

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 2/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

ÍNDICE

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>	<u>PÁGINA</u>
1.0	INTRODUÇÃO	4
2.0	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	4
3.0	DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA	4
3.1	DADOS GERAIS	4
3.2	FUNDAÇÃO	6
3.3	MACIÇO E SISTEMAS DE DRENAGEM INTERNA E SUPERFICIAL	6
3.4	SISTEMA EXTRAVASOR	7
3.5	MONITORAMENTO GEOTÉCNICO	8
4.0	RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM I	9
5.0	CLASSIFICAÇÃO CONFORME DN COPAM Nº 87, DE 17 DE JUNHO DE 2005	10
6.0	CLASSIFICAÇÃO CONFORME PORTARIA DNPM Nº 416, DE 03 DE SETEMBRO DE 2012	10
7.0	INSPEÇÃO DE CAMPO	12
7.1	ROTEIRO DE INSPEÇÃO	12
7.2	OBSERVAÇÕES DE INSPEÇÃO	12
8.0	AVALIAÇÃO DAS FICHAS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR DE ROTINA	15
9.0	AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA	17
9.1	FRENTE ÀS CHEIAS	17
9.2	CONTROLE DE PERCOLAÇÃO	17
9.3	ESTABILIDADE DA BARRAGEM	18
9.4	ANÁLISE DO MONITORAMENTO	20
10.0	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	21
11.0	DOCUMENTAÇÃO CONSULTADA	23
	ANEXOS	26

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAOPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 3/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

ANEXO A – AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO DA INSTRUMENTAÇÃO	27
ANEXO B – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA	49

bcrumbaugh@deloitte.com
 Portal Brumadinho/26:03:2019 14:46
 CONFIDENTIAL

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBEA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 4/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

1.0 INTRODUÇÃO

De modo a atender ao disposto na Deliberação Normativa COPAM n.º 87, de 17 de julho de 2005, e na Portaria DNPM n.º 416, de 03 de setembro de 2012, a VALE contratou a Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. para elaborar o *Relatório de Inspeção de Segurança Regular / Laudo Técnico de Segurança da Barragem I*, referente ao ano de 2014. Este documento atualiza o relatório / laudo RD-578-RL-32822-00 emitido no ano de 2013 para a referida estrutura.

O presente relatório foi elaborado com base nas observações de campo e na análise dos documentos e projetos disponibilizados pela empresa contratante, visando estabelecer um diagnóstico das condições geotécnicas de segurança da estrutura frente à passagem de cheia, controle de percolação e estabilidade física.

A inspeção de campo realizada na Barragem I pela equipe da Pimenta de Ávila ocorreu em 22 de abril de 2014 e foi executada pelos engenheiros José Bernardo V. R. de Oliveira e Cristiane Gomes, acompanhados pelos profissionais da VALE, a saber, Cristina Malheiros (Engenheira Geotécnica) e a Cândida Fernandes (Técnica).

2.0 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O Complexo Paraopeba é formado pelas Minas Mutuca, Mar Azul, Córrego do Feijão, Jangada e Capão Xavier.

A Mina Córrego do Feijão, onde a Barragem I encontra-se localizada, situa-se no município de Brumadinho, região central do Estado de Minas Gerais, e passou a ser operada pela VALE em 2001, quando a mineradora adquiriu a empresa FERTECO, então proprietária da mina.

O empreendedor responsável pelo Complexo Paraopeba, incluindo as barragens que dele fazem parte, é a empresa VALE portadora do CNPJ n.º 33.592.510/1000-54.

O responsável pela operação e segurança da barragem é o Engenheiro de Minas Wilson Carlesso dos Reis e a responsável pela avaliação periódica de segurança da barragem é a engenheira civil geotécnica Cristina Malheiros, sob a gestão do Gerente de Geotecnia de Mina e Hidrogeologia Sul César Augusto Paulino Grandchamp.

3.0 DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

3.1 DADOS GERAIS

A Barragem I (ver Figura 1), localizada sob as coordenadas UTM (N) 7.775.017,00 m e(E) 591.920,00 m (zona 23 K), destina-se à contenção do rejeito gerado na Usina de Beneficiamento da Mina Córrego do Feijão, lançados através de “spray-bars” localizados ao

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
		TÍTULO COMPLEXO PARAÓPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014	Nº VALE Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00

longo da crista da estrutura. A água clarificada é extravasada para reservatório para a Barragem VI, implantada em um VALE à direita, de onde é recirculada para a área industrial.



Figura 1 – Vista Geral da Barragem I (Fonte: Google Earth / Data da Imagem: 07/06/2013)

Segundo o documento Projeto Executivo - Alteamentos até cotas 937 e 942 m – Barragem I – 2006 (documento referência: VL28-RT-03_Rev.0), elaborado pela Geoconsultoria, a barragem inicial foi construída em 1976 até a elevação 874,0 m, atingindo uma altura máxima de 18 m. Em seguida, foram executados alteamentos sucessivos para montante, com exceção do alteamento para a cota 884m que foi executado por linha de centro. A Tabela 1 apresenta as etapas construtivas da Barragem I.

Tabela 1 – Etapas construtivas da Barragem I

(Fonte: Modificado de VL28-RT-03_Rev. 0, 2006)

Etapa	Ano	Alteamento	EI. (m)	Altura máx. (m)	Tipo de alteamento	Projetista	Construtora
1	1976	Bar. Inicial	874	18	-	ChristophErb	Emtel
2	1982		877	21	Montante	Tecnosan	Tercam
3	1983		879	23	Montante		?
4	1984		884	28	Linha de Centro		Construtora Sul Minas
5	1986		889	33	Montante		?
6	1990		891,5	35,5	Montante		Unienge Com. e Constr. Ltda.
7	1991	3º	895	39	Montante		Riad Chammas
8	1993		899	43	Montante	Tecnosolo	
9	1995	4º	905	49	Montante		CMS Constr.S.A
10	1998	5º	910	54	Montante		U&M
11	2000	6º	916,5	60,5	Montante		Constr. Dragagem Paraopeba
12	2003	7º	922,5	66,5	Montante		Construtora Impar Ltda.
13	2004	8º	929,5	73,5	Montante	Integral	

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARA OPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 6/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

Etapa	Ano	Alteamento	El. (m)	Altura máx. (m)	Tipo de alteamento	Projetista	Construtora
14	2007	9º	937,0	81,0	Montante	Geoconsultoria	-
15	2013	10º	942,0	87,0	Montante	Geoconsultoria	Salum Engenharia

Oficialmente, a Barragem I passou por dez alteamentos (correspondendo à numeração adotada pela FERTECO) distribuídos em 13 etapas, conforme apresentado na Tabela 1.

Os dados referentes à execução da estrutura, entretanto, incluindo as etapas dos primeiros alteamentos, são escassos, uma vez que não há informações sobre os projetos originais. Dados detalhados sobre a barragem são encontrados a partir do 3º alteamento, projetado pela Riad Chammas Engenharia e Consultoria. Do 4º ao 8º alteamento, os projetos foram desenvolvidos pela empresa Tecnosolo. Os dois últimos, correspondendo às etapas do 9º e 10º alteamento, foram elaborados pela Geoconsultoria.

3.2 FUNDAÇÃO

São poucos os dados referentes à fundação da Barragem I, dada a ausência dos projetos originais. Segundo “Avaliação de Performance – Parecer Técnico” (documento referência BCV-B-B1-RE-001-B), elaborado pela DAM Projetos de Engenharia e DF Consultoria, os projetos de alteamentos posteriores, como o realizado para o 3º alteamento pela Riad Chammas Engenharia e Consultoria, mostram seções com sondagens efetuadas nas ombreiras, as quais indicam a existência de um material silto-argiloso com índice de penetração entre 5 e 11 golpes, recobrimdo o horizonte de solo saprolítico mais resistente com N (nº de golpes) variando entre 15 a 40 golpes.

Em regra, os diques de alteamentos assentam-se em terreno constituído por solo residual/saprolito nas ombreiras e, na parte central, pela praia de rejeito e aterro do dique subjacente.

3.3 MACIÇO E SISTEMAS DE DRENAGEM INTERNA E SUPERFICIAL

Segundo “Projeto Executivo – Alteamentos até as cotas 937 e 942” (documento referência VL28-RT-03), elaborado pela Geoconsultoria em dezembro de 2006, o dique inicial da Barragem I foi executado com minério fino (material drenante) e revestido por uma camada de laterita com 4 m de espessura no talude de montante (inclinação 1V:1,5H) e com 1 m no talude de jusante (inclinação de 1V:1,75H).

Em seguida, foram executados alteamentos menores para montante com rejeito compactado e cobertos com uma camada de laterita de 1,5 m de espessura para evitar processos erosivos de águas pluviais. Para os diques construídos na segunda e quarta etapas, foram projetados tapetes drenantes constituídos por hematitinha. Após a conclusão do 2º dique, ocorreram surgências d’água na base da barragem, explicadas pela ausência de sistema de drenagem interna no maciço da primeira etapa.

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARA OPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 8/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

- Três torres de seção retangular de 1,2 m de largura, 1,0 m de profundidade e 5 m de altura máxima, aberta em um dos lados onde são instalados os “stop-logs”;
- Galeria de fundo com seção retangular de 1,0 m de comprimento, 1,2 m de altura e cerca de 310 m de extensão;
- Canal a céu aberto com seção retangular de 1,0 m de comprimento e 1,5 m de altura, com um trecho inicial contínuo e outro, final, em degraus, descarregando a vazão extravasada no reservatório da Barragem VI.

Atualmente, apenas a torre do 9º alteamento encontra-se em operação, uma vez que o nível de água ainda não atingiu a torre do 10º alteamento.

3.5 MONITORAMENTO GEOTÉCNICO

O monitoramento da Barragem I é realizado por meio de inspeções quinzenais e leitura da instrumentação. A estrutura conta com piezômetros (PZs) e medidores de nível d’água (INAs), além de marcos superficiais e régua no reservatório. A vazão nas saídas da drenagem de fundo dos alteamentos (tubos PVC conectados aos tapetes horizontais) também é monitorada. O tipo e quantidade de instrumentos instalados na Barragem I, segundo documento VL28-RT-04, encontram-se apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Instrumentação da Barragem I

(Fonte: Modificado de VL28-RT-04, 2007)

Instrumento	Qtde.	Objetivo	Local	Observação
Marco Superficial	18	Medir deformações horizontais e verticais (recalques)	Sobre as bermas dos diques	Instalados em 2006
Piezômetro Casagrande	81 ⁽¹⁾	Medir pressões neutras	Fundação dos diques; no aterro de rejeito e nos maciços dos diques	Quatro foram instalados em 2006. Alguns foram danificados ou talvez não estejam funcionando corretamente
Indicador de nível d’água	32 ⁽¹⁾	Medir pressões neutras - hidrostáticas	Aterro de rejeito e nos maciços dos diques iniciais	Instalados no final de 2005 e início de 2006
Drenos controlados com medição de vazão	55 ⁽²⁾	Medir a vazão dos drenos e conseqüentemente a vazão percolada pela Barragem 1	Nos taludes de jusante dos diques da barragem	Vários drenos encontram-se secos
Régua de medição de nível d’água no reservatório	1	Medir o nível d’água do reservatório	Próximo ao talude esquerdo do reservatório	A régua foi instalada em 2004
Pluviômetro	1	Medir o índice pluviométrico da região	Região de Córrego do Feijão - Região da Barragem 1	

Notas:

1. Segundo dados GEOTEC III – Leituras dos Piezômetros e Indicadores de Nível D’água – Período Janeiro/2013 a Janeiro/2014;
2. Segundo planilha de Monitoramento de Drenos Barragem I (2013).

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARA OPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	9/49 REV. -

4.0 RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DA BARRAGEM I

Os principais dados da Barragem I encontram-se resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 – Características da Barragem I

DADOS GERAIS		
Finalidade	Contenção de rejeitos; clarificação do efluente final	
Empresa Projetista	Diversas (ver Tabela 1)	
Construção - Etapa	10º alteamento	
Data de construção	Dique de Partida: 1976; 10º alteamento: 2013	
Cota Atual da Crista	942,0 m	
Altura Máxima da Barragem	87,0 m	
Comprimento Atual da Crista	694,0 m	
Área Atual do Reservatório	258.605,14 m ²⁽¹⁾	
Volume do Reservatório	12,7 Mm ³⁽²⁾	
Tipo de Seção	De terra heterogênea	
Drenagem Interna	Filtro vertical associado a tapete drenante (a partir do dique do 4º alteamento)	
Instrumentação	PZs, INAs, inclinômetros, régua no reservatório	
ESTUDOS GEOTÉCNICOS		
Sondagens	Realizadas nas fases de projeto (tem-se conhecimento de sondagens a partir da construção do dique do 3º alteamento)	
Parâmetros dos Materiais	Ver item 9.3	
HIDROLOGIA / HIDRÁULICA⁽³⁾		
Área da Bacia	0,88 km ²	
Cheia de Projeto	10.000 anos	
Duração Crítica	5 dias	
Crista Alteamento	937,0m	942,0m ⁽⁴⁾
Vazão Máxima Afluente	2,61 m ³ /s	2,61 m ³ /s
Vazão Máxima Efluente	1,77 m ³ /s	1,72 m ³ /s
NA Máximo Operacional	935,0 m	942,0m
NA Máximo Maximorum	935,69 m	942,68
Borda Livre (NA máx Max)	1,31 m	1,32 m
ESTRUTURAS VERTENTES		
Vertedouro de Operação	Estrutura em torre, com galeria de fundo e canal a céu aberto, descarregando na Barragem VI	

Notas:

1. Conforme batimetria (03/05/2012);
2. Volume obtido através da curva cota x volume apresentada no documento VL28RT03_Rev. 0 – Projeto Executivo – Alteamentos até as cotas 937 e 942 – 2006;
3. Conforme apresentado no documento VL28RT03_Rev. 0 – Projeto Executivo – Alteamentos até as cotas 937 e 942, elaborado pela Geoconsultoria em 2006.
4. Chama-se a atenção que, de acordo com o documento VL28RT03_Rev. 0 – Projeto Executivo – Alteamentos até as cotas 937 e 942, elaborado pela Geoconsultoria em 2006, no item 6, a crista do 10º alteamento foi instalada na El. 942,0m e a soleira do extravasor a 2,0m abaixo da crista (El. 940,0m), entretanto, na Tabela 21 apresentada no Anexo deste mesmo documento, consta que a crista do 10º alteamento seria instalada na El. 944,0m e a soleira do extravasor na El. 942,0m;
5. Vale observar que as curvas de descarga do sistema extravasor encaminhadas pela projetista referem-se à condição de calha aberta, e não à condição atual, em tulipa. Desta forma, há discrepâncias entre os estudos POTAMOS (2006) e o sistema extravasor em operação na barragem.

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAÓPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 10/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

5.0 CLASSIFICAÇÃO CONFORME DN COPAM Nº 87, DE 17 DE JUNHO DE 2005

De acordo com a Deliberação Normativa (DN) do Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM) n.º 87, de 17 de junho de 2005, apresenta-se na Tabela 4 a classificação da Barragem I.

Tabela 4 – Classificação da Barragem I conforme DN COPAM n.º 87

CARACTERÍSTICAS	UNIDADE	PARÂMETRO	V
Altura do Maciço	m	87,0	2
Volume do Reservatório	x 10 ⁶ m ³	12,7	2
Ocupação Humana a Jusante	-	Eventual	2
Interesse Ambiental a Jusante	-	Pouco Significativo	0
Instalações a Jusante	-	Baixa Concentração	1
ΣV			7
CLASSIFICAÇÃO			III

6.0 CLASSIFICAÇÃO CONFORME PORTARIA DNPM Nº 416, DE 03 DE SETEMBRO DE 2012

Conforme Artigo 7º da Lei Federal n.º 12.334, as barragens serão classificadas pelos agentes fiscalizadores, por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume, com base nos critérios gerais estabelecidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) na Resolução n.º 143, de 10 de julho de 2012.

Na Tabela 5, encontram-se detalhadas as características inerentes à Barragem I e os pesos imputados a cada um dos parâmetros de classificação. As informações sobre o estado de conservação da estrutura referem-se ao observado em campo na data da inspeção realizada pela Pimenta de Ávila (22/04/2014).

Tabela 5 – Classificação da Barragem I conforme Resolução CNRH n.º 143

QUANTO AO DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
Parâmetro de Classificação	Peso	Características da Barragem
Volume Total do Reservatório	3	12,7 Mm ³
Existência de População a Jusante	10	Instalações da Mina Córrego do Feijão
Impacto Ambiental	2	Área afetada a jusante não apresenta área de interesse ambiental relevante
Impacto Sócio-Econômico	3	Média concentração de instalações na área afetada a jusante da barragem
Somatória	18	-

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 11/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

Tabela 5 – Classificação da Barragem I conforme Resolução CNRH n.º 143 (Continuação)

QUANTO À CATEGORIA DE RISCO		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Parâmetro de Classificação	Peso	Características da Barragem
Altura	7	87,0 m
Comprimento	3	694,0 m (comprimento da crista do 10º alteamento)
Vazão de Projeto	0	TR = 10.000 anos
Somatória	10	-
ESTADO DE CONSERVAÇÃO (Considerando-se a estrutura na data da inspeção: 22/04/14)		
Parâmetro de Classificação	Peso	Características da Barragem
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras	0	Estrutura extravasora bem mantida e em operação
Percolação	0	Percolação controlada pelo sistema de drenagem
Deformações e Recalques	0	Não foram verificados pontos com deformações. Marcos topográficos não indicam recalques expressivos
Deterioração dos Taludes / Paramentos	2	Presença de vegetação na região do pé e taludes de jusante.
Somatória	2	-
PLANO DE SEGURANÇA		
Parâmetro de Classificação	Peso	Características da Barragem
Documentação de Projeto	0	Informações de projeto são conhecidas a partir do 3º alteamento
Estrutura Organizacional e Qualificação dos Profissionais na Equipe de Segurança da Barragem	0	Barragem sob responsabilidade da DIFL (Diretoria de Ferrosos Sul)
Manuais de Procedimentos para Inspeções de Segurança e Monitoramento	0	Estrutura possui Manual de Operação
Plano de Ação Emergencial - PAE (quando exigido pelo órgão fiscalizador)	8	Não possui PAE (documento exigido pelo órgão fiscalizador).
Relatórios de Inspeção e Monitoramento da Instrumentação e de Análise de Segurança	0	Emite regularmente relatório de inspeção e monitoramento.
Somatória	8	-

O somatório dos valores atribuídos aos parâmetros de classificação resultou em pontuação 18 (Alta) para o Dano Potencial Associado e 20 (Baixa), no que concerne à Categoria de Risco da estrutura. Desse modo, frente à matriz de classificação divulgada na Portaria DNPM n.º 416 e expressa na Tabela 6, a Barragem I foi enquadrada como estrutura Classe C.

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 12/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

Tabela 6 – Matriz de Categoria de Risco e Dano Potencial Associado com indicação da classe da Barragem I segundo Portaria DNPM n.º 416

CATEGORIA DE RISCO	DANO POTENCIAL ASSOCIADO		
	ALTO	MÉDIO	BAIXO
ALTO	A	B	C
MÉDIO	B	C	D
BAIXO	C	D	E

7.0 INSPEÇÃO DE CAMPO

7.1 ROTEIRO DE INSPEÇÃO

A inspeção de campo realizada na Barragem I, pela equipe da Pimenta de Ávila, visando dar início à elaboração dos trabalhos, ocorreu em 22 de abril de 2014 e foi executada pelos engenheiros José Bernardo de Oliveira e Cristiane Gomes, acompanhados pelos profissionais da VALE, a saber, a engenheira geotécnica Cristina Malheiros e a técnica Cândida Fernandes.

Nessa ocasião, foram inspecionados os seguintes locais: talude de montante; talude de jusante; crista; ombreiras esquerda e direita; pé do talude de jusante; sistema extravasor; reservatório; e instrumentação.

7.2 OBSERVAÇÕES DE INSPEÇÃO

As observações realizadas durante a inspeção encontram-se detalhadas a seguir, enquanto as recomendações elaboradas encontram-se apresentadas em tópico posterior (item 10).

7.2.1 Operação da Barragem

- A tubulação principal foi instalada na crista e os “spray-bars”, instalados ao longo do pé do talude de montante do 10º alteamento. No momento da inspeção, não estava sendo realizado o lançamento de rejeitos no reservatório da estrutura;
- Sistema de bombeamento, localizado na ombreira direita, estava inoperante. Entretanto, segundo informações da VALE, o mesmo está pronto para entrar em operação caso ocorra qualquer eventualidade.

7.2.2 Reservatório

- As margens do reservatório apresentavam-se revegetadas sem indícios de processos erosivos;

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE 	PÁGINA 13/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

- Na data da inspeção, a Barragem I não apresentava praia, conforme recomendado no Manual de Operação da estrutura (150,0 m). Segundo informações da VALE, apesar do lançamento de rejeitos esta sendo realizado ao longo do pé do 10º alteamento, ainda não foi possível recuperar a praia de rejeitos que foi escavada num trecho de aproximadamente 50,0m da largura e 1,5m de profundidade, ao longo de todo o pé do talude de jusante. Deve-se observar que a implantação do 10º alteamento foi acompanhada pela empresa projetista, a qual realizou o ATO (acompanhamento técnico de obra) e está ciente que no momento inicial de lançamento dos rejeitos não é possível manter a praia indicada no manual de operação. Os rejeitos foram escavados do interior do reservatório, na área a montante do 9º alteamento, o que gerou uma depressão. Essa depressão está em processo de enchimento mediante descarga de rejeitos em seu interior. Destaca-se, também, que o rejeito lançado na depressão não toca o pé do dique do 10º alteamento: há uma leira, em solo, de proteção do pé do talude de montante. A VALE informou que o plano de operação acordado com a projetista é de priorizar o lançamento de rejeitos no interior da depressão de modo a preenchê-la e, posteriormente, permitir a formação da praia de rejeitos. Em função da condição atual de operação, praia menor que 150 metros, o monitoramento do nível de saturação do maciço (acompanhamento das leituras dos instrumentos) deve ser criteriosamente realizado e os níveis de saturação devem ser compatíveis com a carta de risco da estrutura, que se encontra em fase de revisão, pela projetista. Caso as leituras apresentem elevação, o projetista deverá ser informado, devendo o lançamento ser interrompido.
- O reservatório operava com nível d'água referente ao 9º alteamento;
- Estudos sobre a possibilidade de ocorrência de liquefação estática, publicados em tese de mestrado, apontam a susceptibilidade à liquefação dos rejeitos existentes na barragem. A liquefação pode suceder caso um evento específico e de determinada magnitude ou natureza atue como gatilho. Esse evento, embora de baixa probabilidade de ocorrência, deve ser considerado, bem como deve ser mantido o sistema de drenagem interna em boas condições de operação, tendo em vista a minimização dos riscos de saturação completa do maciço.

7.2.3 Crista e Bermas

- Crista recém construída apresentava-se em perfeito estado de conservação;
- Com exceção da 1ª berma (de cima para baixo), todas as bermas encontravam-se cobertas por vegetação e restos de sedimentos removidos das canaletas, sendo que em algumas delas a declividade no sentido da canaleta foi comprometida.

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARA OPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 14/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

7.2.4 Taludes de Montante e Jusante e Pé do Talude de Jusante

- Os taludes de jusante abaixo da plataforma do 10º alteamento, bem como área do pé da estrutura apresentavam vegetação alta;
- Em quase todos os taludes de jusante e em algumas bermas foram identificados formigueiros, sendo que em alguns taludes foi observada a presença de vigas metálicas deixadas em meio à vegetação e blocos de rocha em duas das bermas da estrutura;
- Foi observado pequeno fluxo de água no fundo da grota abaixo do acesso, na região do pé da barragem, na ombreira esquerda, onde foram lançados blocos de grandes dimensões. Em virtude da falta de documentos das fases iniciais da barragem, não é possível afirmar que este seja o ponto de descarga da drenagem interna da estrutura (dique de partida). A região ainda apresenta vegetação alta e restos da capina realizada.

7.2.5 Sistema Extravasor

- O sistema extravasor conta com tela de proteção frontal e no topo. Na data da inspeção, operava normalmente;
- A torre de extravasão do 10º alteamento encontra-se instalada, porém ainda fora de operação (reservatório opera com nível d'água referente ao NA operacional do 9º alteamento);
- O acesso entre a crista e a área de localização das torres do extravasor (margem direita do reservatório) encontrava-se em boas condições;
- Segundo a VALE, foi realizada inspeção na galeria, conforme recomendação de auditorias anteriores;
- O trecho em calha aberta do extravasor, a jusante da galeria de concreto, apresentava-se sem obstrução. Entretanto, foi observada a presença de vegetação alta ao redor da calha e a ausência de guarda-corpo de proteção.
- Foram identificadas discrepâncias entre a curva de descarga apresentada nos estudos hidrológicos e hidráulicos para o projeto do 10º alteamento e a realidade, uma vez que a curva apresentada refere-se a uma estrutura em calha aberta e o vertedouro em operação é do tipo tulipa. A VALE contactou a projetista, que está ciente de tais discrepâncias. Contudo, pode ocorrer impacto no volume total de rejeitos a serem depositados no reservatório, caso a borda livre mínima venha a ser impactada pela discrepância mencionada e pela inclinação de 1,4 e 2 % para a praia de rejeitos (informação encaminhada à VALE pela Geoconsultoria).

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARA OPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 15/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

7.2.6 Drenagem Superficial

- Na data da inspeção, foi observado que várias canaletas e algumas das descidas d'água apresentavam-se trincadas e/ou obstruídas por sedimentos, vegetação e lodo. Chama-se a atenção para a descida d'água na ombreira direita que apresentava sedimentos carregados acumulados, vegetação crescida dentro da calha e restos de materiais de obra (viga metálica e tubo de PVC) e também, para a descida d'água na região central da estrutura, onde parte da parede da descida encontrava-se solta.

7.2.7 Instrumentação

- Na data da inspeção foram observados que vários instrumentos encontravam-se destampados, sendo que um deles além de destampado apresentava o tubo externo amassado.

7.2.8 Gestão de Segurança

- A estrutura possui Manual de Operação e Carta de Risco;
- Elaborar Plano de Ações Emergenciais (PAE).

8.0 **AVALIAÇÃO DAS FICHAS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR DE ROTINA**

As inspeções visuais são atividades essenciais para a avaliação do estado de segurança das barragens, uma vez que permitem detectar anomalias que possam comprometer a estabilidade de tais estruturas.

Com base nas fichas de inspeção compreendidas pelo período de Janeiro/2013 a Dezembro/2013 constata-se que não foram identificadas anomalias relevantes que possam vir a comprometer a estabilidade da estrutura em curto prazo. Dentre as anomalias avaliadas nas fichas de inspeção, têm-se as seguintes observações:

- **Deslocamentos e/ou Trincas** - Na análise das inspeções visuais não se observou qualquer deslocamento que comprometa a estabilidade da estrutura no período compreendido entre Janeiro/2013 a Dezembro/2013;
- **Erosão Interna (Piping)** - Não foram observadas erosões internas no maciço ou surgência de água que comprometam a estrutura no período compreendido entre Janeiro/2013 a Dezembro/2013;
- **Erosão no Maciço** - Não foram observadas erosões no maciço que comprometam a estrutura no período compreendido entre Janeiro/2013 a Dezembro/2013;

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 16/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

- **Obstrução do Sistema de Drenagem Interna** – O sistema extravasor não apresentava obstrução que comprometa a extravasão de água da estrutura no período de Janeiro/2013 a Julho/2013. A partir de Agosto/2013, foi observado que a vegetação estava impedindo o monitoramento da saída da drenagem interna;
- **Dano Estrutural/ Obstrução do Sistema Extravasor** – Não foram observados danos no extravasor que possam comprometer a estrutura, nem obstruções no período compreendido entre Janeiro/2013 a Dezembro/2013;
- **Praia** – Foi observado que a distância do lago à face de montante está de acordo com o manual de operação/projeto, superior a 100 m, no período compreendido entre Janeiro/2013 a Dezembro/2013;
- **Borda Livre** – Foi observado que a altura entre a crista e o lago é maior que a borda livre definida em projeto no período compreendido entre Janeiro/2013 a Dezembro/2013.
- **Instrumentação** - Leituras normais dos instrumentos no período compreendido entre Janeiro/2013 a Dezembro/2013. A partir de Agosto/2013, foi observado que a presença de vegetação alta estava prejudicando o monitoramento. Além disso, foi observado também que a barragem não possui medidor de vazão para monitoramento da drenagem interna e que o monitoramento das vazões dos drenos sub-horizontais da praça e níveis abaixo não estava sendo realizado devido ao excesso de vegetação.

Vale salientar que as Fichas de Inspeção Regular consistem em registros que, quando analisados, conferem panorama geral sobre o comportamento da estrutura ao longo do tempo e podem orientar a elaboração dos planos de ação. Por essa razão, devem ser preenchidas de maneira correta, com informações auto-explicativas e, portanto, claras e precisas, que não gerem ambigüidade quanto à interpretação.

A Tabela 7 apresenta um resumo do Estado de Conservação da barragem no período avaliado (Janeiro/2013 a Dezembro/2013).

Tabela 7 – Estado de Conservação – Fichas de Inspeção/2013

Mês	Confiabilidade das Estruturas Extravasoras	Percolação	Deformações e Recalques	Deterioração dos Taludes / Paramentos
Janeiro	Estruturas civis bem mantidas e em operação normal /barragem sem necessidade de estruturas extravasoras (0)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Não existem deformações e recalques com potencial de comprometimento da segurança da estrutura (0)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de vegetação arbustiva (2)
Fevereiro				
Março				
Abril				
Mai				
Junho				
Julho				
Agosto				
Setembro				
Outubro				
Novembro				
Dezembro				

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARA OPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 17/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

9.0 AVALIAÇÃO DE SEGURANÇA

9.1 FRENTE ÀS CHEIAS

De acordo com os Estudos Hidrológicos desenvolvidos para o projeto executivo e apresentados no “Relatório Técnico – Barragem I– Alteamentos até cotas 937 e 942 m – Projeto Executivo” (documento referência VL28-RT-03_Rev. 0), elaborado pela Geoconsultoria em dezembro de 2006, foram verificadas as condições de operação do reservatório com crista nas elevações 937 m e 942 m (9º e 10º alteamento, respectivamente), prevendo-se emboque do vertedouro com 2 m de desnível em relação à cota da crista. Os resultados obtidos avaliando-se a passagem de cheia decamilar, indicaram que a borda livre se manteve superior a 1,0 m em ambas as situações.

Frente aos dados e informações existentes, constata-se que a Barragem I atende aos critérios para o dimensionamento de estrutura extravasora estabelecidos pela NBR 13.028/2006.

Chama-se a atenção que de acordo com o documento VL28RT03_Rev.0, no item 6, a crista do 10º alteamento foi instalada na El. 942,0m e a soleira do extravasor a 2,0m abaixo da crista (El. 940,0m), entretanto, na Tabela 21 apresentada no Anexo deste mesmo documento, consta que a crista do 10º alteamento seria instalada na El. 944,0m e a soleira do extravasor na El. 942,0m.

De acordo com e-mail encaminhado pela Geoconsultoria, a curva cota x volume para o reservatório da barragem na cota 942,00 m foi calculada adotando-se inclinação da praia entre 1,4 e 2%, o nível d’água na soleira El. 940,00 m (2 m abaixo da crista da barragem) e, ainda, praia se iniciando 0,5 m abaixo da crista, sobre o talude montante da barragem. Nesta condição, o volume de laminação resulta entre 480.000 e 500.000 m³ e pela curva cota x volume, considerada no estudo da Potamos, entre as cotas 928 e 930 m, o volume é de cerca de 400.000 m³, ou seja, conclui-se que as premissas para o cálculo continuam válidas.

Vale observar, entretanto, que não foi apresentado, pela Geoconsultoria, o impacto do trânsito de cheias no comprimento da praia de rejeitos, que segundo o Manual de Operação da estrutura deverá apresentar comprimento de no mínimo 150,0m. Recomenda-se que a projetista avalie a preservação da largura mínima da praia de rejeitos e a eventual perda no volume dos rejeitos a serem depositados no reservatório decorrentes da operação do sistema extravasor em tulipas, assumindo a inclinação de 1,4 e 2 % para a praia (conforme informado pela Geoconsultoria). Destaca-se que no caso de redução da largura mínima da praia a estabilidade da estrutura pode ser afetada.

9.2 CONTROLE DE PERCOLAÇÃO

O controle de percolação da Barragem I é realizado através do sistema de drenagem interna de cada dique construído a partir do 4º alteamento. Sendo que o comportamento da linha freática é monitorado através do acompanhamento das leituras piezométricas. Além disso, o

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014	Nº VALE	PÁGINA 18/49	
	Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -	

controle da percolação é realizado também por drenos sub-horizontais instalados nos taludes da barragem, estes drenos são monitorados.

A região da grota abaixo do acesso foi inspecionada e pode ser observada a presença de blocos de grandes dimensões lançados no fundo da grota e de um pequeno fluxo de água. Segundo “Avaliação de Performance – Parecer Técnico” (documento referência BCV-B-B1-RE-001-B), a barragem apresenta enrocamento de pé. Entretanto, em virtude da ausência de informações a respeito da drenagem interna das fases iniciais (dique de partida e primeiras etapas) de construção da estrutura não é possível afirmar ser este o ponto de descarga da drenagem interna.

Os drenos sub-horizontais instalados no pé dos taludes dos alteamentos, conforme apresentado no documento VL28-DE-002-R6 elaborado pela Geoconsultoria para a Avaliação de Segurança (VL28-RT-07-R0), foram monitorados nos meses de Janeiro, Fevereiro, Março e Junho/2013. O monitoramento dos drenos é apresentado no Anexo A.

9.3 ESTABILIDADE DA BARRAGEM

No “Relatório Técnico – Barragem 1 – Alteamentos até cotas 937 e 942 m – Projeto Executivo” (documento referência VL28-RT-03_Rev. 0), foram realizadas análises de estabilidade considerando a geometria da barragem após o 9º e 10º alteamentos utilizando o programa computacional SLIDE. As análises desenvolvidas foram executadas para a seção 2, considerada representativa cuja locação pode ser vista no documento VL28-DE-002-R6.

Partindo-se da geometria da barragem, da posição do nível d’água no reservatório, da largura de praia e das leituras dos piezômetros, fez-se uma calibração do modelo de percolação a ser utilizado, considerando-se ainda os resultados de diversos ensaios de permeabilidade “in situ” e em laboratório executados pela projetista dessa etapa.

Em relação aos parâmetros de resistência adotados, apresentados na Tabela 8, foram utilizados os valores empregados em análises de etapas anteriores, visto que os ensaios executados especialmente em rejeitos comprovaram a validade dos dados. Cabe ressaltar, entretanto, que a coleta de amostras do material limitou-se a profundidade de no máximo 5,5 m.

Tabela 8 – Parâmetros de resistência dos materiais

MATERIAL	γ_n (kN/m ³)	PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA DRENADA		PARÂMETROS DE PERMEABILIDADE	
		c' (kPa)	ϕ' (°)	k (m/s)	kv/kh
Rejeito Compactado	30,00	5	37	5×10^{-7}	0,20
Rejeito Lançado Fofo	26,00	0	34	5×10^{-6}	1,00
Rejeito Lançado Compactado	27,00	0	37	$3,2 \times 10^{-6}$	0,60
Solo Alúvio-coluvionar	18,00	5	26	8×10^{-7}	1,00
Solo Silto-argiloso Compactado	19,50	10	30	$2,5 \times 10^{-8}$	0,10

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 19/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

MATERIAL	γ_n (kN/m ³)	PARÂMETROS DE RESISTÊNCIA DRENADA		PARÂMETROS DE PERMEABILIDADE	
		c' (kPa)	ϕ' (°)	k (m/s)	kv/kh
Solo Alúvio-coluvionar com Pedregulho	18,00	0	33	6×10^{-5}	1,00
Solo Residual	20,00	20	30	$1,5 \times 10^{-6}$	1,00

Foram avaliados cenários considerando-se as etapas finais de alteamento, com e sem largura de praia, em condição drenada e não drenada. A síntese das análises realizadas encontra-se na Tabela 9.

Tabela 9 – Síntese dos resultados das análises de estabilidade

REFERÊN CIA*	CONSIDERAÇÕES DA ANÁLISE	EL. CRISTA	FATOR DE SEGURANÇA	
			GLOBAL	TALUDE INFERIOR
Figura 7	Resistência drenada / Análise de percolação com base na instrumentação	930,00	2,11	1,88
Figura 8	Resistência drenada / NA tangenciando o pé do talude de montante	930,00	1,99	1,64
Figura 9	Resistência drenada / Praia com 110,0 m	937,00	1,97	1,86
Figura 10	Resistência drenada / Praia com 100,0 m	942,00	1,90	1,85
Figura 11	Resistência drenada / Praia com 50,0 m	942,00	1,86	1,84
Figura 12	Resistência não-drenada ¹ / Praia com 40,00 m	942,00	1,53	-
Figura 14	Resistência drenada / Taludes individuais do 6º, 7º e 8º alteamentos	-	1,79	-
Figura 16	Resistência drenada / Taludes individuais do 6º, 7º e 8º alteamentos / Resistência do aterro reduzida (deficiência de compactação)	-	1,61	-

Nota: "Relatório Técnico – Barragem 1 – Alteamentos até cotas 937 e 942 m – Projeto Executivo" (documento referência VL28-RT-03_Rev. 0).

Frente aos resultados e análises realizadas, algumas ressalvas fazem-se importantes:

- Na Figura 12, admitiu-se a possibilidade de ruptura não drenada em face da existência de uma camada contínua de rejeitos finos situada cerca de 2 a 4 m abaixo da berma da cota 898 m, determinada através das sondagens e ensaios de campo;
- Nas Figuras 14 e 16, analisou-se a eventualidade de elevação exagerada do lençol freático no talude superior, decorrente da heterogeneidade dos rejeitos e do mau funcionamento do sistema de drenagem dos diques. Na Figura 16, considerou-se ainda que reduçãoda resistência do aterro, por exemplo, por deficiência de compactação.

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014	Nº VALE	PÁGINA 20/49	
	Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -	

9.4 ANÁLISE DO MONITORAMENTO

Para análise do comportamento da superfície freática, foram avaliados os dados sobre a posição do lençol no interior do maciço, obtidos por meio das leituras dos instrumentos instalados na estrutura.

Para tanto, foram considerados os níveis de segurança apresentados no “Relatório Técnico – Níveis de segurança da instrumentação – Cota 942 m” (documento referência VL28-RT-08-R1), elaborado pela Geoconsultoria em outubro de 2007, portanto, referentes à etapa do 10º alteamento. Observa-se que este documento, apesar de apresentar os níveis de segurança para o 10º alteamento, não constam os instrumentos do 9º e 10º alteamentos. Salienta-se a necessidade de que estes níveis sejam revisados pela projetista para a incorporação dos instrumentos implantados no 9º e 10º alteamentos. As leituras fornecidas à Pimenta de Ávila foram analisadas e os gráficos dos instrumentos que apresentaram leituras no período monitorado encontram-se apresentados no Anexo A deste relatório.

No período avaliado (no período de Janeiro/2013 a Dezembro/2013), somente alguns instrumentos apresentaram leituras anômalas. São eles:

- MNA-05 (5C) (CFJB1PZ085): Localizado na Seção 4 e Berma 899,0m, apresentou no período monitorado leituras superiores ao Nível de Atenção (877,15m), com exceção da leitura de 23/05/2013 (875,707m) e a maior leitura é igual a 877,247m;
- PZM-17 (CFJB1PZ065) Localizado na Seção 4 e Berma 893,0m, apresentou em todo período monitorado leituras superiores ao Nível de Atenção (874,95m) e a maior leitura igual a 876,42m;
- MNA 04 (4C) (CFJB1PZ084): Localizado na Seção 4 e Berma 890,0m, apresentou em todo período monitorado leituras superiores ao Nível de Atenção (874,25m) e a maior leitura é igual a 875,584m;
- PZM 15 (CFJB1PZ063): Localizado na Seção 4 e Berma 885, apresentou em todo período monitorado leituras superiores ao Nível de Atenção (873,50m) e a maior leitura igual é a 877,77m (pico no mês de Março/2013), as demais leituras encontram-se abaixo de 875,76m;
- PZF-13 (CFJB1PZ056): Localizado na Seção 4 e Berma 871,0m, apresentou em todo período monitorado leituras superiores ao Nível de Atenção (861,0m) e a maior leitura igual a 862,19m.

Apesar destes instrumentos apresentarem leituras superiores ao Nível de Atenção, a posição da linha freática não é crítica. Chama-se a atenção que não foram observadas frentes de saturação na região onde estes instrumentos se encontram instalados e que os drenos sub-horizontais localizados na Berma 899 (D-11, D-12, D-24, D-23, D-22), na Berma

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 21/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

893 (PS-6A e PS-5) e na Berma 890 (D-3), próximos à Seção 4, encontram-se secos, conforme apresentado na Tabela do Monitoramento dos Drenos do Anexo A.

Para os demais instrumentos, as leituras indicaram condição de normalidade, sendo que 10 indicadores de nível d'água e 30 piezômetros encontravam-se secos durante o período avaliado.

Durante a subida do NA (em função do lançamento de rejeito no reservatório da barragem), recomenda-se o acompanhamento e monitoramento periódicos das leituras da instrumentação de campo.

10.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com a inspeção realizada em 22/04/2014, dados de monitoramento e análises de documentos de projeto disponibilizados, constata-se que a Barragem I, se encontrava em condições adequadas de segurança sob o ponto de vista da estabilidade física do maciço.

Em relação ao dimensionamento das estruturas hidráulicas, conclui-se como adequada a capacidade do sistema extravasor da Barragem I em atender aos critérios de dimensionamento estabelecidos pela NBR 13.028/2006.

Por todo o exposto, foram verificados pontos que demandam atenção, reparos, obras ou estudos complementares visando garantir a confiabilidade de segurança da barragem. Tais pontos são apresentados em forma de recomendações elaboradas pelos auditores da Pimenta de Ávila, conforme descrito abaixo.

Recomendações

- Efetuar análise de liquefação baseada em nova campanha de coleta de amostras e informações representativas dos rejeitos existentes na fundação dos alteamentos para montante, sobre o patamar da cota 905,0 m;
- Restituir a praia de rejeitos de modo a atender as recomendações do Manual de Operação da estrutura;
- Realizar capina nos taludes e pé da barragem, bem como na região da calha a jusante da galeria.
- Após limpeza da região do pé, no local onde acreditava-se haver a saída de um dreno de fundo, monitorar a surgência identificada na fratura da rocha. Avaliar se existem outros pontos de saída água nas imediações e se tal fato decorre de drenagem interna da barragem ou de outra fonte. Caso necessário, implantar dreno invertido nos pontos de saída d'água;
- Remover cupinzeiros e formigueiros, bem como restos de materiais de construção e blocos ao longo do barramento;

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 22/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

- Realizar limpeza dos dispositivos de drenagem superficial, principalmente das escadas de descida d'água onde descarregam os drenos de fundo. Os sedimentos removidos dos dispositivos não deverão ser deixados sobre as bermas, para evitar que os mesmos retornem para dentro dos dispositivos de drenagem superficial após o início das chuvas e também que comprometam a declividade no sentido das canaletas nas bermas;
- Realizar a recuperação das paredes das descidas d'água onde foi constatada a exposição da armadura, trincas e fissuras. Além disso, recuperar as canaletas que apresentarem trincas e fissuras;
- Melhorar as condições de acesso para inspeção da região da grota sob o acesso. Incluir este ponto nas inspeções visuais e instalar medidor de vazão a jusante da grota para acompanhamento das vazões. Observar a qualidade da água que percola por entre os blocos e, no caso de identificação de carreamento de sólidos (turbidez) acionar a projetista. Observa-se que nesse local foram identificados matacões de grande diâmetro em meio a material silto-argiloso nas sondagens realizadas na região da fundação da barragem (seção 4, pé da barragem: documento VL28DE07-R3);
- Adequar a drenagem superficial da estrada de acesso ao pé da barragem. Tal adequação apresenta-se como oportunidade de melhoria e boas práticas da estrutura;
- Atualizar os Níveis de Segurança – Cota 942 para a incorporação dos instrumentos instalados no 9º e 10º alteamentos;
- Realizar monitoramento mensal das vazões dos drenos sub-horizontais implantados nos taludes de jusante da barragem. Os drenos deverão ser devidamente cadastrados e locados topograficamente utilizando a mesma nomenclatura dos documentos do Projeto Executivo dos Alteamentos até cotas 937 e 942 m e da Avaliação de Segurança. As leituras dos instrumentos deverão ser avaliadas criticamente e à luz da carta de risco da estrutura e das informações sobre as vazões do dreno;
- Os instrumentos deverão ser mantidos sempre tampados;
- Recomenda-se que seja realizada campanha de investigação nas etapas dos primeiros alteamentos da barragem, a fim de suprir a ausência de informações sobre a fundação onde a estrutura encontra-se originalmente apoiada, sobre o material de construção utilizado, bem como sobre a existência e condições do sistema de drenagem interna;
- Elaborar Plano de Ações Emergenciais;

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARA OPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 23/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

- Em função das discrepâncias identificadas entre a curva de descarga apresentada nos estudos hidrológicos e hidráulicos para o projeto do 10º alteamento, avaliar a possibilidade de impacto no volume dos rejeitos a serem depositados no reservatório, considerando a operação do sistema extravasor com tulipas (diferentemente do indicado nos estudos hidrológicos e hidráulicos apresentados pela projetista), assumindo a inclinação de 1,4 e 2 % para a praia (informação encaminhada à VALE pela Geoconsultoria).

11.0 DOCUMENTAÇÃO CONSULTADA

Encontram-se listados abaixo, os documentos e dados utilizados na elaboração deste relatório, obtidos no arquivo técnico da Pimenta de Ávila e/ou enviados pela VALE:

- Planilha – Monitoramento das vazões dos Drenos Barragem I – Período: Janeiro, Fevereiro, Março e Junho de 2013;
- Dados GEOTEC III – Gráficos de Leitura dos Piezômetros, Pluviômetros e Medidores de Nível D’água – Período: Janeiro a Dezembro de 2013;
- RT-APSG-BARI-2013-01 a RT-APSG-BARI-2013-03: Avaliações Periódicas de Segurança Geotécnica – DIFL – GAGHL – Período: Janeiro a Março de 2013;
- Planilhas “Estado de Conservação” da Barragem I – DIFL – GATCL – Período: Janeiro a Dezembro de 2013;
- Fichas Quinzenais e Mensais das Inspeções Periódicas da Barragem I – RG-04 – DIFL – Período: Janeiro a Dezembro de 2013;
- Relatórios Mensais – DIFL – GEPDL / GAGHL – Análise Geral da Instrumentação e das Inspeções de Campo – Período: Janeiro a Dezembro de 2013;
- C3_3Mai2012_Barragem 1_Plan: Levantamento Topobatimétrico. Executado por UMI SAN Hidrografia e Engenharia;
- Relatório da Inspeção Remota da Galeria realizada pela HGT em 28/08/2013 (HGT_Inspeção-B1-Feijao-2013-08-28.pdf);
- Planilha Ensaio de Permeabilidade – Teste de Vida Instrumentação – (sem número) – Setembro de 2013;
- Barragem I e VI- CFJ.pptx e Barragem 1_6.pptx: Apresentação do levantamento do eixo da crista da barragem VI e levantamento da canaleta na Barragem I;
- RelatórioPluviometria_Feijão.pdf: Relatório de Pluviometria – Mina Córrego do Feijão: Período: Janeiro a Dezembro de 2013
- RD-578-RL-32822-00: Relatório de Inspeção de Segurança Regular / Laudo Técnico de Segurança de Barragem – Barragem I – Mina Córrego do Feijão. Elaborado por Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. em Setembro de 2013;

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014	Nº VALE	PÁGINA 24/49	
	Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -	

- RD-578-DL-32842-00: Declaração da Condição de Estabilidade – Barragem I – Mina Córrego do Feijão. Elaborado por Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. em Setembro de 2013;
- RD-578-PL-32810-00: Análise de Risco FMEA – Barragem I – Mina Córrego do Feijão. Elaborado por Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. em Julho de 2013;
- RD-538-LT-27664-00: Laudo Técnico de Segurança de Barragem – Barragem I – Mina Córrego do Feijão. Elaborado por Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. em julho de 2012;
- RD-538-DL-27677-00: Declaração da Condição de Estabilidade – Barragem I – Mina Córrego do Feijão. Elaborado por Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. em julho de 2012;
- VL28-MO-01_Rev.3: Manual de Operação da Barragem I – Mina Córrego do Feijão – Elaborado pela Geoconsultoria em Julho de 2013;
- RD-486-PL- 23998-01: Análise de Risco FMEA – Barragem I – Mina Córrego do Feijão. Elaborado por Pimenta de Ávila Consultoria Ltda. em setembro de 2011;
- Aerolevantamento – Disposição dos Instrumentos de Monitoramento (Piezômetros e Medidores de Nível D’água). Elaborado por VALE em abril de 2011;
- VL28-RT-01_Rev. 0: Barragens I e VI – Premissas e Concepção Preliminar dos Alteamentos – Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em setembro de 2005;
- VL28-DE-002_Rev. 6: Mina Córrego do Feijão - Brumadinho / Mg - Barragem 1 - 9º Alteamento EI.937,00 – Investigações Geológico-Geotécnicas e Instrumentação – Planta – Elaborado por Geoconsultoria em outubro de 2006;
- VL28-RT-02_Rev. 0: Estudo Conceitual de Disposição de Rejeitos na Barragem I, até sua Configuração Final. Elaborado por Geoconsultoria em agosto de 2006;
- VL28-RT-03_Rev. 0 e desenhos associados: VALE – Mina Córrego do Feijão – Barragem I – Alteamentos até cotas 937 e 942 – Projeto Executivo – Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em dezembro de 2006;
- VL28-RT-04_Rev. 2: Barragem I – Níveis de Segurança da Instrumentação – Cota 937 m. Elaborado por Geoconsultoria em outubro de 2007;
- VL28RT-05_Rev. 1: VALE – Mina Córrego do Feijão – Barragem I – Avaliação da Piezometria – Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em abril de 2007;
- VL28-RT-06_Rev. 1: Barragem I – Periodicidade de Leitura dos Instrumentos – Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em agosto de 2007;
- VL28-RT-07_Rev. 0: VALE – Mina Córrego do Feijão – Barragem I – Avaliação de Segurança – Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em maio de 2007;
- VL28-RT-08_Rev. 1: Barragens I – Níveis de Segurança da Instrumentação – Cota 942 m – Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em outubro de 2007;

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 25/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

- VL28-RT-09_Rev. 0: Barragem I – Avaliação do Potencial de Liquefação – Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em abril de 2008;
- VL28-RT-10_Rev. 0: Barragem I – Extravasor – Estabilidade dos Taludes de Encosta Junto às Torres. Relatório Técnico. Elaborado por Geoconsultoria em abril de 2008;
- VL28-MO-01_Rev. 1: Barragem I – Manual de Operação da Barragem. Elaborado por Geoconsultoria em agosto de 2007;
- Neto, J. P. F. (2009). Relatório de Análise de Liquefação Estática para a Barragem I do Córrego do Feijão. Elaborado em setembro de 2009;
- Estudos Hidrológicos e Análise Hidráulica da Segurança das Barragens I e VI na Mina do Feijão. Elaborado por POTAMOS Engenharia e Hidrologia Ltda. em fevereiro de 2006;
- RE. 2183/03: 8º Alçamento da Barragem I – Estudos Hidrológicos-Hidráulicos e Dimensionamentos Estruturais. Elaborado por Tecnosolo em dezembro de 2003.

	<u>PIMENTA DE AVILA</u> <u>CONSULTORIA LTDA</u>	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 26/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

ANEXOS

bcrumbaugh@deloitte.com
Portal Brumadinho/26:03:2019 14:46
CONFIDENTIAL

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 27/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

ANEXO A – AVALIAÇÃO DO MONITORAMENTO DA INSTRUMENTAÇÃO

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
		TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014	Nº VALE Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00

Tabela A 1 – Monitoramento Drenos Sub- Horizontais

Drenos	23/1/2013		5/2/2013		20/3/2013	
	Vazão (l/s)	Vazão (m3/h)	Vazão (l/s)	Vazão (m3/h)	Vazão (l/s)	Vazão (m3/h)
PS 1	0,081	0,291	0,122	0,437	0,032	0,116
PS 2	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 4	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 5	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 6	0,194	0,698	0,240	0,865	0,158	0,570
PS 7	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 8	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 1 A	0,028	0,101	0,059	0,212	0,033	0,118
PS 2 A	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 3 A	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 4 A	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 5 A	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 6 A	seco	seco	seco	seco	seco	seco
PS 7 A	0,714	2,570	0,530	1,908	0,394	1,419
PS 8 A	0,759	2,733	1,221	4,396	0,985	3,547
PS 9 A	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D 1	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D 2	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D 3	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D 4	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D 5	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D 6	0,078	0,282	0,053	0,190	0,060	0,217
D 7	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D 8	0,408	1,469	-	-	-	-
D 8 B	0,034	0,121	0,034	0,123	0,038	0,138
D9	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D10	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D11	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D12	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D13	0,906	3,262	0,824	2,968	0,684	2,464
D14	0,687	2,473	0,605	2,177	0,621	2,235
D15	0,033	0,118	0,199	0,717	0,196	0,706
D16	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D17	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D18	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D19	0,071	0,254	0,039	0,139	0,028	0,101
D19 B	-	-	0,370	1,333	0,448	1,614
D20	0,007	0,025	seco	seco	seco	seco
D21	0,009	0,031	0,082	0,295	0,086	0,309
D22	seco	seco	seco	seco	seco	seco

Nota: Não foi possível identificar quais drenos foram monitorados uma vez que a nomenclatura utilizada para identificá-los difere da nomenclatura apresentada no documento VL28DE02-R6.

	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
		TÍTULO COMPLEXO PARAÓPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014	Nº VALE Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00

Tabela A 1 (Continuação) – Monitoramento Drenos Sub- Horizontais

Drenos	23/1/2013		5/2/2013		20/3/2013	
	Vazão (l/s)	Vazão (m3/h)	Vazão (l/s)	Vazão (m3/h)	Vazão (l/s)	Vazão (m3/h)
D23	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D24	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D25	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D26	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D27	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D28	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D29	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D30	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D31	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D32	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D33	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D34	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D35	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D36	seco	seco	seco	seco	seco	seco
D37	seco	seco	seco	seco	seco	seco

Nota: Não foi possível identificar quais drenos foram monitorados em Junho/2013, uma vez que a nomenclatura utilizada para identificá-los difere da nomenclatura apresentada no documento VL28DE02-R6.



TÍTULO
**COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014**

Nº VALE

Nº PIMENTA DE ÁVILA

RD-375-RL-37368-00

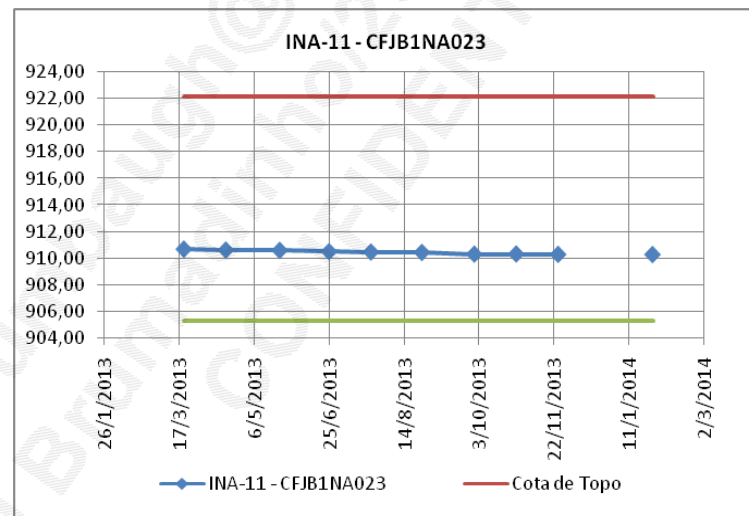
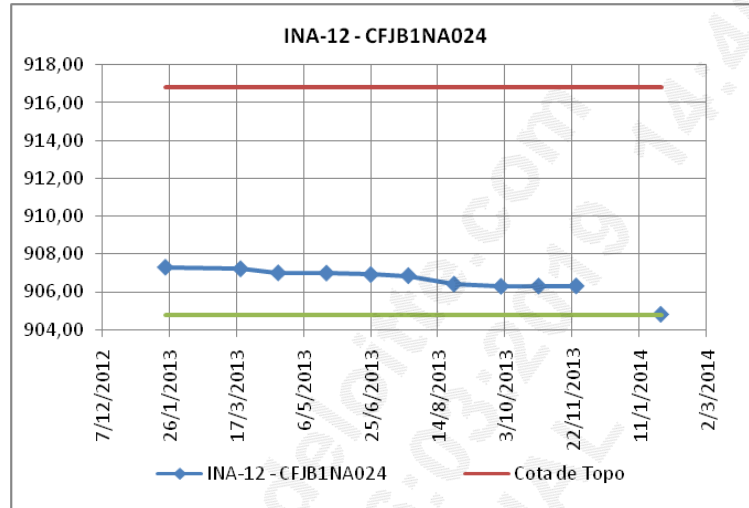
PÁGINA

30/49

REV.

-

Análise Instrumentação – Barragem I – Seção 0



Notas:

1. Os instrumentos INA-24(CFJB1NA031) e PZ-26 (CFJB1PZ072), instalados no 9º alteamento, permaneceram secos durante todo o período monitorado;
2. Os instrumentos 10º alteamento já foram instalados.



TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

Nº PIMENTA DE ÁVILA

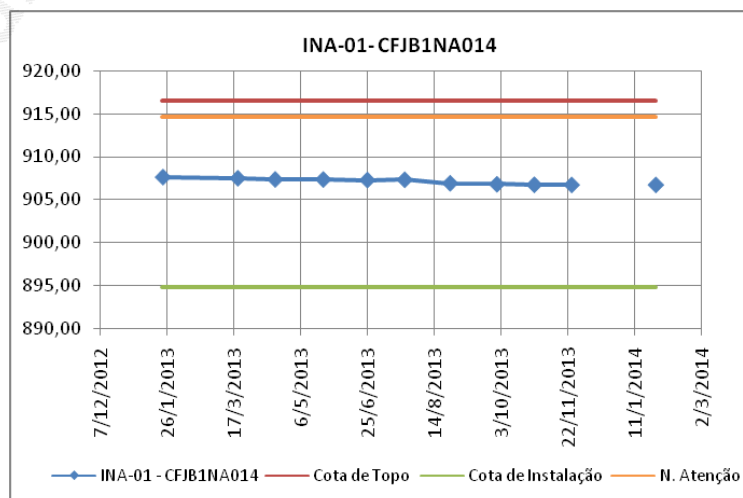
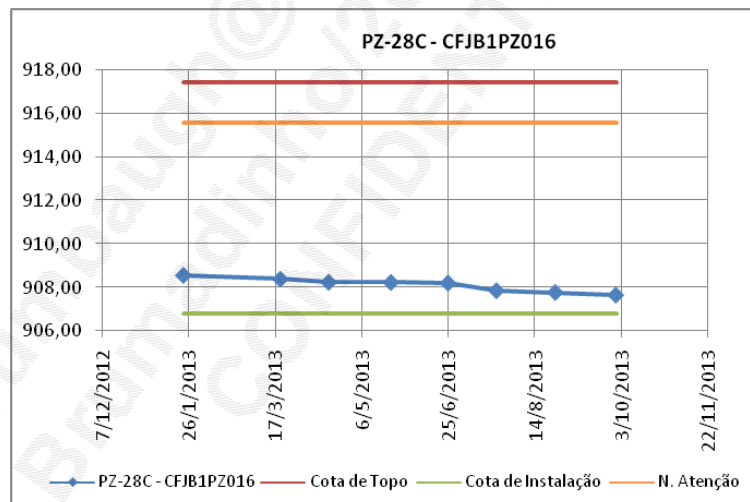
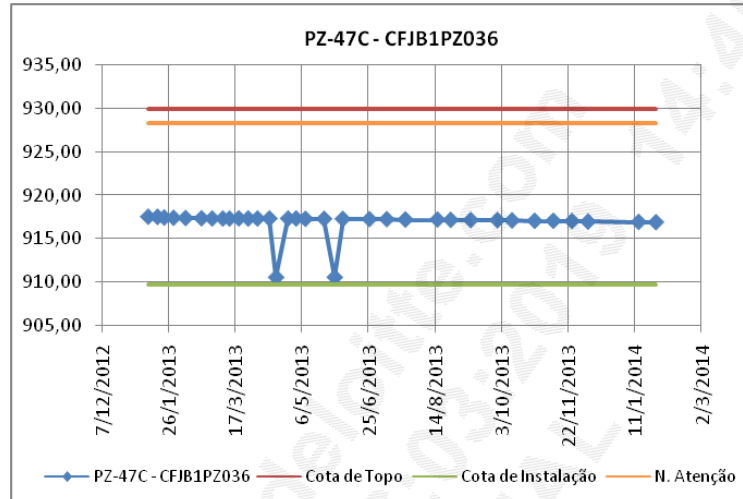
31/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-

Análise Instrumentação – Barragem I – Seção 1





TÍTULO
COMPLEXO PARAÓPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

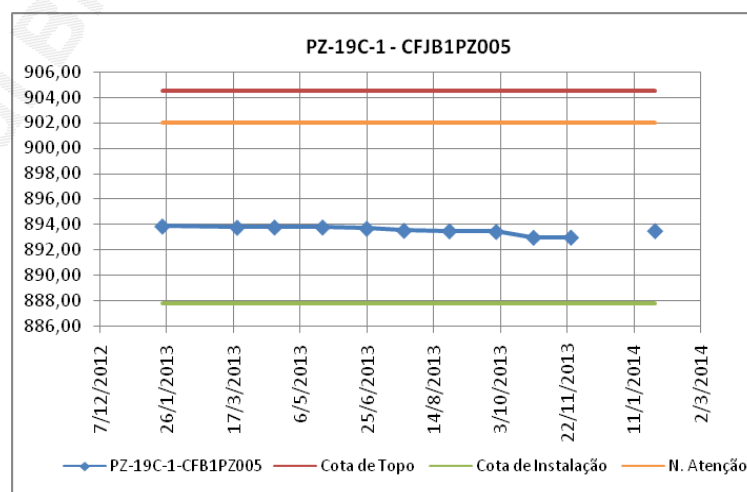
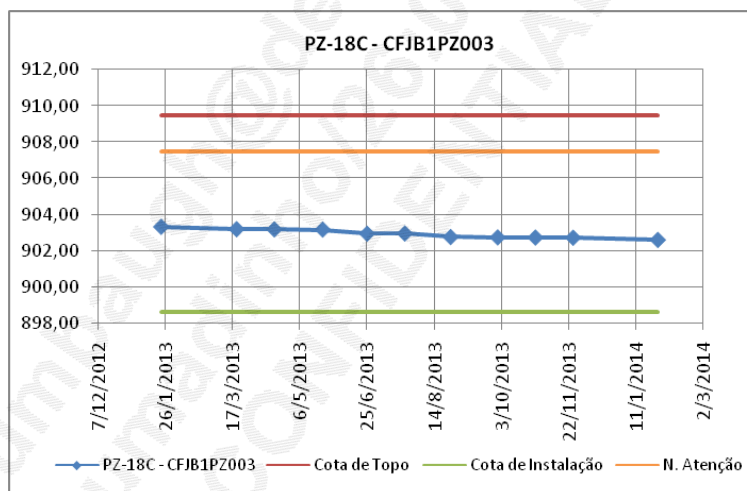
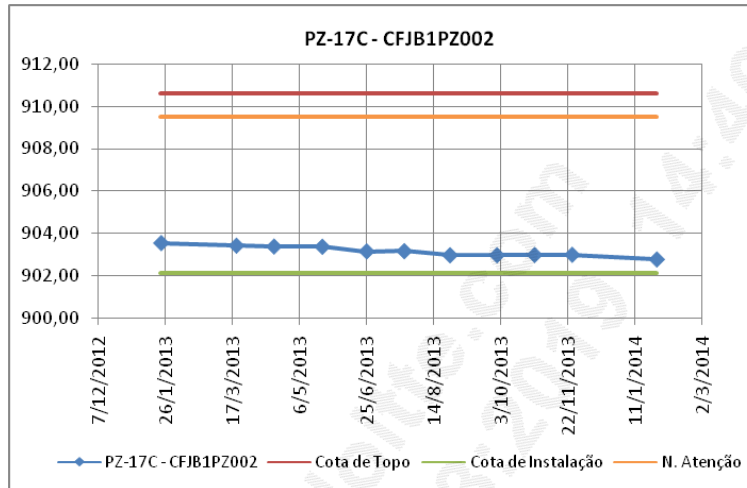
Nº PIMENTA DE ÁVILA

32/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-





TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

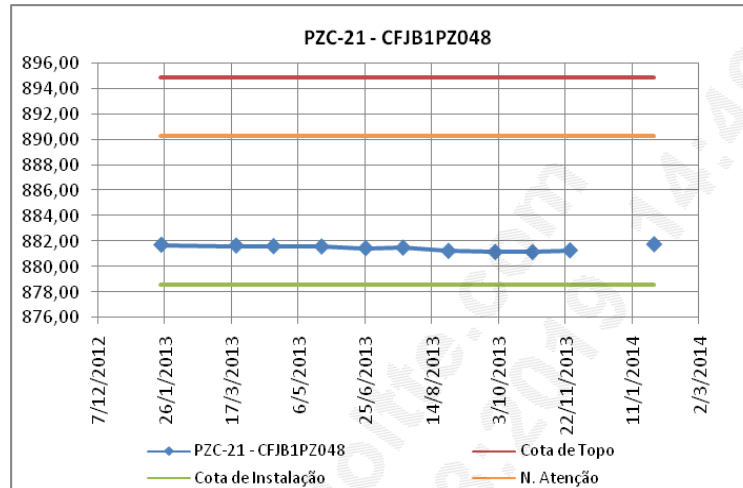
Nº PIMENTA DE ÁVILA

33/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

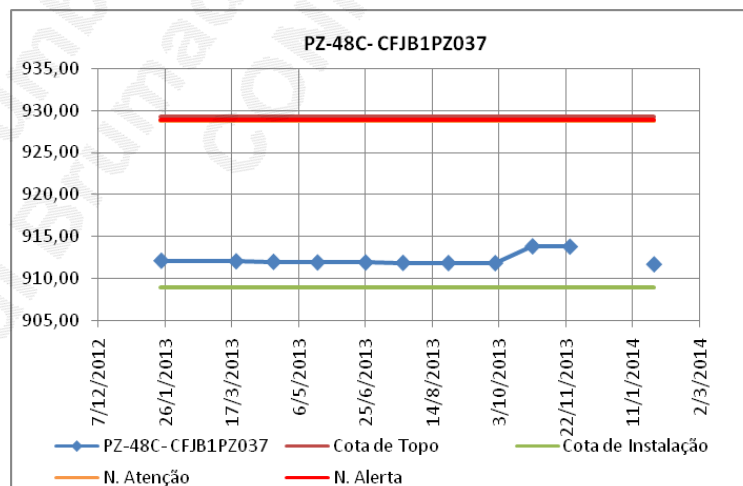
-



Notas:

1. Os instrumentos INA-25 (CFJB1NA032), PZC-26 (CFJB1PZ072), PZ-52C (CFJB1PZ041), PZ-37C (CFJB1PZ025), PZM-2 (CFJB1PZ066) e PZF-1 (CFJB1PZ053) permaneceram secos durante todo o período monitorado;
2. Os instrumentos 10º alteamento já foram instalados.

Análise Instrumentação – Barragem I – Seção 2





TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

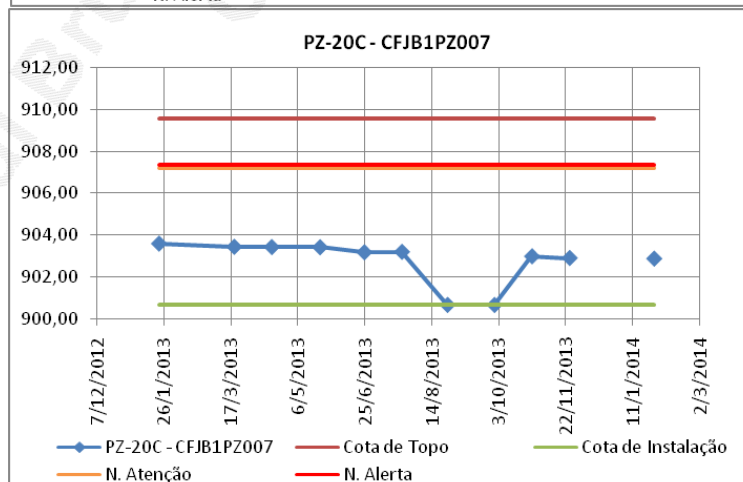
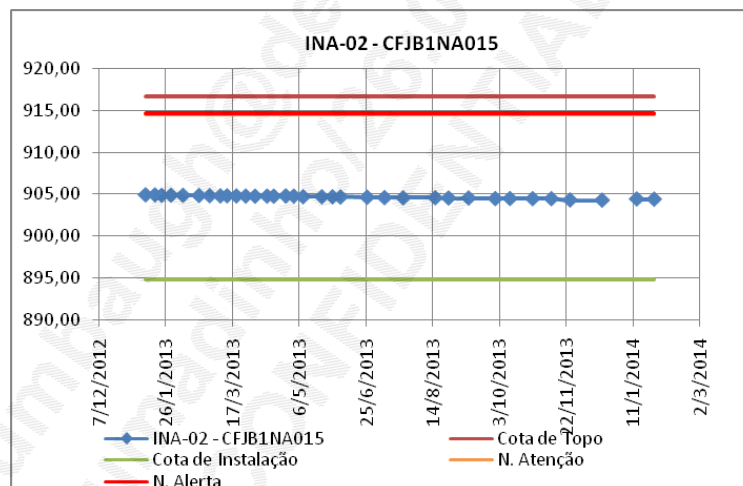
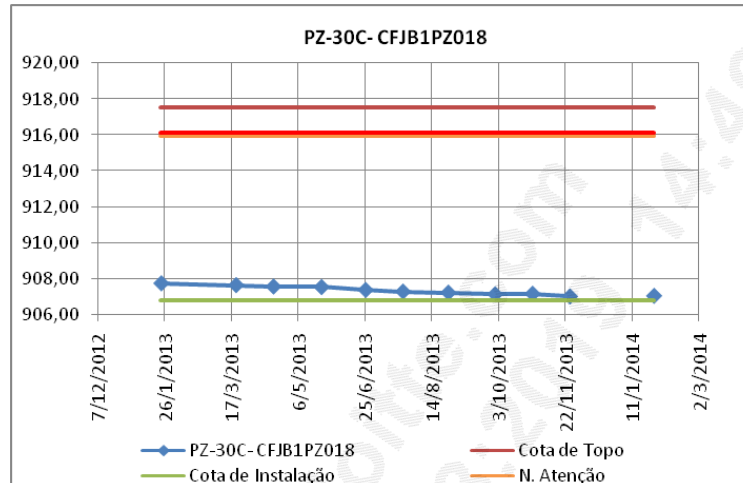
Nº PIMENTA DE ÁVILA

34/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-





**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**

**AUDITORIA TÉCNICA DE
SEGURANÇA – FASE V**

TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

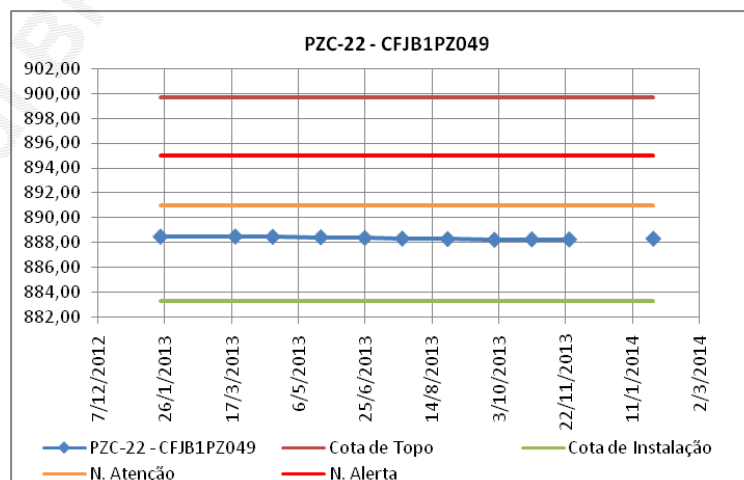
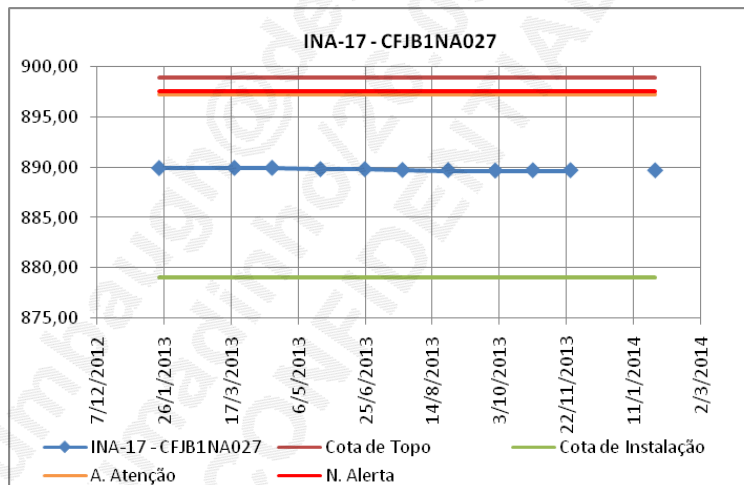
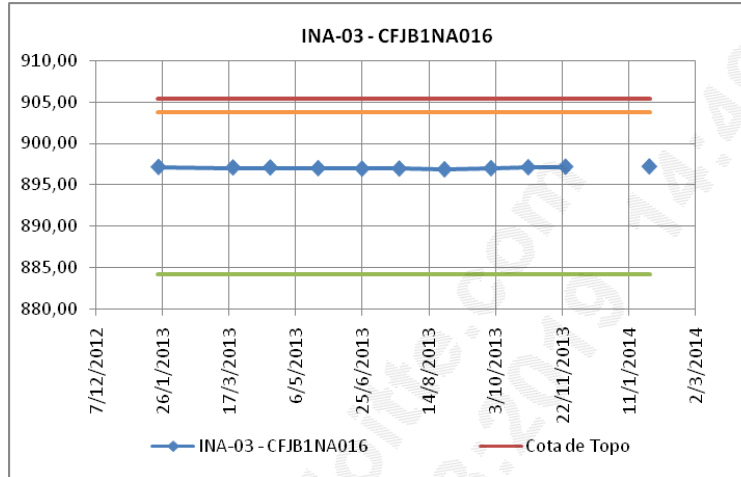
Nº PIMENTA DE ÁVILA

35/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-





TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

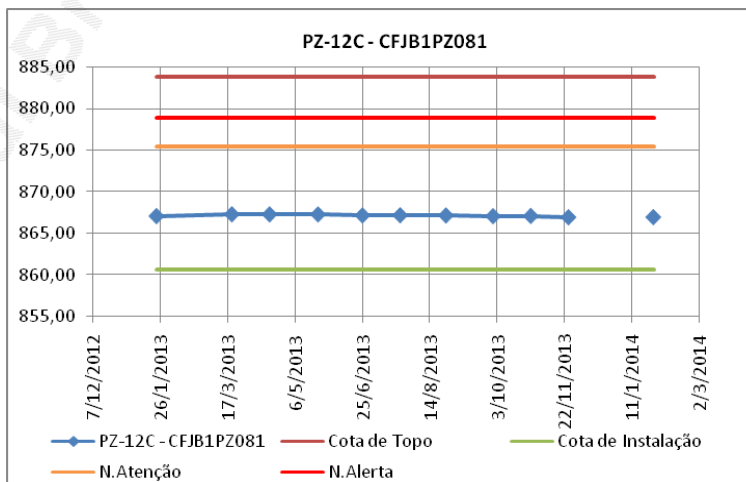
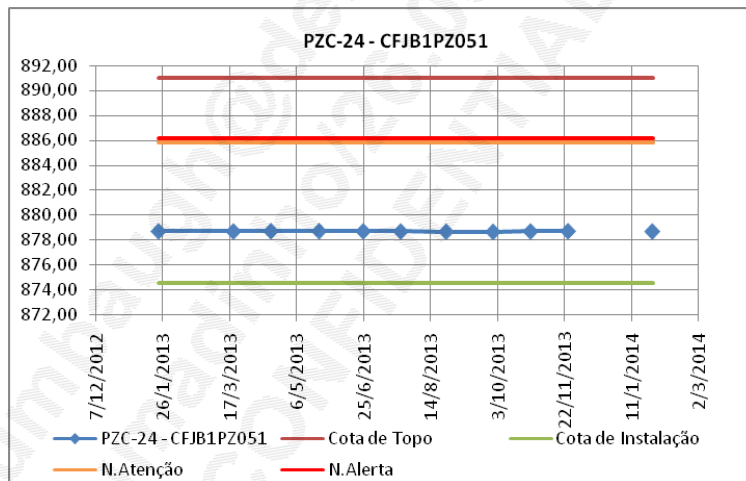
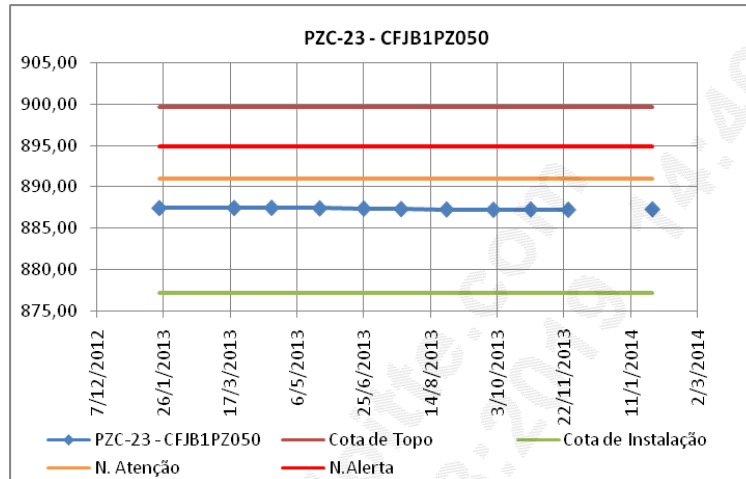
Nº PIMENTA DE ÁVILA

36/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-



TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

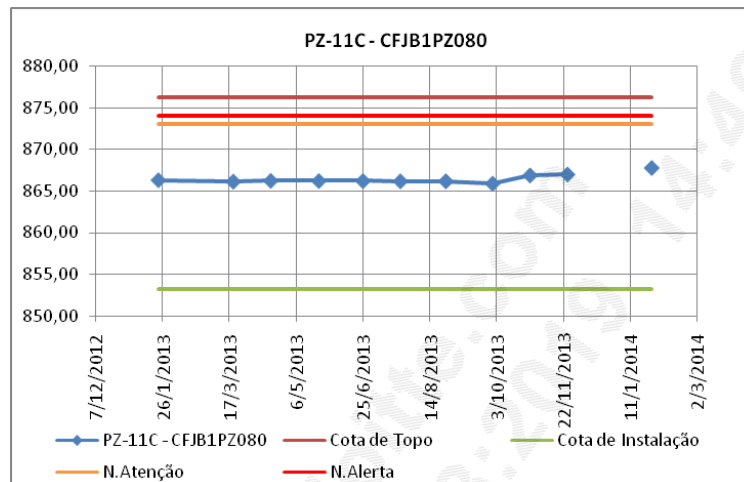
Nº PIMENTA DE ÁVILA

37/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

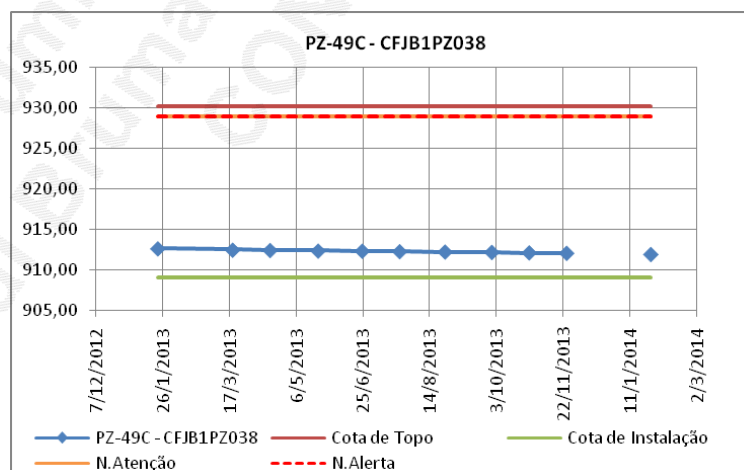
-



Notas:

- Os instrumentos INA-26 (CFJB1NA033), PZC-27 (CFJB1PZ073), PZ-40C (CFJB1PZ028), PZ-39C (CFJB1PZ027), PZ-29C (CFJB1PZ017), INA-23 (CFJB1NA030), INA-22 (CFJB1NA029) e PZF-5 (CFJB1PZ059) permaneceram secos durante todo o período monitorado;
- Os instrumentos 10º alteamento já foram instalados.

Análise Instrumentação – Barragem I – Seção 3





**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**

**AUDITORIA TÉCNICA DE
SEGURANÇA – FASE V**

TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

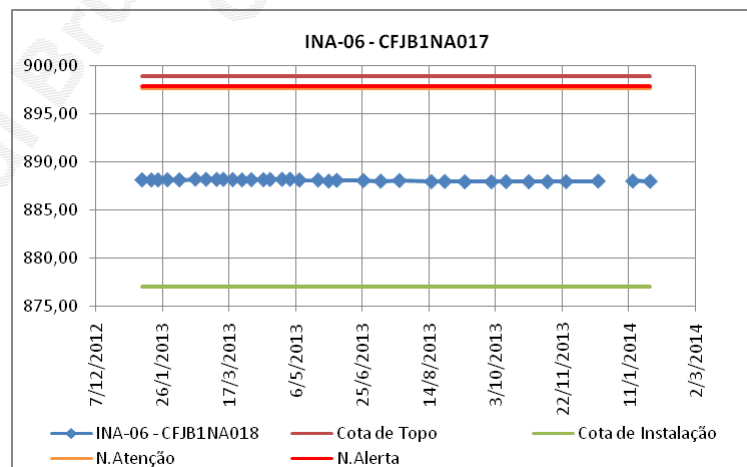
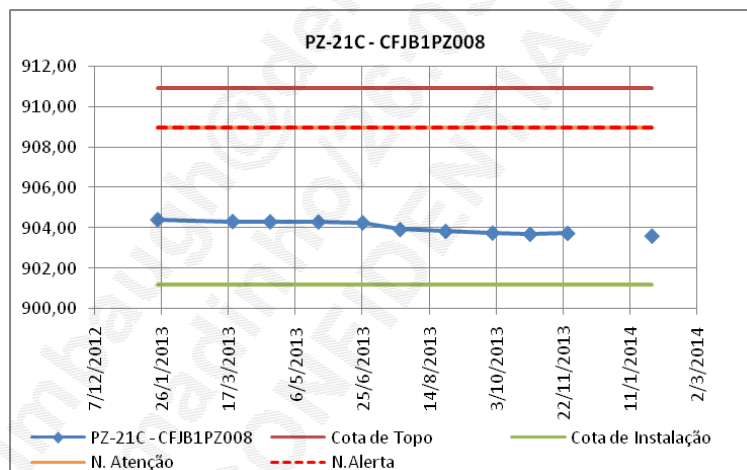
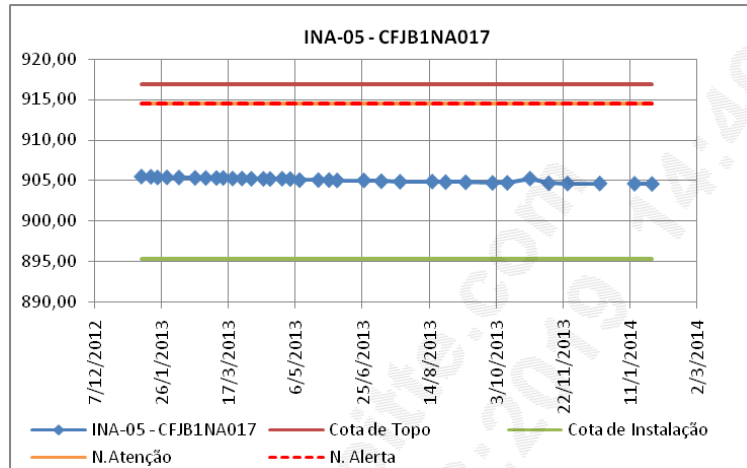
Nº PIMENTA DE ÁVILA

38/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-



TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

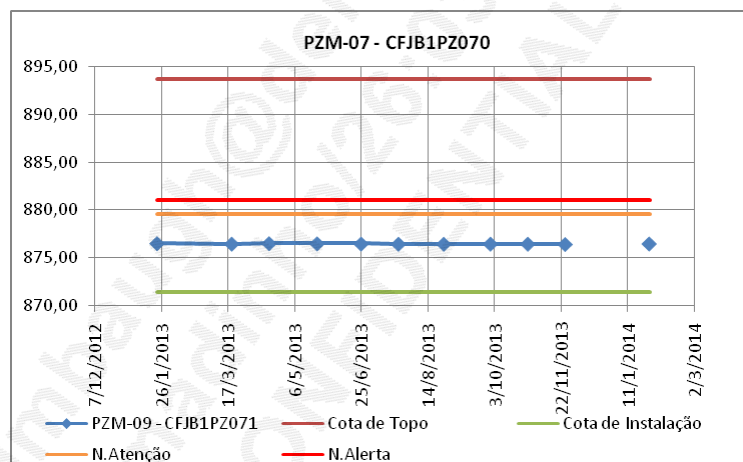
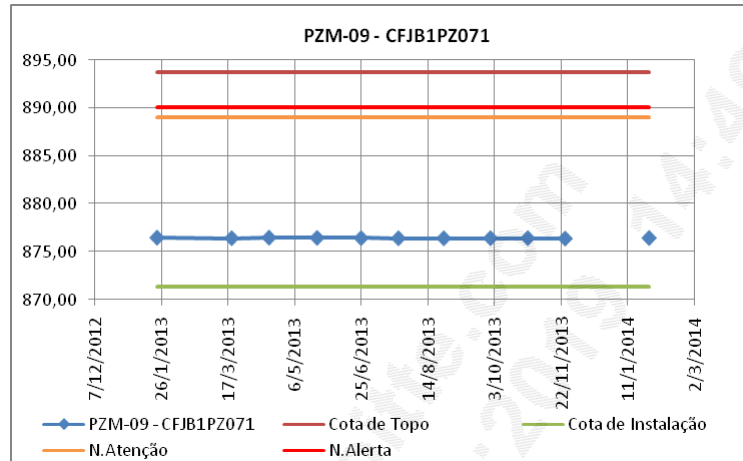
Nº PIMENTA DE ÁVILA

39/49

REV.

RD-375-RL-37368-00

-



Notas:

- Os instrumentos INA-27 (CFJB1NA031), PZC-28 (CFJB1PZ074), PZ-53C (CFJB1PZ042), PZ-42C (CFJB1PZ030), PZ-41C (CFJB1PZ029), PZ-32C (CFJB1PZ020), PZM-10 (CFJB1PZ061) e PZM-06 (CFJB1PZ060) permaneceram secos durante todo o período monitorado;
- Os instrumentos 10º alteamento já foram instalados.



TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

Nº PIMENTA DE ÁVILA

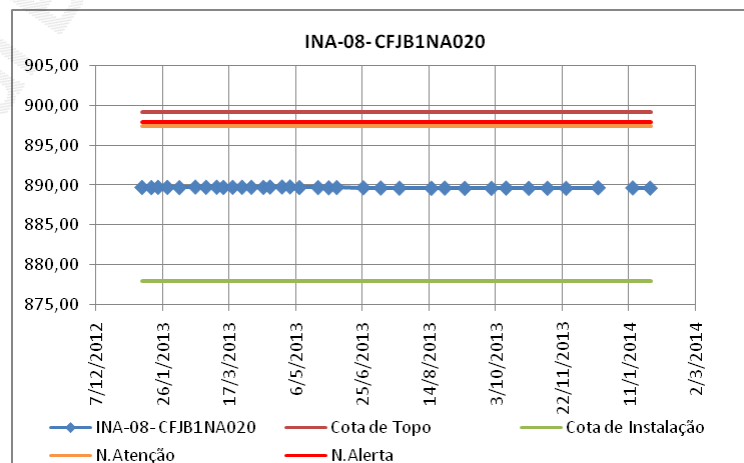
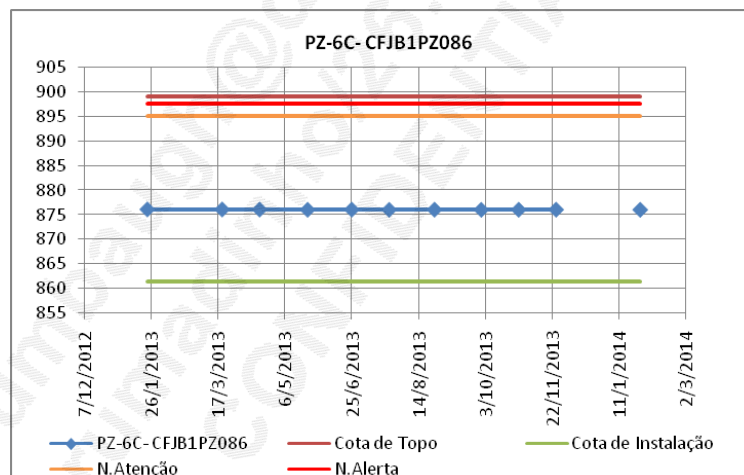
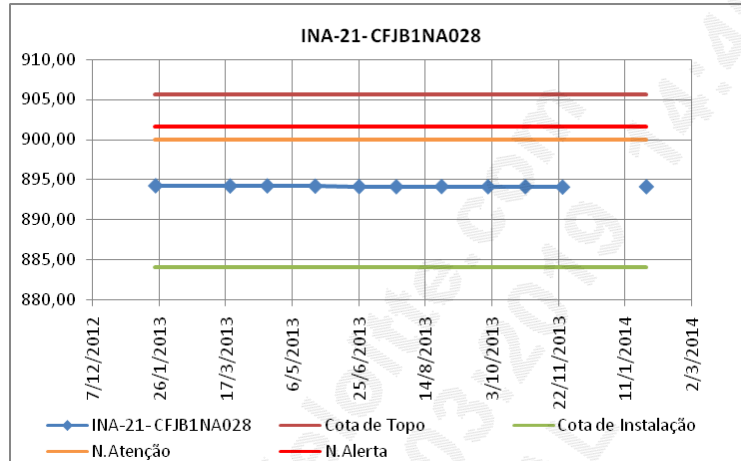
40/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-

Análise Instrumentação – Barragem I – Seção 4





**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**

**AUDITORIA TÉCNICA DE
SEGURANÇA – FASE V**

TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

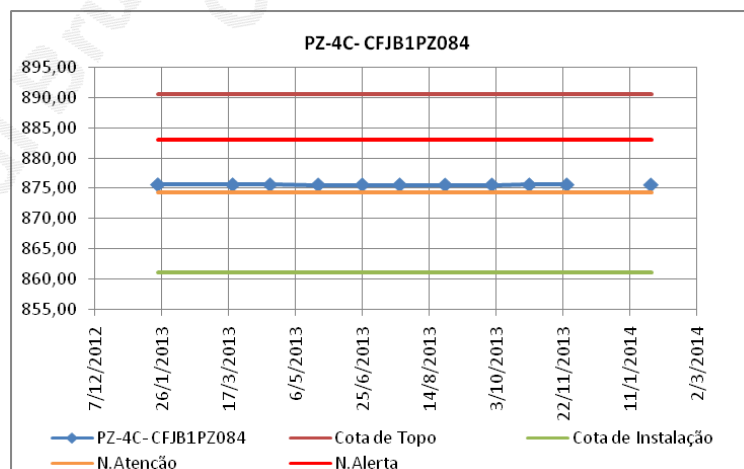
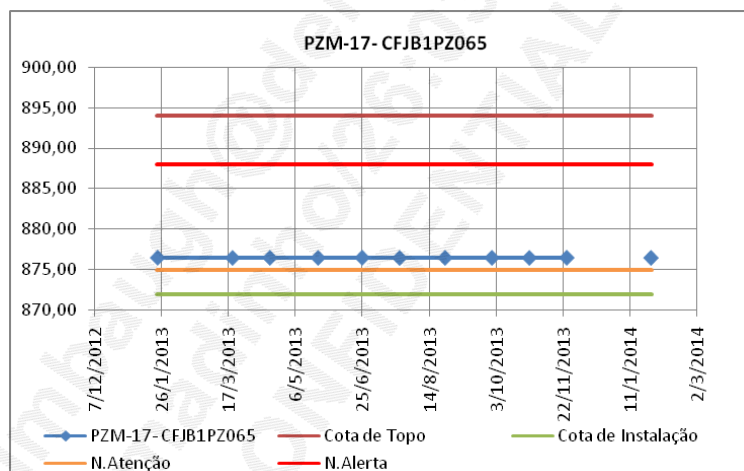
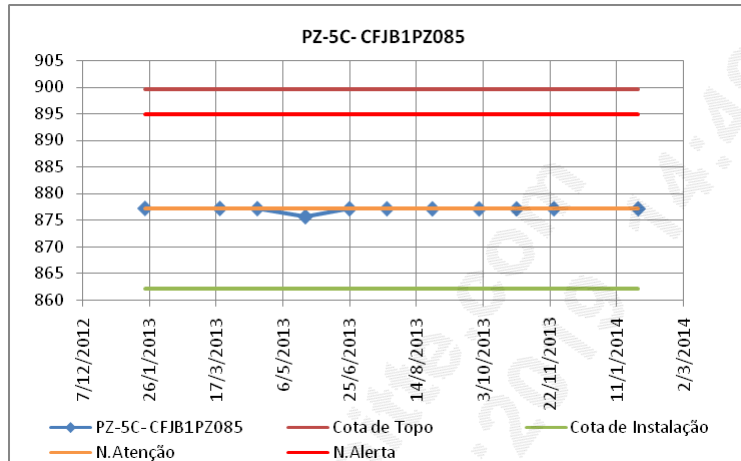
Nº PIMENTA DE ÁVILA

41/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-





**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**

**AUDITORIA TÉCNICA DE
SEGURANÇA – FASE V**

TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

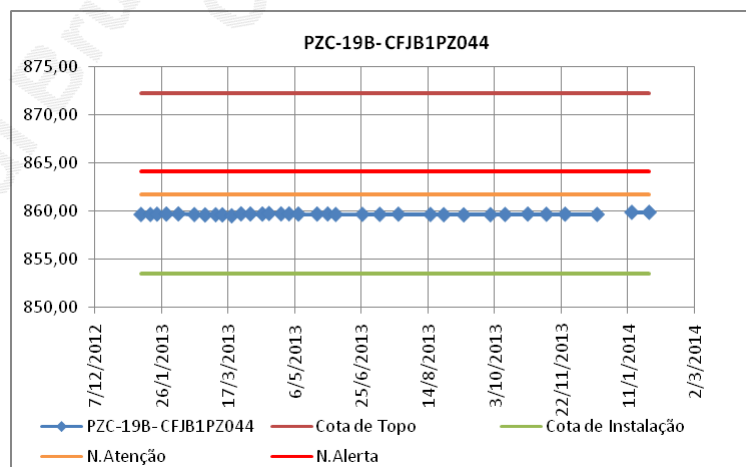
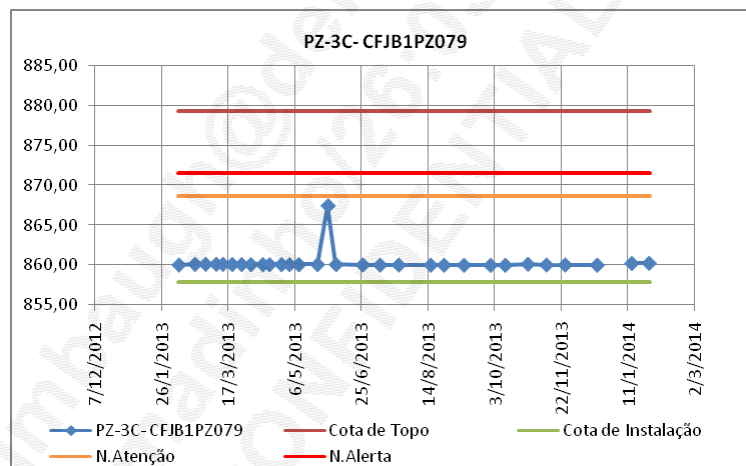
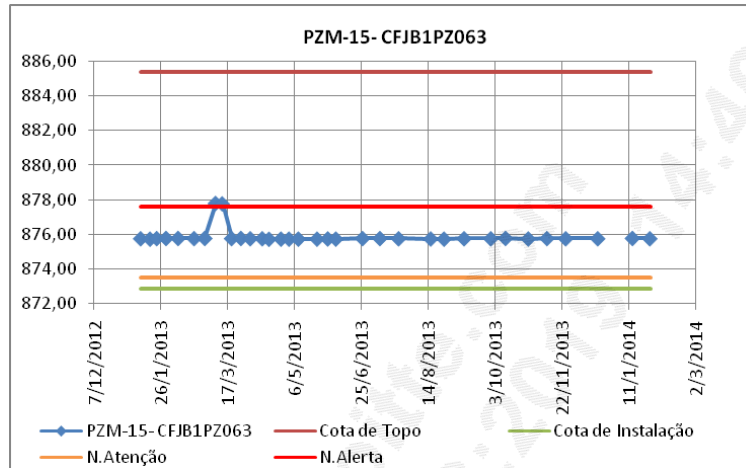
Nº PIMENTA DE ÁVILA

42/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-



TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

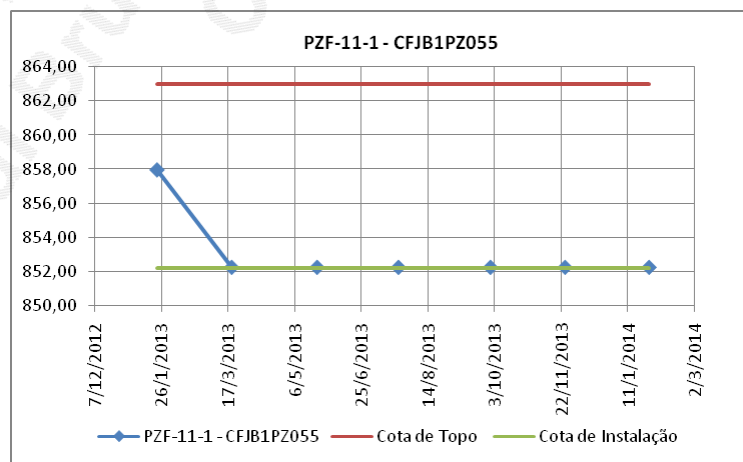
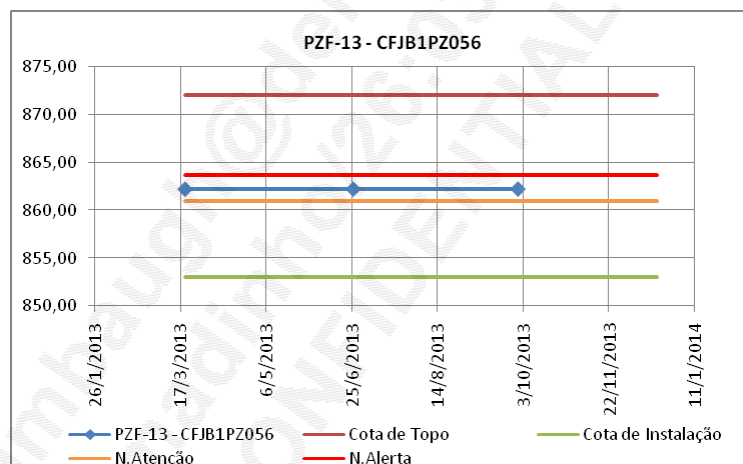
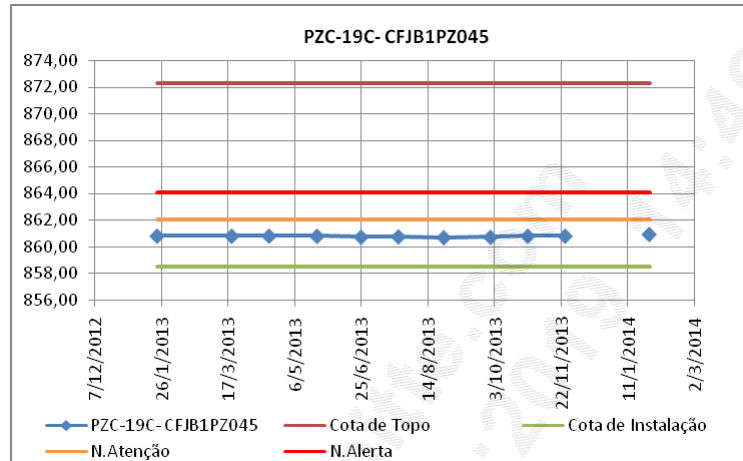
Nº PIMENTA DE ÁVILA

43/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-



Notas:

- Os instrumentos INA-28 (CFJB1NA035), PZC-30 (CFJB1PZ076), PZ-43C (CFJB1PZ031), PZ-33C (CFJB1PZ021) e PZM-14 (CFJB1PZ062) permaneceram secos durante todo o período monitorado;
- Os instrumentos 10º alteamento já foram instalados.

Análise Instrumentação – Barragem I – Seção 5



TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

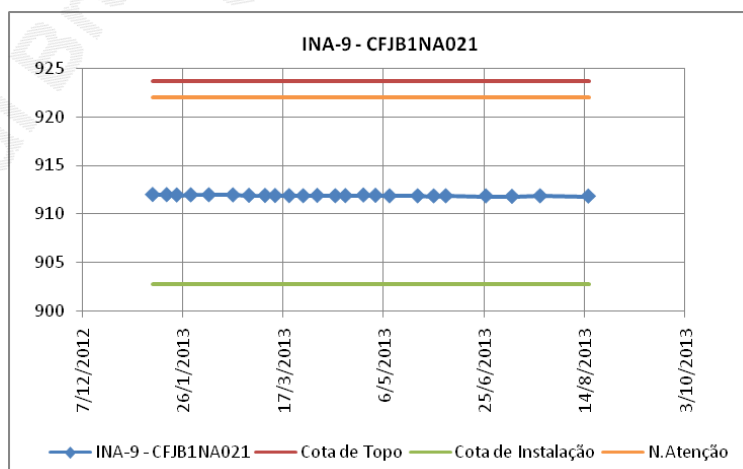
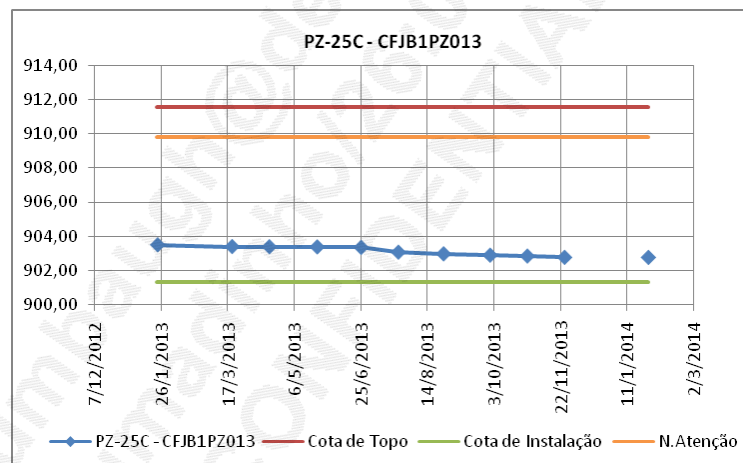
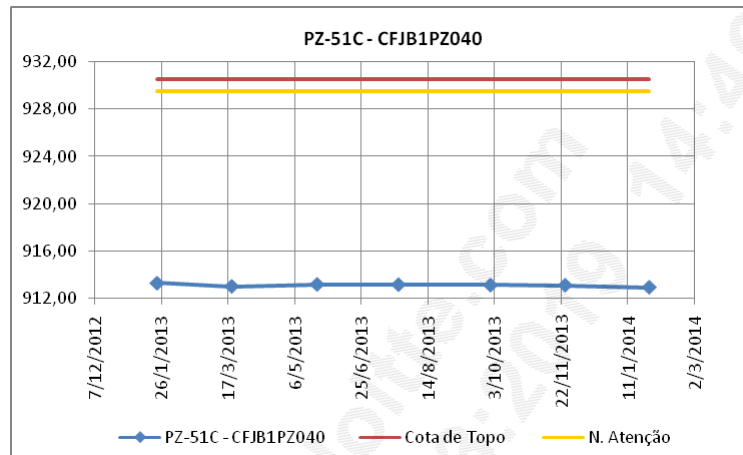
Nº PIMENTA DE ÁVILA

44/49

RD-375-RL-37368-00

REV.

-





**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**

**AUDITORIA TÉCNICA DE
SEGURANÇA – FASE V**

TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

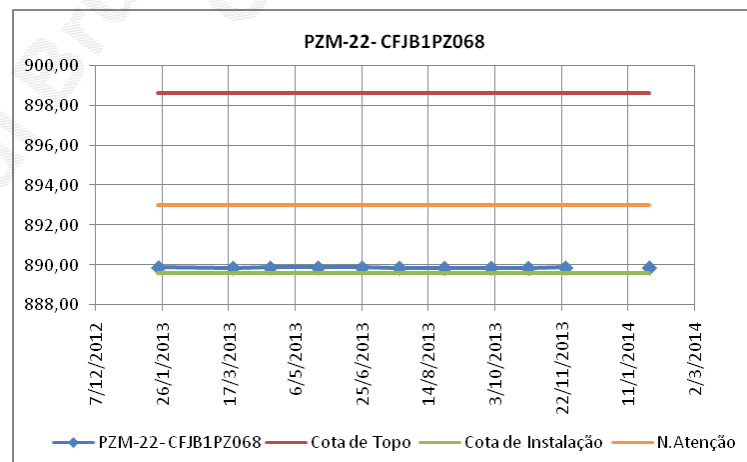
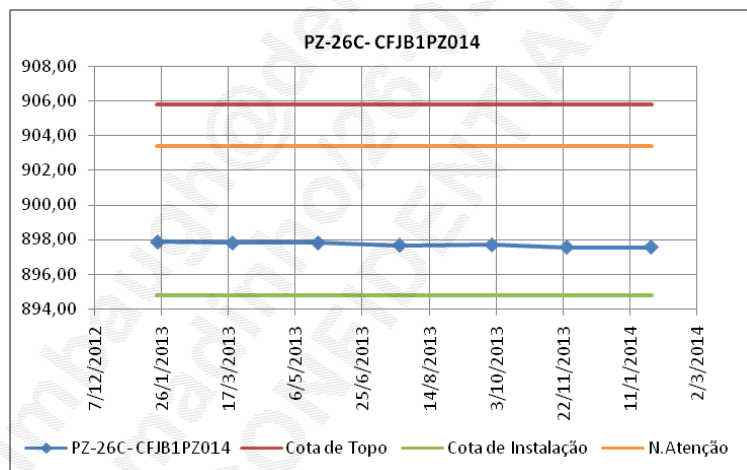
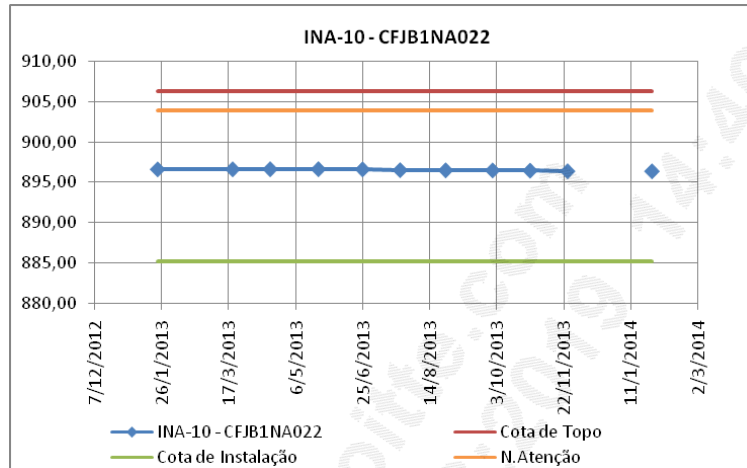
Nº PIMENTA DE ÁVILA

45/49

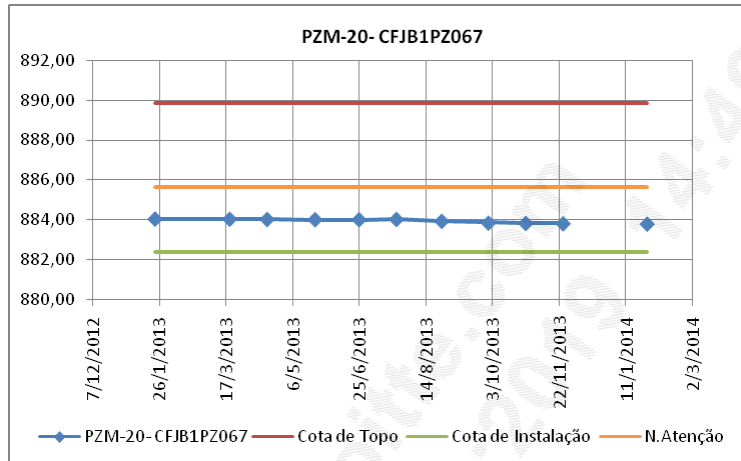
RD-375-RL-37368-00

REV.

-



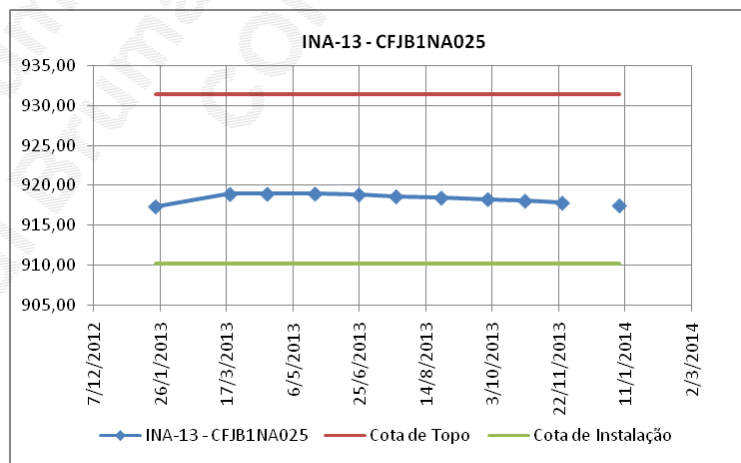
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014	Nº VALE	PÁGINA 46/49
	Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -



Notas:

- Os instrumentos INA-26 (CFJB1NA036), PZC-31 (CFJB1PZ077), PZ-54C (CFJB1PZ043), PZ-46C (CFJB1PZ035), PZ-45C-1 (CFJB1PZ034), PZ-36C (CFJB1PZ024), PZ-35C (CFJB1PZ023), INA-23 (CFJB1NA030), PZC-25 (CFJB1PZ052) e PZF-19 (CFJB1PZ057) permaneceram secos durante todo o período monitorado;
- Os instrumentos 10º alteamento já foram instalados.

Análise Instrumentação – Barragem I – Seção 6



TÍTULO
COMPLEXO PARAÓPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

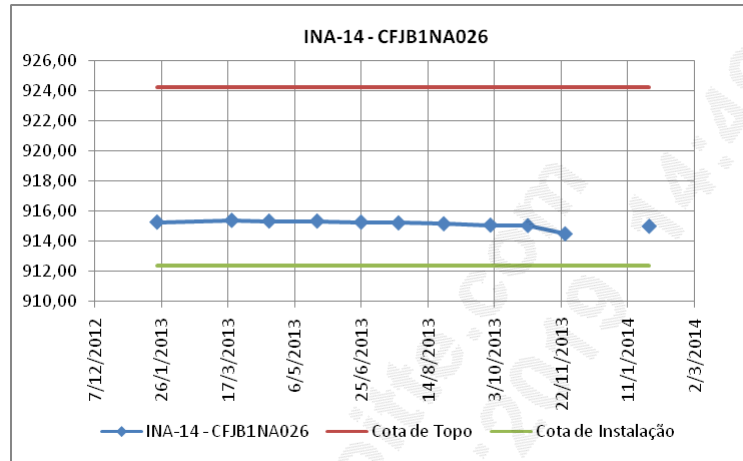
47/49

Nº PIMENTA DE ÁVILA

REV.

RD-375-RL-37368-00

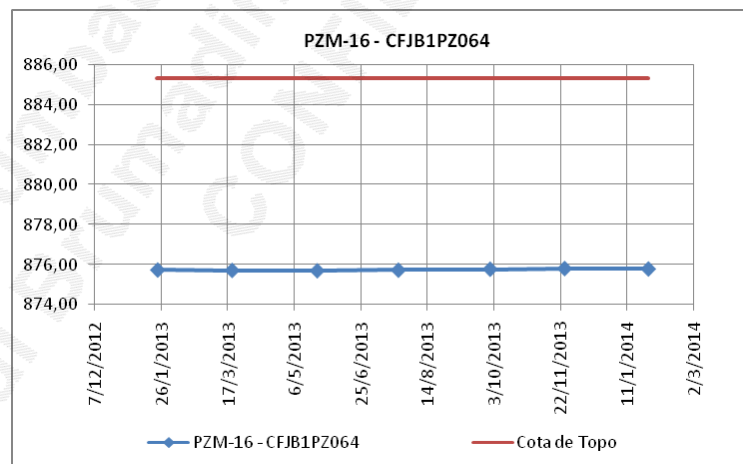
-



Notas:

1. Os instrumentos INA-30 (CFJB1NA037) e PZC-32 (CFJB1PZ078) permaneceram secos durante todo o período monitorado;
2. Os instrumentos 10º alteamento já foram instalados.

Análise Instrumentação – Barragem I – Instrumentos entre as Seções 3 e 4



TÍTULO
COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO
BARRAGEM I
RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014
LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014

Nº VALE

PÁGINA

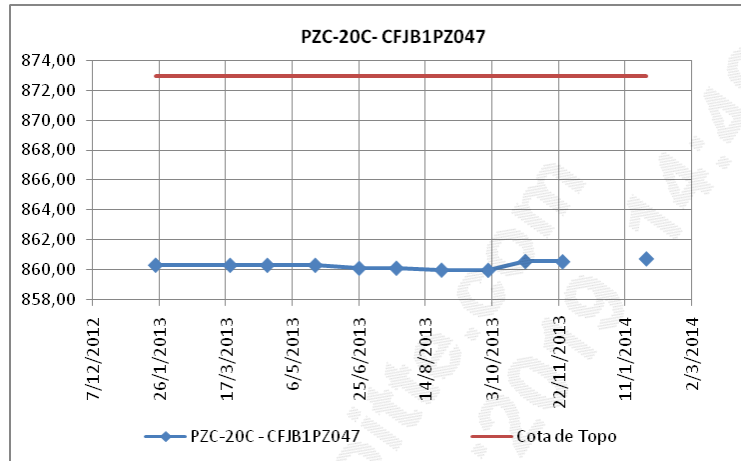
Nº PIMENTA DE ÁVILA

48/49

REV.

RD-375-RL-37368-00

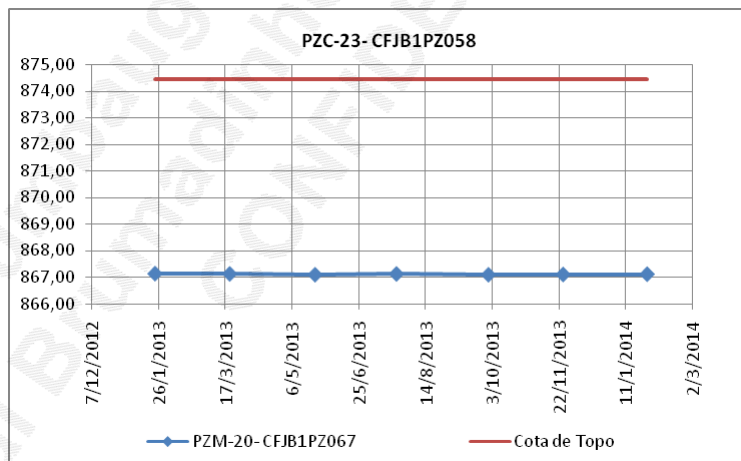
-



Notas:

1. O instrumento PZC-20B (CFJB1PZ046) permaneceu seco durante todo o período monitorado;

Análise Instrumentação – Barragem I – Instrumentos entre as Seções 4 e 5



	PIMENTA DE AVILA CONSULTORIA LTDA	AUDITORIA TÉCNICA DE SEGURANÇA – FASE V	
TÍTULO COMPLEXO PARAPEBA – MINA CÓRREGO DO FEIJÃO BARRAGEM I RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA REGULAR/2014 LAUDO TÉCNICO DE SEGURANÇA DE BARRAGEM / 2014		Nº VALE	PÁGINA 49/49
		Nº PIMENTA DE ÁVILA RD-375-RL-37368-00	REV. -

ANEXO B – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

CARACTERÍSTICAS DO DOCUMENTO																							
Título do Documento: Complexo Paraopeba – Mina Córrego do Feijão – Barragem I – Relatório de Inspeção de Segurança Regular / 2014 – Laudo Técnico de Segurança de Barragem / 2014																							
DENOMINAÇÃO MAGNÉTICA																							
Pimenta de Ávila											Cliente												
RD-375-RL-37368-00																							
APÊNDICES/ ANEXOS																							
Descrição											Código Magnético												
											Pimenta de Ávila					Cliente							
Anexo A – Análise da Instrumentação											-					-							
Anexo B – Anotação de Responsabilidade Técnica											-					-							
Instruções para preenchimento do quadro abaixo.																							
Revisão 0A: Marcar o número total de páginas do documento.																							
A partir da revisão 0B:																							
* SEM REPAGINAÇÃO: Marcar somente a folha que sofreu alteração de conteúdo técnico.																							
* COM REPAGINAÇÃO: Marcar a folha que sofreu alteração de conteúdo técnico e todas posteriores a esta.																							
Rev.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Rev.	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Pag.	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Pag.	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
01	x	x										02	x	x									
03	x	x										04	x	x									
05	x	x										06	x	x									
07	x	x										08	x	x									
09	x	x										10	x	x									
11	x	x										12	x	x									
13	x	x										14	x	x									
15	x	x										16	x	x									
17	x	x										18	x	x									
19	x	x										20	x	x									
21	x	x										22	x	x									
23	x	x										24	x	x									
25	x	x										26	x	x									
27	x	x										28	x	x									
29	x	x										30	x	x									
31	x	x										32	x	x									
33	x	x										34	x	x									
35	x	x										36	x	x									
37	x	x										38	x	x									
39	x	x										40	x	x									
41	x	x										42	x	x									
43	x	x										44	x	x									
45	x	x										46	x	x									
47	x	x										48	x	x									
49	x	x										50											

**PIMENTA DE AVILA
CONSULTORIA LTDA**

Rev.	Data	Emissor	Verificador	Descrição das Revisões
0A	07/08/14	CBG	JB	Emissão para comentários do cliente
00	01/09/14	LHE	JB	Documento aprovado
Nome do Aprovador <i>Joaquim Pimenta de Ávila</i>			Assinatura do Aprovador	

bcrumbaugh@deloitte.com
Portal Brumadinho/26:03:2019 14:46
CONFIDENTIAL