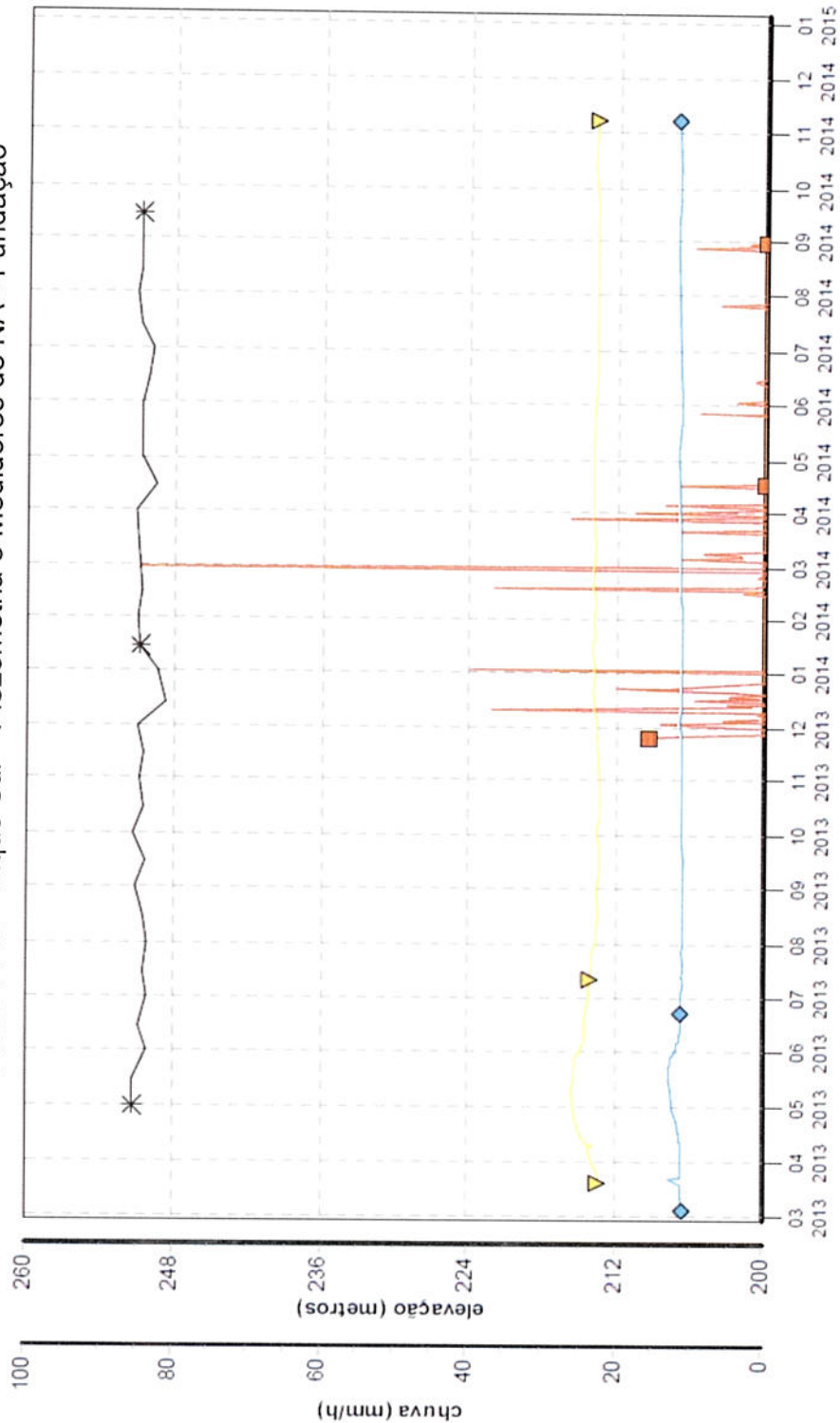
UHE SIMPLÍCIO - INTERLIGAÇÃO
DIQUE SUL - PIEZOMETRIA
FUNDAÇÃO E ATERRO

DQS-PZ Período: 01/01/2013 a 31/12/2014

CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

- INTNO23MCP001 M1
- ▲ INTSU22SPC009 M1
- ▼ INTSU22SPN001 M1
- ▼ INTSU22SPC003 M1
- ◆ INTSU22SPC005 M1
- ◆ INTSU22SPC007 M1
- ▲ SIMTA23NAN001 M1
- * SIMTA23NAN001 M1

FIGURA 17 - Dique Sul – Piezometria e Medidores de NA - Fundação



Visto por
Órgão: DGSB.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão: DGSB.E/MCRC

Data da Revisão
08/12/2014

Revisão
00

Página
22/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

PARTE III - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente relatório apresenta avaliação do comportamento observado e sintetiza os registros da instrumentação instalada nos diques Norte e Sul integrantes do Circuito Hidráulico de Interligação da UHE Simplício

De uma forma geral o comportamento das estruturas de barramento em apreço tem se mostrado satisfatório não havendo indicativo de risco imediato à segurança do empreendimento.

Recomendações quanto à manutenção da estrutura encontram-se registradas nos Relatórios de Inspeção GEC.E.041.2014 e GEC.E.042.2014 assim como projeto das intervenções de recuperação no Dique Norte foram encaminhadas através da correspondência GEC.E.I.214.2013.

A seguir são relacionadas recomendações referentes à instrumentação instalada e devem ser implementados o quanto antes visando uma maior garantia das condições de monitoramento dos diques conforme:

- Instalação de medidor de vazão associado à saída do dreno invertido implantado na ombreira direita do dique Sul para controle da percolação pela ombreira.
- Instalação de medidor de vazão associado ao projeto de drenagem sub-superficial a ser implantado na área a jusante do dique Norte para acompanhamento das vazões percoladas pela estrutura de barramento e ombreira esquerda.
- Alterar a frequência de leituras para semanal durante o período chuvoso para ambos os diques, mantendo esta frequência no dique Norte até a implantação do projeto de recuperação previsto.
- Providenciar, antes do início do período chuvoso, a limpeza do sistema de drenagem provisório a jusante do dique Norte.
- Realizar testes de equalização nos piezômetros e medidores de NA que têm mantido status seco para verificar sua funcionalidade.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: DGSB.E	Órgão: DGSB.E/MCRC	08/12/2014	00	23/24

Assunto	RL Nº	Data de Emissão
RELATÓRIO DE ESTUDO DE COMPORTAMENTO DOS DIQUES NORTE E SUL	GEC.E.068.2014	08/12/2014

PARTE IV - ANEXO – GEC.E.032.2013

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



Nota Técnica

Dique Norte – Circuito Hidráulico - UHE Simplício

DIQUE NORTE
NOTA TÉCNICA
GEC.E.032.2013



unto	RL Nº	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplício	GEC.E.032.2013	14/08/2013

FOLHA DE ATUALIZAÇÃO

Revisões em vigor										
Parte / Página	1/4	2/4	3/4	4/4						
Revisão	0	0	0	0						
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Parte / Página										
Revisão										
Observações:										

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	2/27

unto	RL Nº	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	GEC.E.032.2013	14/08/2013

I.1. Identificação

- Autores

DGSB.E/GEC.E – eng.os Celso Pires, M.Ramidan e M. Carmo.
Engevix – eng.o José Borges Bernardino.

- Órgãos Envolvidos

GEC. E/ GCL. E/ GST. E./ ENGEVIX

- Distribuição

SE. E/GCL. E / DCGL. E/GST. E/DTEC. E/ ENGEVIX

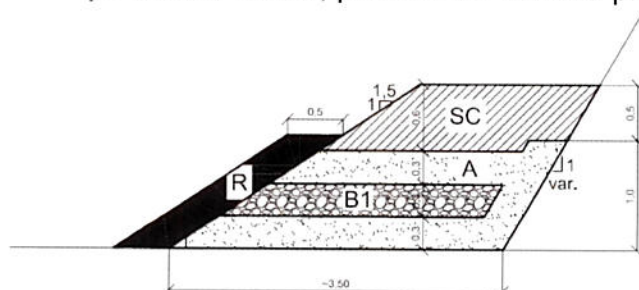
I.2. Síntese Gerencial.

Com base em inspeções ao local, análise dos dados de instrumentação e estudos de estabilidade, para fase operativa do dique Norte, a engenharia deste GEC.E e a projetista Engevix, consideram necessária a complementação do sistema de drenagem do dique e de sua ombreira esquerda assim como adequação da seção de projeto do barramento de modo a preservar os critérios de segurança estabelecidos para fase operativa.

Os critérios acima referidos são relativos ao desempenho da estrutura/fundação e ombreiras, perante as solicitações do reservatório quanto aos aspectos de estabilidade e controle de percolação.

Os projetos conceituais da complementação da drenagem e adequação da seção da estrutura de barramento já se encontram definidos conforme apresentado nos croquis abaixo:

- Implantação de dreno invertido na ombreira esquerda em toda extensão do pé de seu talude, periférico à estrada provisória de acesso

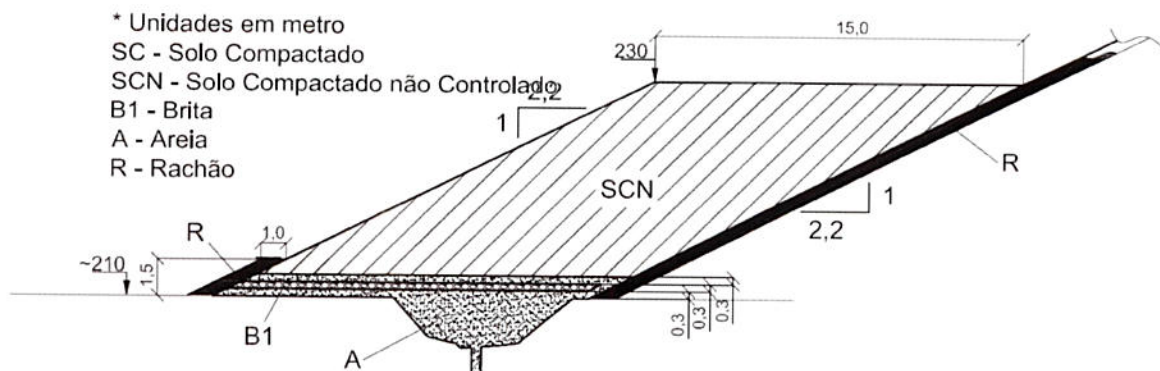


* Unidades em metro
SC - Solo Compactado
SCN - Solo Compactado não Controlado
B1 - Brita
A - Areia
R - Rachão

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	3/27

unto	RL Nº	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplício	GEC.E.032.2013	14/08/2013

- Adequação da seção da estrutura de barramento – berma de 15m na El.230m e trincheira drenante para condução das águas de percolação até o bueiro sob a estrada.



Os serviços de topografia para detalhamento das complementações do projeto, em especial para os sistemas de drenagem, já foram solicitados e encontram-se em andamento.

Os registros da instrumentação indicam que o carregamento piezométrico do dique, estrutura/fundação e ombreira, configurou-se quase que de imediato após o enchimento do reservatório durante o mês de março de 2013; tendo sido observados valores de poro-pressões superiores aos valores limites que serviram de referência para fator de segurança (FS) 1,5 definido pelo critério de projeto.

Em anexo são apresentados planta e seções com a instrumentação instalada no dique assim como gráficos e tabelas dos registros da instrumentação e os limites de alerta do projeto.

As análises de estabilidade para a situação de piezometria do aterro e fundação registrada pela instrumentação, mostram ser o atual fator de segurança (FS) na estrutura (FS=1,2) inferior ao preconizado nos critérios de projeto para a condição de regime permanente (FS=1,5).

Desta forma, conforme previsto no plano de segurança de barragens, cabem ações de engenharia visando restabelecer o FS=1,5, condição de segurança estabelecida pelos critérios de projeto.

Complementarmente, nos itens a seguir, temos o histórico resumido do assunto, ilustrações fotográficas e medidas provisórias em execução.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	4/27

unto	RL Nº	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	GEC.E.032.2013	14/08/2013

1.3. Histórico.

A estrutura do dique foi submetida ao seu carregamento inicial com o enchimento do reservatório até sua cota de operação durante o mês de março de 2013.

Após o enchimento observou-se que alguns dos piezômetros de fundação registravam cotas piezométricas superiores aos níveis de atenção estabelecidos no manual de operação, conforme mostram os gráficos temporais de cada instrumento apresentados no anexo 1.

Na ocasião constatou-se ter ocorrido um completo assoreamento da região plana a jusante do dique por material argiloso oriundo da erosão nas proximidades, em especial da estrada de acesso à crista do dique. Região esta pela qual deveriam escoar as águas coletadas pela drenagem interna do dique Norte e que encontrava-se então completamente assoreada e saturada, representando restrição de saída de água e uma provável causa da elevação das poro-pressões registradas nos piezômetros de fundação.

Face a constatação do processo de assoreamento foi solicitada a limpeza desta área com remoção do material argiloso saturado e abertura de vala de drenagem para condução das águas ao bueiro existente sob a estrada imediatamente a jusante do dique.

Os estudos indicaram que a seção instrumentada da Estaca 5 + 10m , anexo xxx, apresentou anomalias importantes na sua piezometria, inclusive com evidências anteriores ao enchimento do reservatório como no caso do piezômetro PZFM-DN-05.

A projetista efetuou verificações de estabilidade, apresentados no anexo 3, em seção de estudo na Estaca 4 + 16m constatando, para a situação de piezometria do aterro e fundação registrada pela instrumentação, ser o atual fator de segurança (FS) na estrutura (FS=1,2) inferior ao preconizado nos critérios de projeto para a condição de regime permanente (FS=1,5), Apesar de redução do FS ,em princípio, estrutura não apresentava indícios de ter problemas em sua estabilidade.

Como medida corretiva ficou definida a abertura de vala a jusante do diques para restabelecimento da franca drenagem na região de jusante. Entretanto a abertura de tal vala de drenagem não resultou nas reduções esperadas das poro-pressões atuantes na fundação da estrutura.

A pouca efetividade da vala de drenagem implantada reforça a hipótese da presença de feição de elevada permeabilidade no contrato com a rocha e em cota bastante inferior à do sistema de drenagem interna do dique, sendo a mesma responsável pela elevadas poro-pressões registradas.

O que também contribui para corroborar o entendimento acima é a constatação de processo de saturação na região da ombreira esquerda em toda extensão do pé do talude periférico à estrada de acesso provisória.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	5/27

unto	RL Nº	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	GEC.E.032.2013	14/08/2013

I.4. Inspeção Técnica – 07.08.2013

A inspeção técnica teve como objetivo dar continuidade ao monitoramento da estrutura do Dique Norte e, em especial, proceder uma apreciação do comportamento da estrutura de barramento após decorridos 04 meses do enchimento do reservatório, em função de evidências de surgências de água tanto na área à jusante do dique como no pé do talude da estrada de acesso provisória na ombreira esquerda.

Fatos estes que vêm a confirmar observações anteriores refletindo os registros piezométricos da instrumentação instalada na estrutura do dique, conforme mostrado nas tabelas abaixo com as últimas leituras:

AHE Simplício

PIEZÔMETROS



ESTRUTURA: DIQUE NORTE										
Nº DO INSTRUMENTO		COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÚLTIMA DATA DE LANÇAMENTO	ÚLTIMA LEITURA (m)	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	SITUAÇÃO
Projeto	SSB	N	E							
PZA-DN-01	INTNO22SPC001	7.574.762,529	727.407,178	10/11/2010	235,360	250,390	09/08/13	235,495	235,900	Normal
PZA-DN-02	INTNO22SPC002	7.574.781,822	727.427,587	08/11/2010	230,979	237,589	09/08/13	230,959	231,500	Normal
PZA-DN-03	INTNO22SPC003	7.574.734,225	727.433,913	22/09/2010	220,225	250,835	09/08/13	220,295	222,000	Normal
PZA-DN-04	INTNO22SPC004	7.574.766,443	727.469,021	03/08/2010	211,074	228,429	09/08/13	213,649	213,000	Atenção
PZA-DN-05	INTNO22SPC005	7.574.708,276	727.457,010	09/08/2010	213,303	250,313	09/08/13	212,973	217,000	Normal
PZA-DN-06	INTNO22SPC006	7.574.736,502	727.488,831	03/08/2010	211,775	231,090	09/08/13	214,450	213,000	Atenção
PZA-DN-07	INTNO22SPC007	7.574.674,622	727.487,778	09/11/2010	239,253	250,773	09/08/13	239,263	240,000	Normal
PZFM-DN-01	INTNO22SPC008	7.574.762,724	727.407,257	03/11/2010	231,791	250,606	09/08/13	237,161	235,900	Atenção
PZFM-DN-02	INTNO22SPC009	7.574.781,755	727.427,540	08/11/2010	225,213	237,583	09/08/13	225,223	231,500	Normal
PZFM-DN-03	INTNO22SPC010	7.574.795,442	727.443,031	25/08/2010	216,184	227,959	09/08/13	221,184	222,500	Normal
PZFM-DN-04	INTNO22SPC011	7.574.734,274	727.443,951	21/09/2010	217,667	250,677	09/08/13	225,877	222,000	Atenção
PZFM-DN-05	INTNO22SPC012	7.574.766,542	727.469,431	03/07/2010	207,441	228,211	09/08/13	226,146	213,000	Atenção
PZFM-DN-06	INTNO22SPC013	7.574.786,982	727.491,557	02/07/2010	203,513	215,193	09/08/13	213,988	210,000	Atenção
PZFM-DN-07	INTNO22SPC014	7.574.708,308	727.456,944	09/08/2010	211,869	250,209	09/08/13	213,244	217,000	Normal
PZFM-DN-08	INTNO22SPC015	7.574.736,762	727.488,695	02/07/2010	207,537	230,927	09/08/13	212,677	213,000	Normal
PZFM-DN-09	INTNO22SPC016	7.574.754,515	727.508,797	03/07/2010	205,844	219,164	09/08/13	212,779	210,500	Atenção
PZFM-DN-10	INTNO22SPC017	7.574.674,843	727.487,466	02/11/2010	232,922	250,672	09/08/13	237,122	240,000	Normal
PZFM-DN-11	INTNO22SPC018	7.574.687,247	727.501,107	28/10/2010	235,344	241,794	09/08/13	235,369	238,000	Normal

AHE Simplício MED. DE NÍVEL D'ÁGUA



Nº DO INSTRUMENTO		COORDENADAS		DATA DE INSTALAÇÃO	COTA DE INSTALAÇÃO (m)	COTA DA BOCA DO TUBO (m)	ÚLTIMA DATA DE LANÇAMENTO	ÚLTIMA LEITURA (m)	LIMITE DE ATENÇÃO (m)	SITUAÇÃO
Projeto	SSB	N	E							
MNA-DN-01	INTNO22SPN001	7.574.821,411	727.460,491	26/07/2010	216,177	226,157	09/08/13	219,362	221,000	Normal
MNA-DN-02	INTNO22SPN002	7.574.720,555	727.536,281	28/07/2010	219,056	236,526	09/08/13	227,266	225,000	Atenção

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	6/27

unto

NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL Nº

GEC.E.032.2013

Data de Emissão

14/08/2013

Participaram da inspeção os engenheiros Ramidan, Jorge Mendes(GEC.E), Wender L.Lessa(GCL.E) e a tec.Iris M.F.E.Silva(GST.E)

Com relação as principais observações e ações da inspeção temos:

Foi Constatada a saturação do solo e presença de surgências junto ao pé do corte em terreno natural da estrada de acesso à ombreira esquerda do Dique, conforme mostram as fotos a seguir:

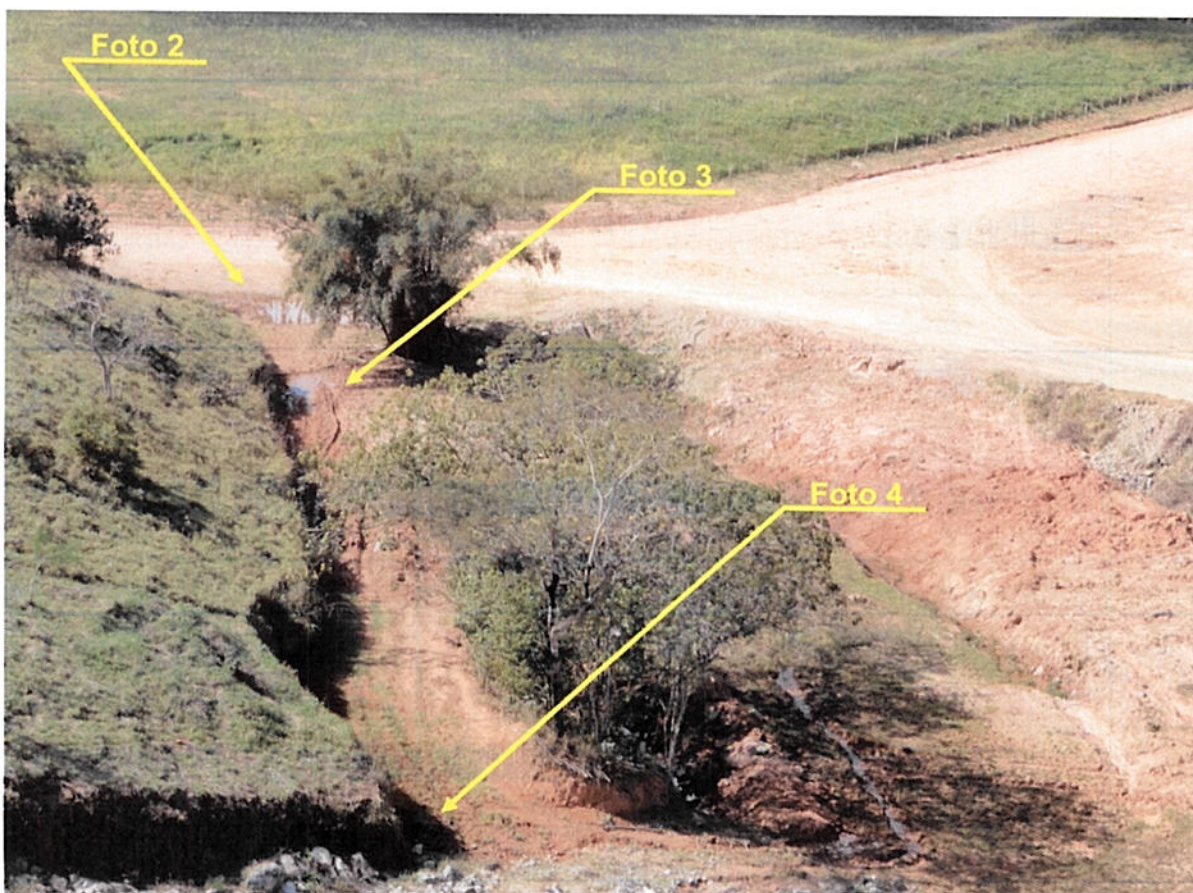


FOTO 1 – Vista Geral da ombreira esquerda imediatamente a jusante do dique, onde encontram-se indicadas as fotos de detalhe.

Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
00/00/0000

Revisão
00

Página
7/27

unto
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
GEC.E.032.2013

Data de Emissão
14/08/2013



Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
00/00/0000

Revisão
00

Página
8/27

unto
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
GEC.E.032.2013

Data de Emissão
14/08/2013



Em inspeção anterior foi constatado o assoreamento e saturação da área a jusante do dique, conforme mostra a foto 5 abaixo, sobre a qual foi indicada solicitação de abertura de vala para drenagem da região, datada de abril/2013.



Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

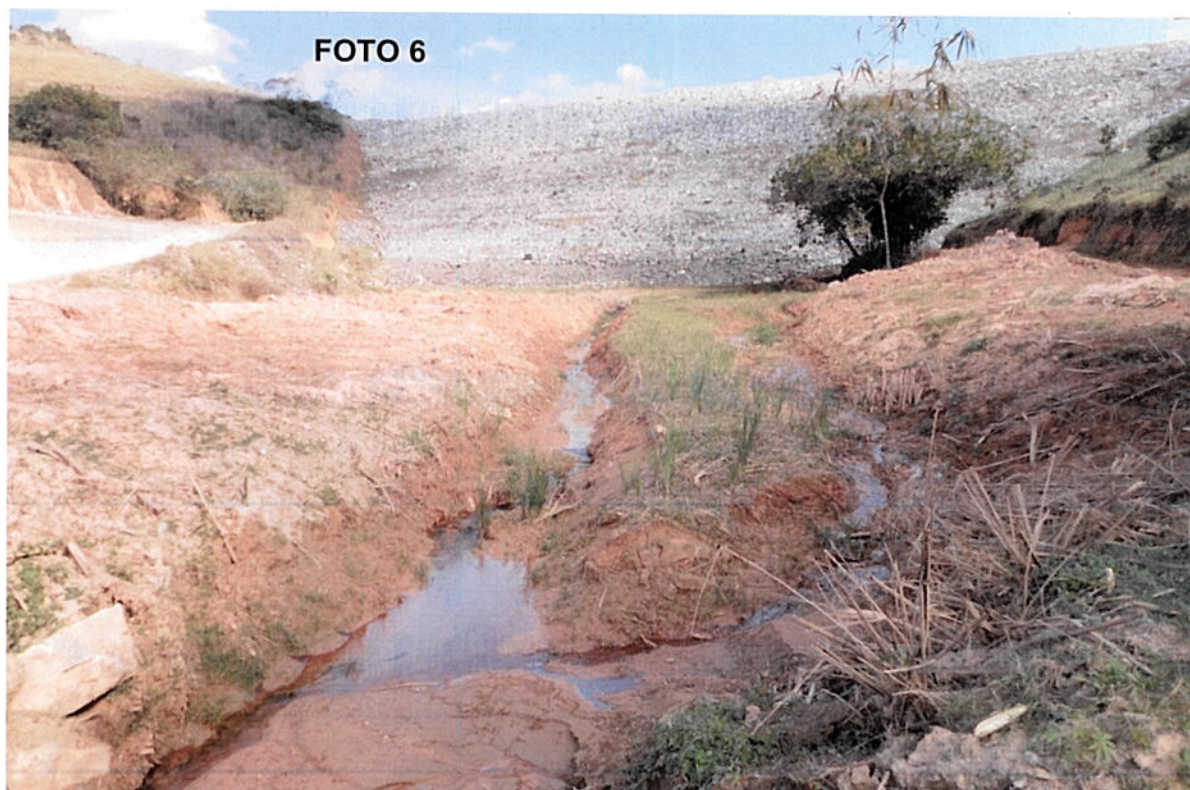
Data da Revisão
00/00/0000

Revisão
00

Página
9/27

unto	RL N°	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	GEC.E.032.2013	14/08/2013

Nesta inspeção a área em questão ainda apresenta-se assoreada entretanto parcialmente drenada pela vala de drenagem aberta no terreno, conforme mostrado na FOTO 6 a seguir.



I.5. Recomendações de campo:

Visando subsidiar o desenvolvimento de ajustes de projeto foram deixadas solicitações verbais à equipe da campo, as quais posteriormente foram confirmadas por mail, a seguir são descritas tais instruções.

I.1.5. Levantamento topográfico planialtimétrico cadastral

A especificação dos serviços considerou os seguintes aspectos:

- Região plana jusante do Dique,
- levantamento curvas de nível de metro em metro;
- cadastrar as linhas de drenagens existentes; a estrada de acesso e a erosão, acesso dique lado direito.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	10/27

unto	RL N°	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	GEC.E.032.2013	14/08/2013

- Definir 01 (uma) seção longitudinal e 04 (quatro) seções transversais passando pelo interior da trincheira drenante existente, escavada a céu aberto.
- A seção longitudinal deverá ter como limites o pé do talude do Dique e um ponto a ser materializado a 10,00 metros a partir da saída d'água do Bueiro sob a estrada de acesso; As seções transversais deverão ter como limites o lado esquerdo e direito da poligonal, vide croqui da FOTO 7.



1.2.5. Serviços de Limpeza – área jusante do dique

Limpeza de uma faixa de 20 a 25m metros no pé do dique Norte, tendo como limite as Estacas 4 e 8, até a exposição do dreno de pé da estrutura do Dique.

1.3.5. Instrumentação complementar.

De forma a complementar e acompanhar o comportamento da linha freática a jusante e nas ombreiras, recomenda-se a implantação de 4 medidores de NA, sendo dois em seções já instrumentadas (Est. 05 + 10; Est. 07 + 5,00 m) 25 metros a jusante do pé do talude do Dique e dois pontos mais elevados a serem definidos posteriormente, sendo um em cada ombreira.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	11/27

unto	RL N°	Data de Emissão
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	GEC.E.032.2013	14/08/2013

I.6. Conclusões.

Com base em inspeções ao local, análise dos dados de instrumentação e estudos de estabilidade, para fase operativa do dique Norte, a engenharia deste GEC.E e a projetista Engevix, consideram necessária a complementação do sistema de drenagem do dique, conectando a drenagem interna ao bueiro sob a estrada através de trincheira drenante, e de sua ombreira esquerda, com a implantação de dreno invertido no pé do talude natural da estrada provisória de acesso; assim como adequação da seção de projeto do barramento, acrescentando berma de 15m a partir da El. 230m, de modo a preservar os critérios de segurança estabelecidos para fase operativa.

Visto por	Responsável pelo Conteúdo	Data da Revisão	Revisão	Página
Órgão: GEC.E	Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	00/00/0000	00	12/27

unto NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	RL N° GEC.E.032.2013	Data de Emissão 14/08/2013
--	-------------------------	-------------------------------

ANEXOS

Visto por Órgão: GEC.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	Data da Revisão 00/00/0000	Revisão 00	Página 13/27
---------------------------	---	-------------------------------	---------------	-----------------

unto NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	RL N° GEC.E.032.2013	Data de Emissão 14/08/2013
--	-------------------------	-------------------------------

Anexo 02

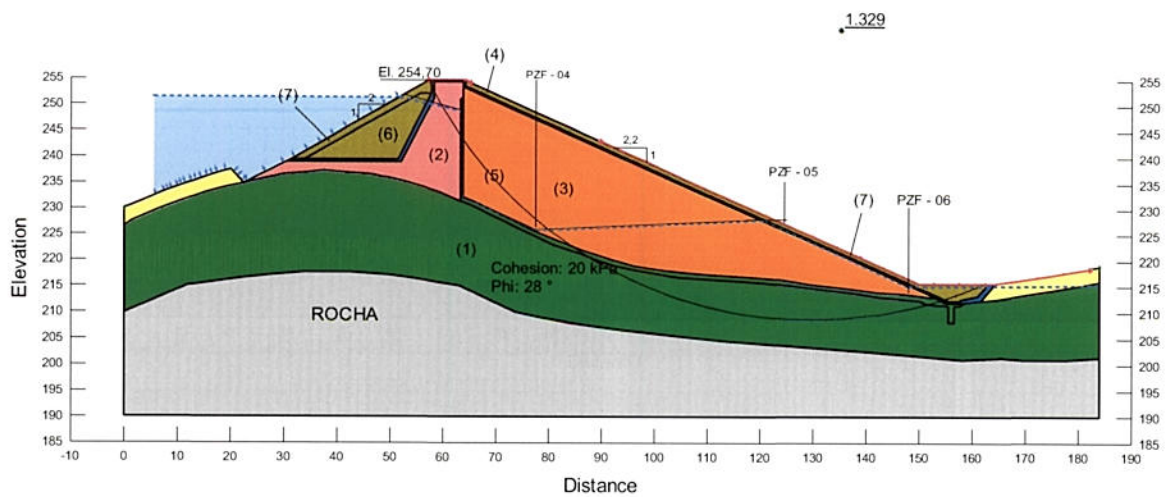
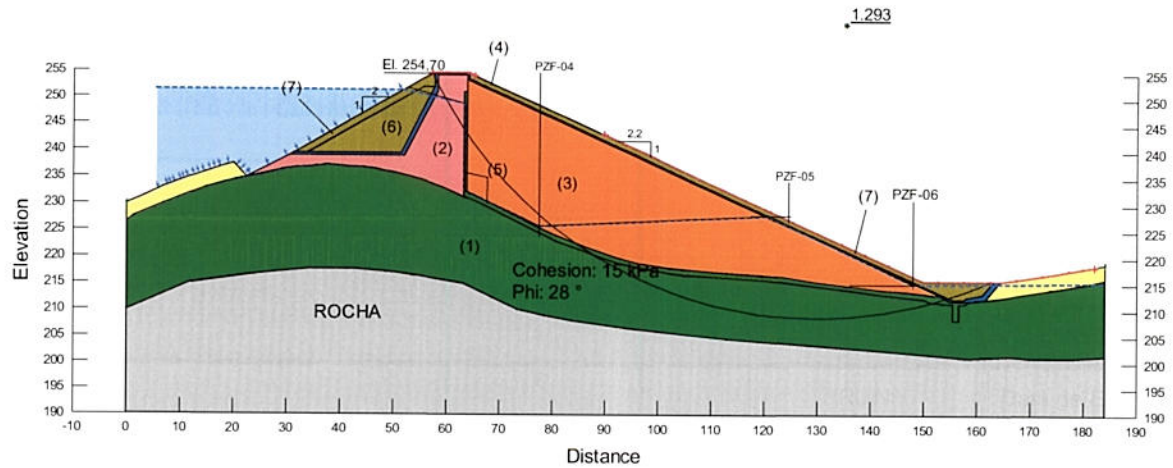
ANÁLISES DE ESTABILIDADE

Visto por Órgão: GEC.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	Data da Revisão 00/00/0000	Revisão 00	Página 14/27
---------------------------	---	-------------------------------	---------------	-----------------

unto
 NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL Nº
 GEC.E.032.2013

Data de Emissão
 14/08/2013



Visto por
 Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
 Órgão:
 DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
 00/00/0000

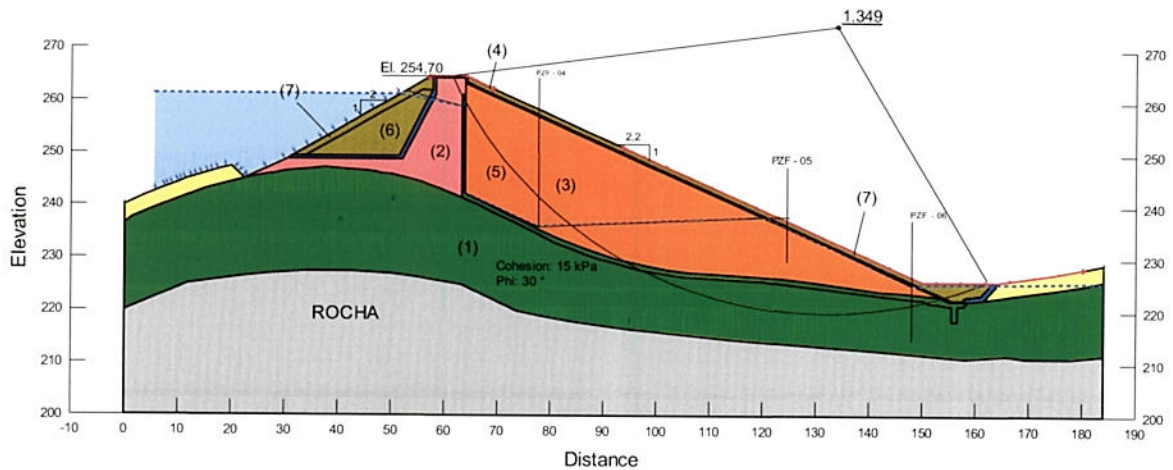
Revisão
 00

Página
 15/27

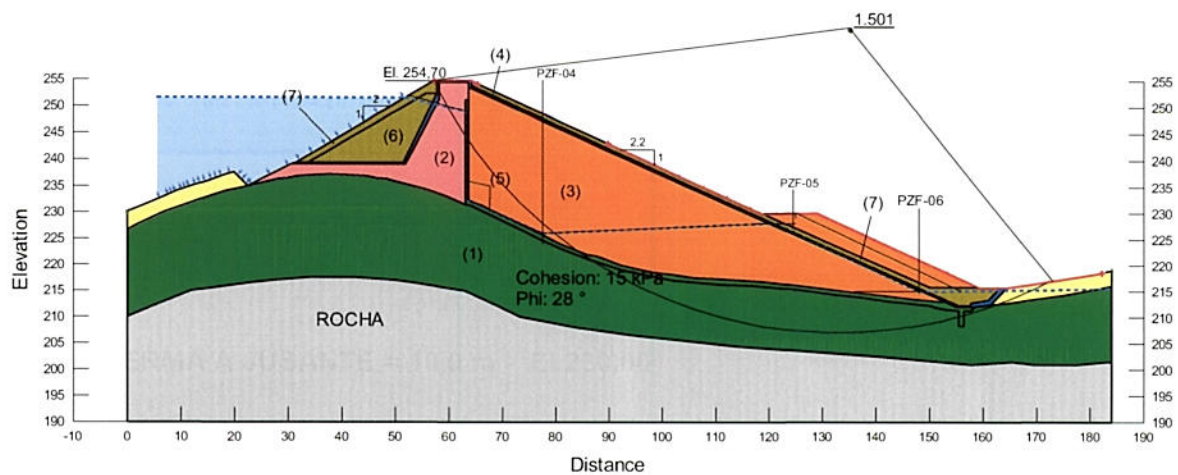
unto
 NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL Nº
 GEC.E.032.2013

Data de Emissão
 14/08/2013



- BERMA A JUSANTE = 10,0 m - El.230,00



Visto por
 Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
 Órgão:
 DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
 00/00/0000

Revisão
 00

Página
 16/27

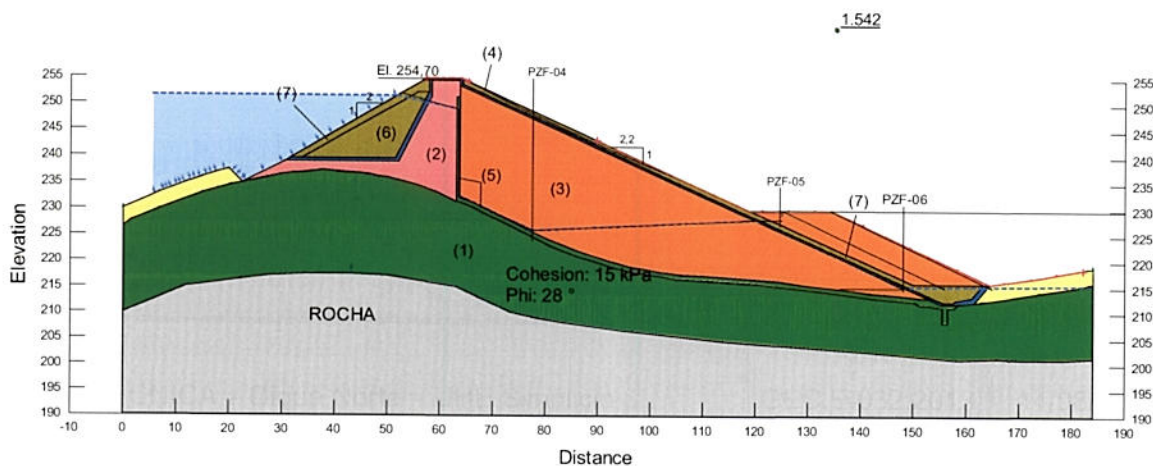
unto

NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
GEC.E.032.2013

Data de Emissão
14/08/2013

- **BERMA A JUSANTE = 15,0 m - El.230,00**



Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
00/00/0000

Revisão
00

Página
17/27

unto NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio	RL Nº GEC.E.032.2013	Data de Emissão 14/08/2013
--	-------------------------	-------------------------------

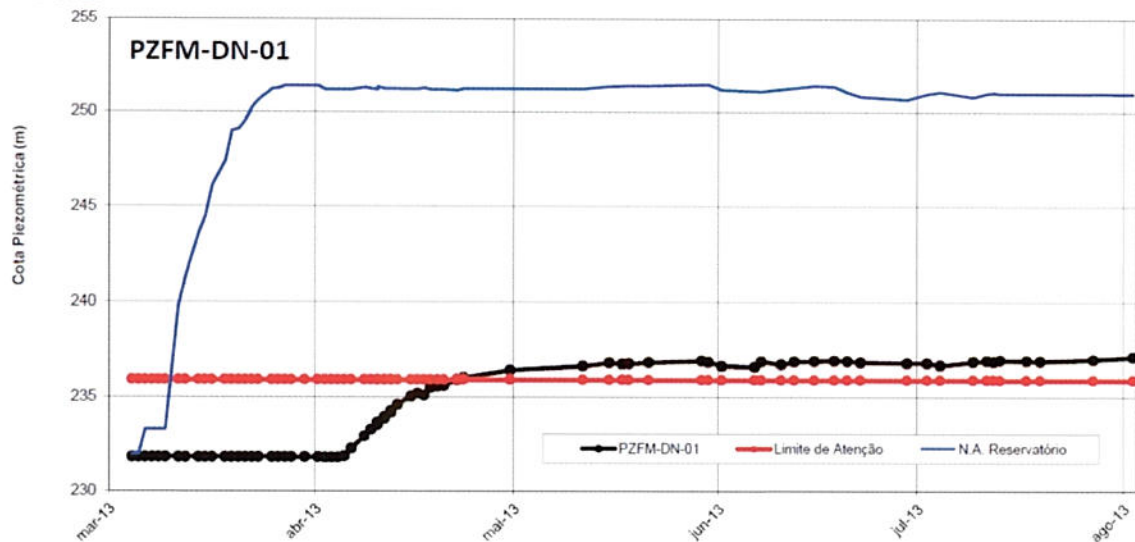
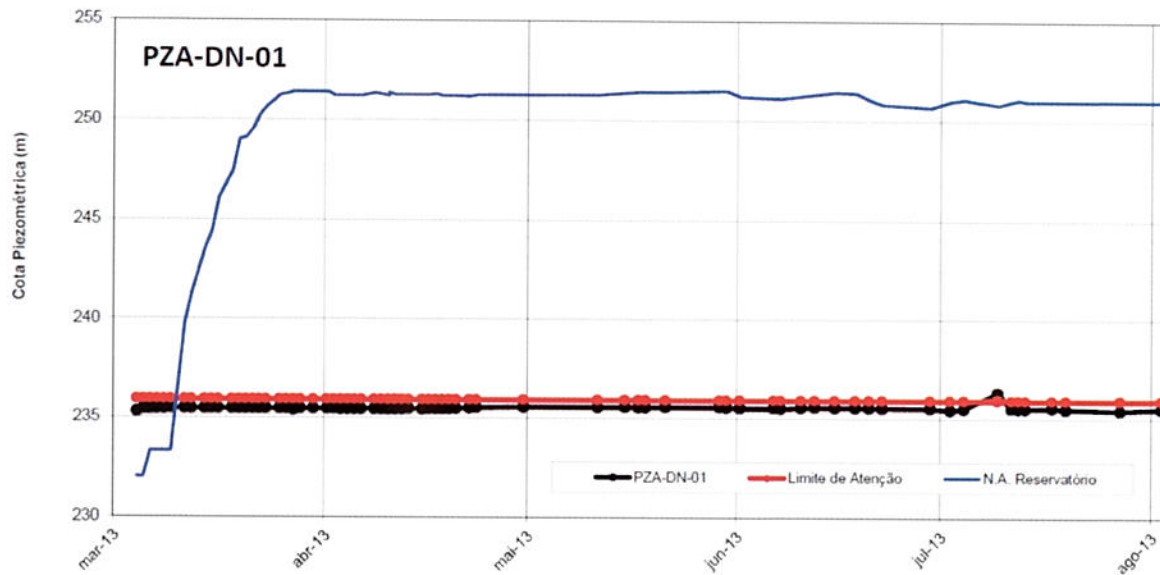
Anexo 03
GRÁFICOS TEMPORAIS

Visto por Órgão: GEC.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	Data da Revisão 00/00/0000	Revisão 00	Página 18/27
---------------------------	---	-------------------------------	---------------	-----------------

unto
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
GEC.E.032.2013

Data de Emissão
14/08/2013



Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
00/00/0000

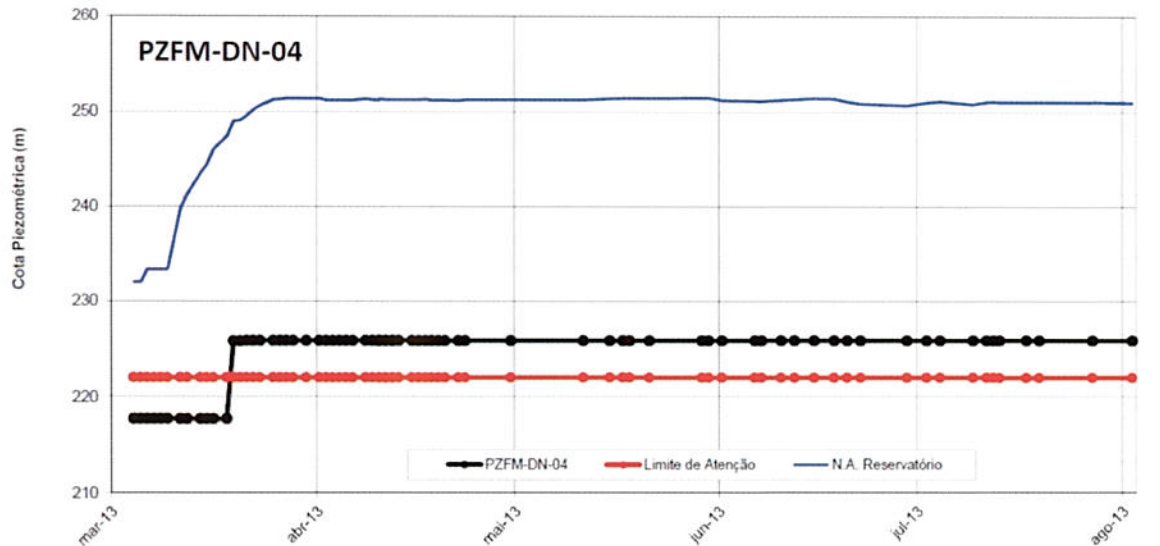
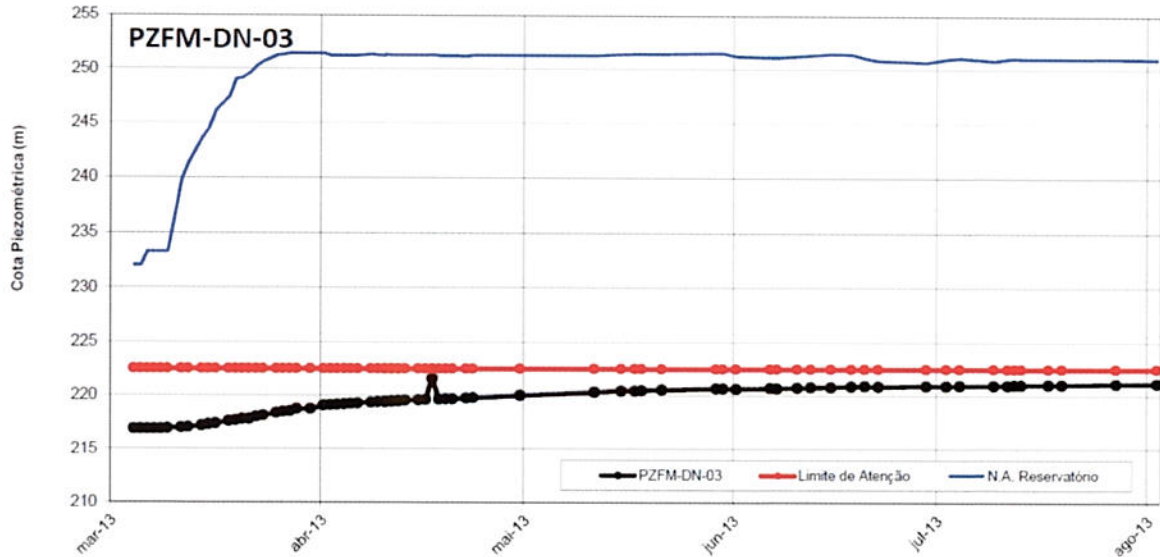
Revisão
00

Página
19/27

unto
 NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
 GEC.E.032.2013

Data de Emissão
 14/08/2013



Visto por
 Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
 Órgão:
 DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
 00/00/0000

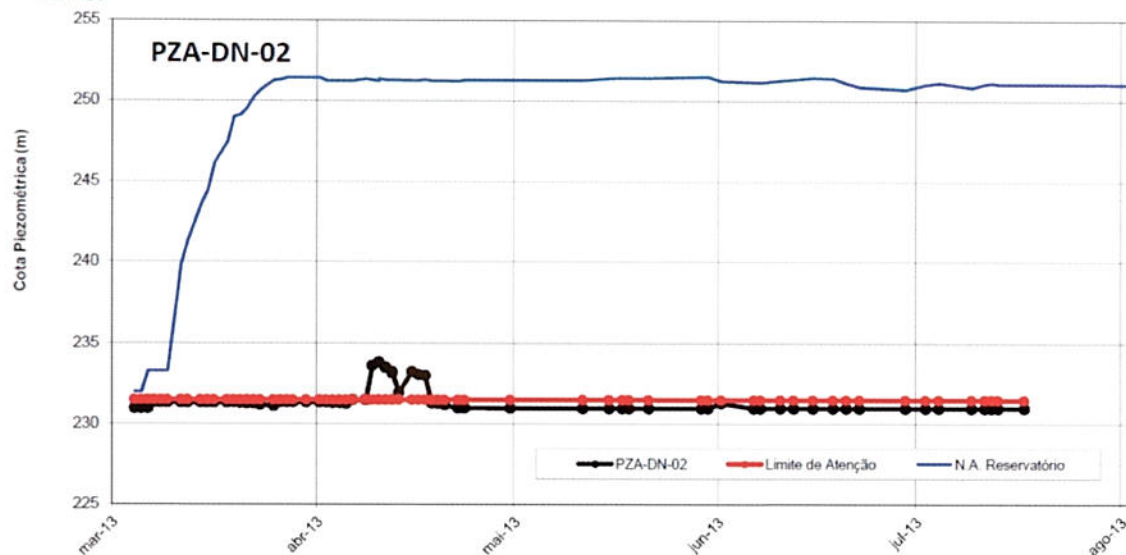
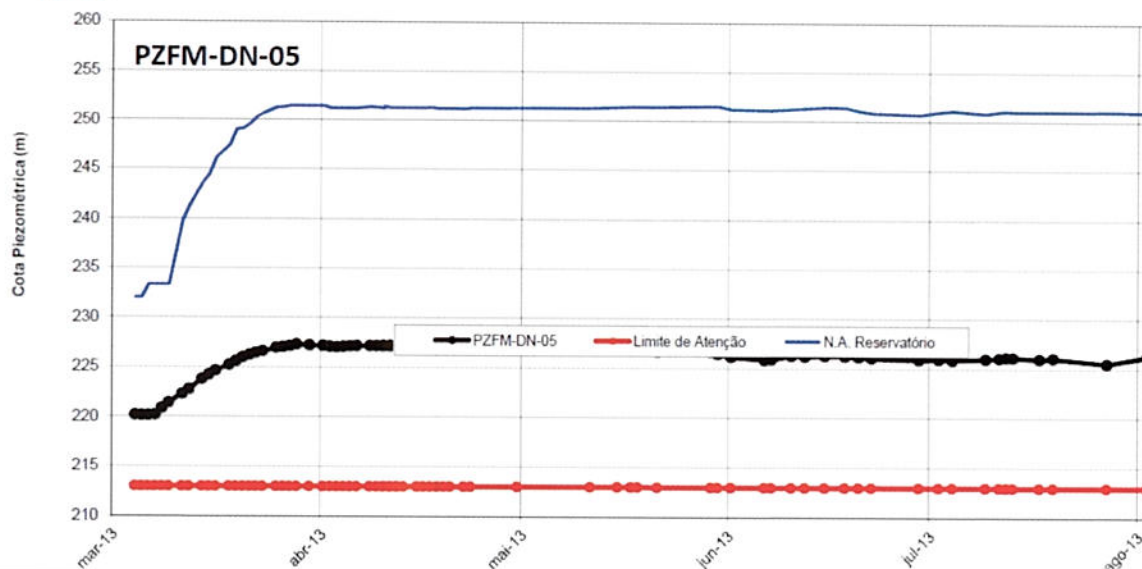
Revisão
 00

Página
 20/27

unto
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
GEC.E.032.2013

Data de Emissão
14/08/2013



Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
00/00/0000

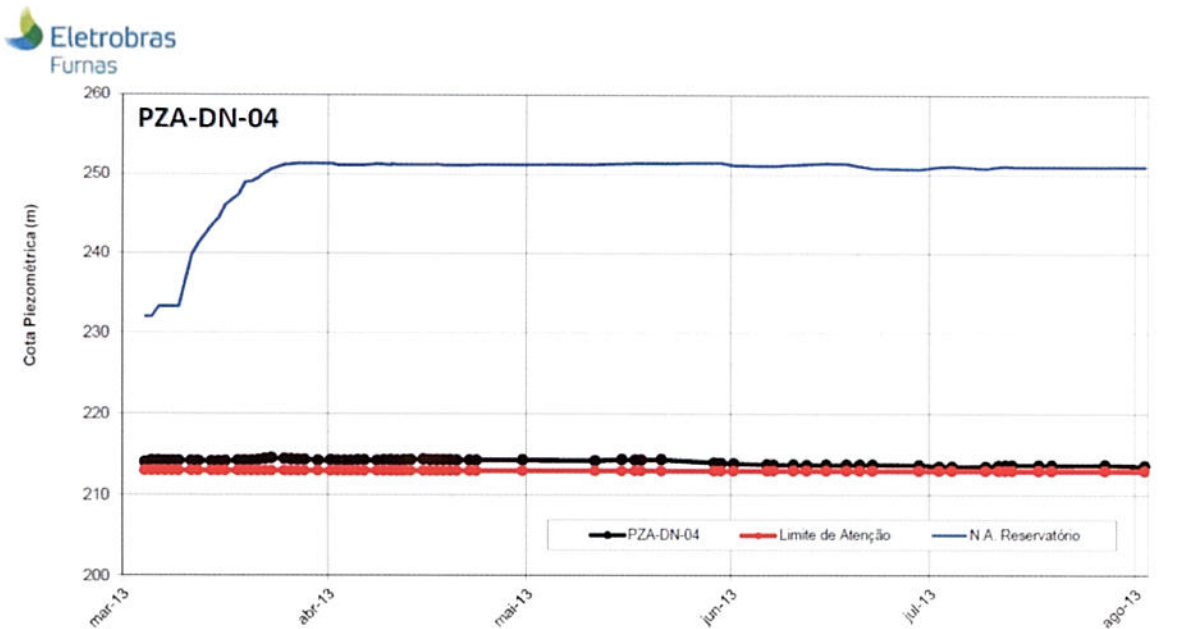
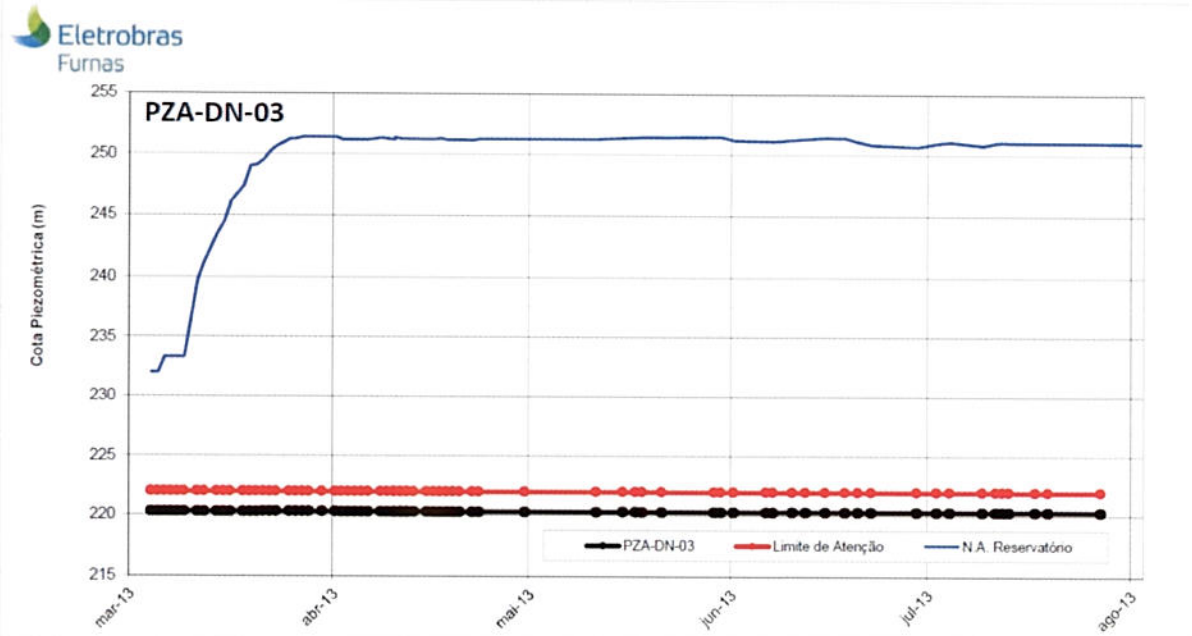
Revisão
00

Página
21/27

unto
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplício

RL N°
GEC.E.032.2013

Data de Emissão
14/08/2013



Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
00/00/0000

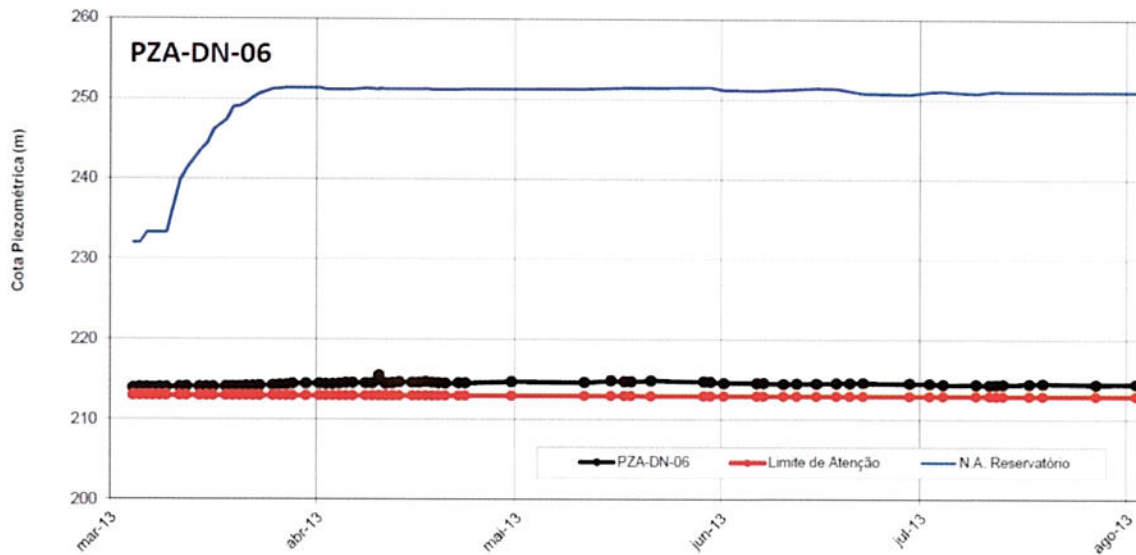
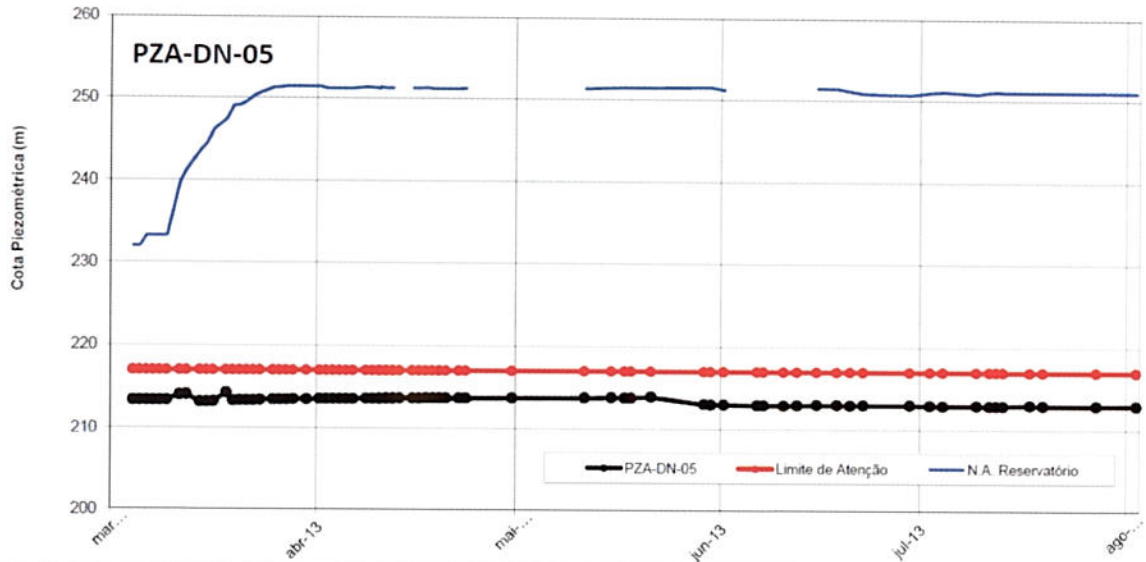
Revisão
00

Página
22/27

unto
 NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
 GEC.E.032.2013

Data de Emissão
 14/08/2013



Visto por
 Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
 Órgão:
 DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
 00/00/0000

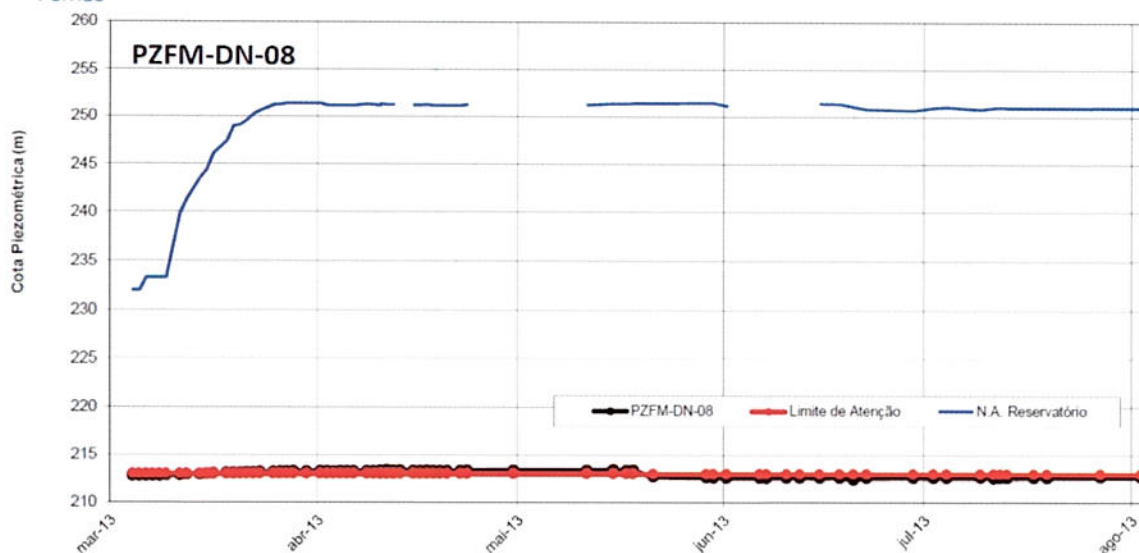
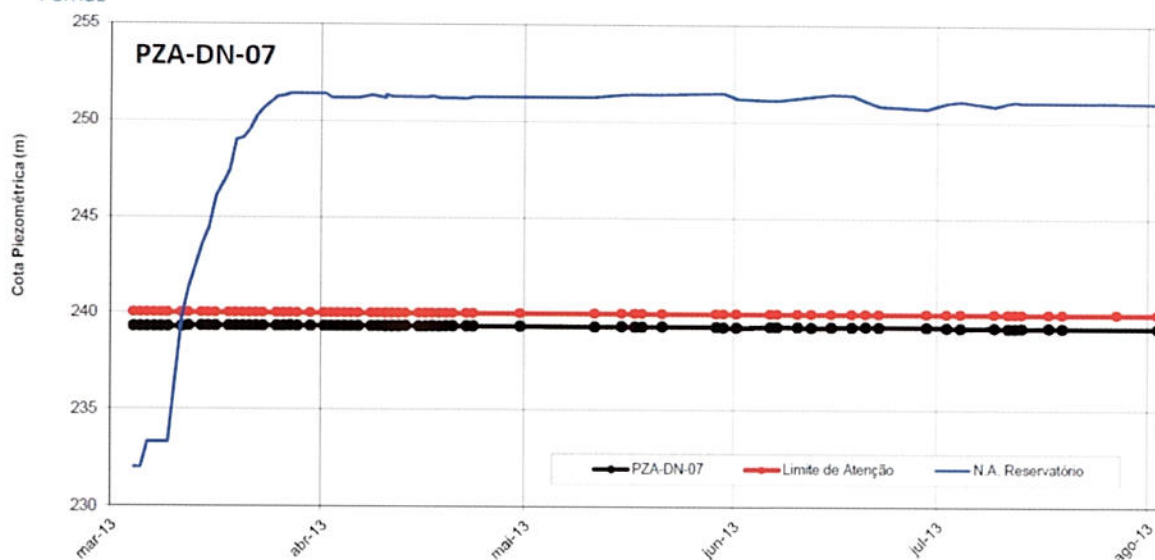
Revisão
 00

Página
 23/27

unto
 NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
 GEC.E.032.2013

Data de Emissão
 14/08/2013



Visto por
 Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
 Órgão:
 DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
 00/00/0000

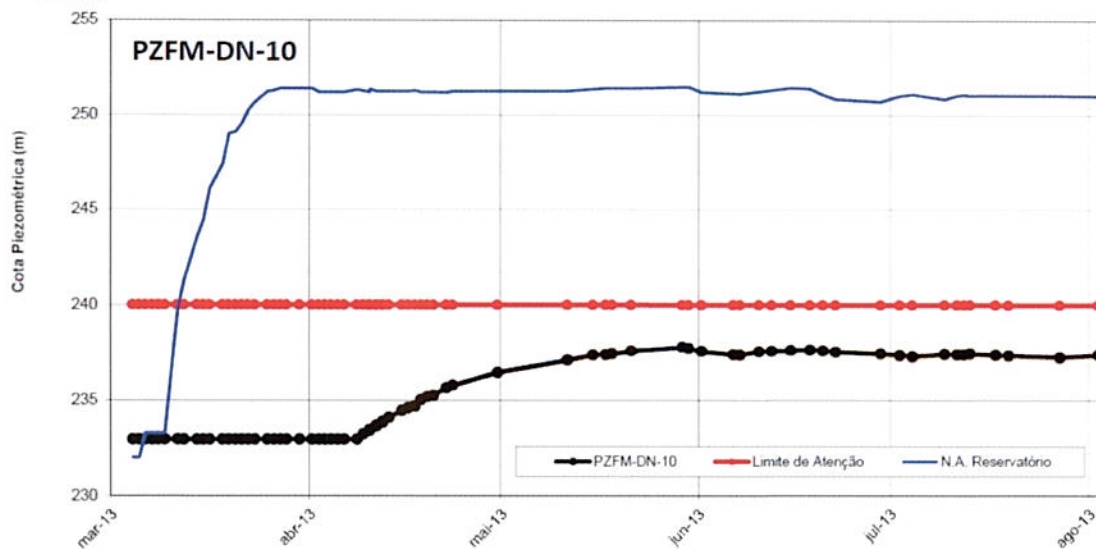
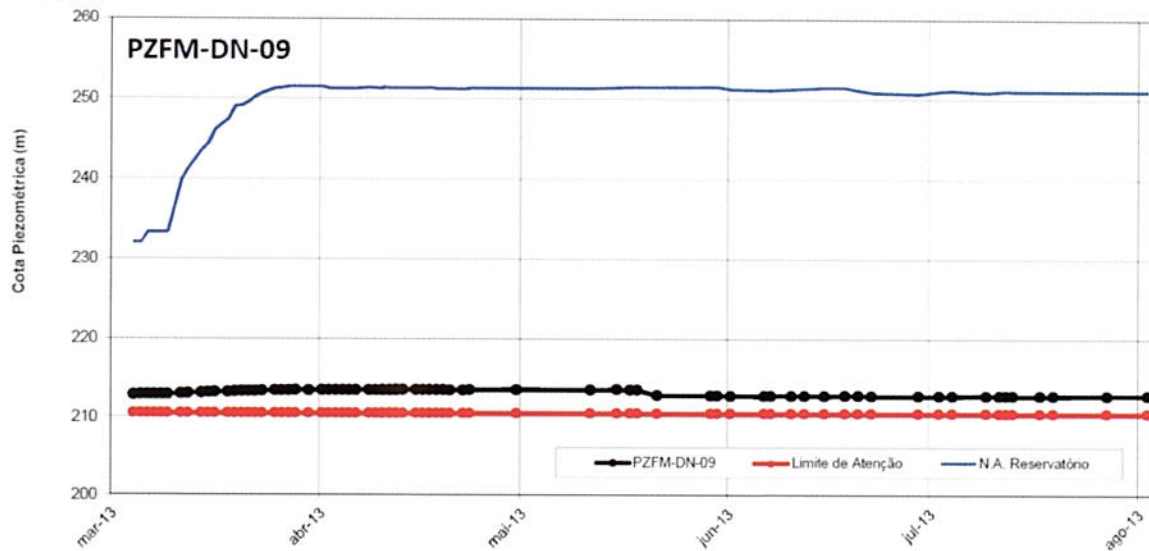
Revisão
 00

Página
 24/27

unto
NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
GEC.E.032.2013

Data de Emissão
14/08/2013



Visto por
Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
Órgão:
DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
00/00/0000

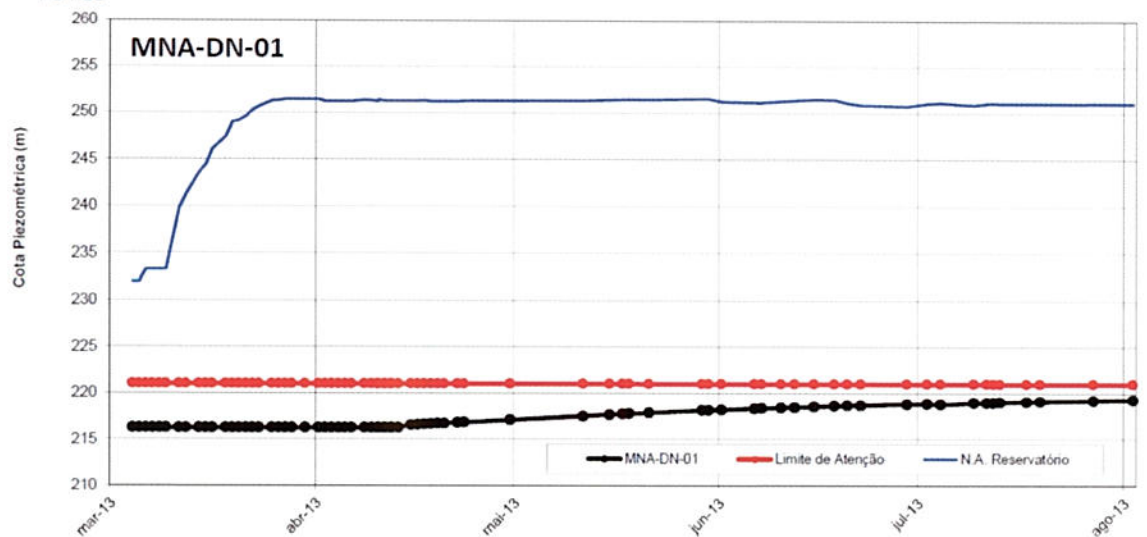
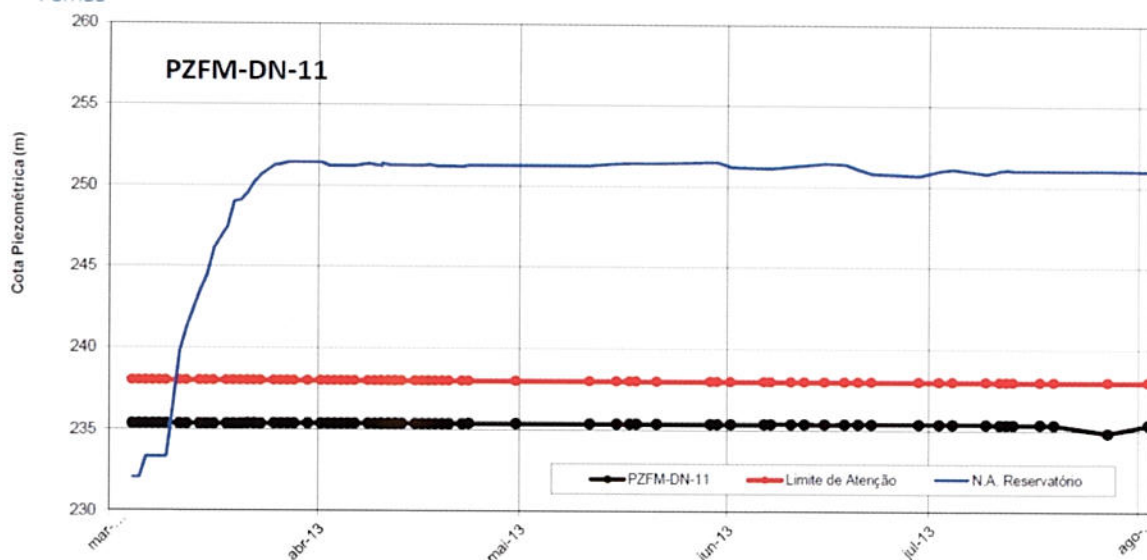
Revisão
00

Página
25/27

unto
 NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
 GEC.E.032.2013

Data de Emissão
 14/08/2013



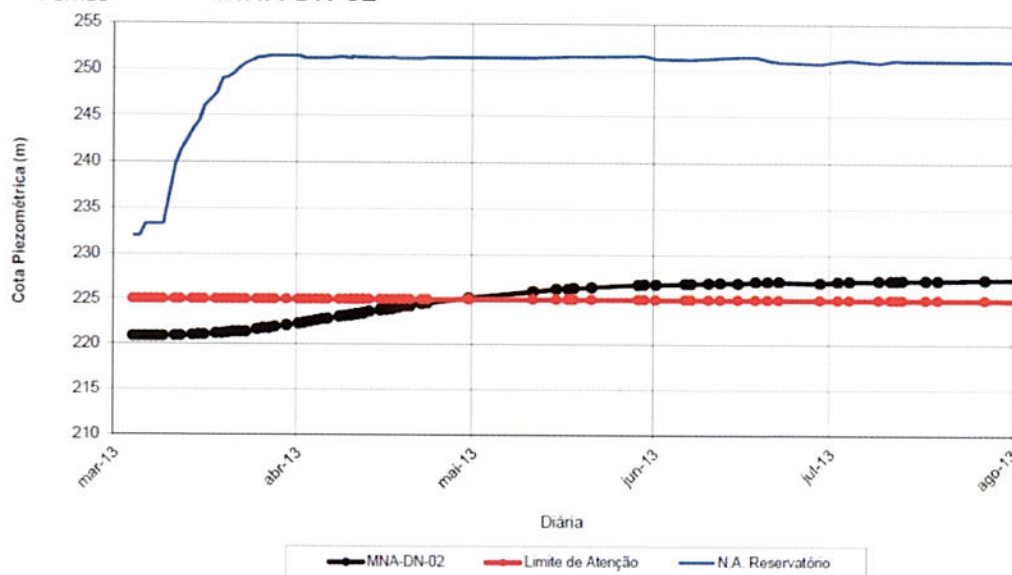
Visto por Órgão: GEC.E	Responsável pelo Conteúdo Órgão: DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC	Data da Revisão 00/00/0000	Revisão 00	Página 26/27
---------------------------	---	-------------------------------	---------------	-----------------

unto
 NOTA TÉCNICA – Dique Norte – UHE Simplicio

RL N°
 GEC.E.032.2013

Data de Emissão
 14/08/2013

MNA-DN-02



Visto por
 Órgão: GEC.E

Responsável pelo Conteúdo
 Órgão:
 DEC.E/DGSB.E/MASR/MCRC

Data da Revisão
 00/00/0000

Revisão
 00

Página
 27/27