



## PROCEDIMENTO DE MONITORAMENTO E LEITURA DE INSTRUMENTAÇÃO DE BARRAGENS – EIXO LESTE

### QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

<b>Código do Documento:</b>	2206-PCD-2101-50-07-001-R01			
<b>Título do Relatório:</b>	Procedimento de Monitoramento e Leitura de Instrumentação de Barragens – Eixo Leste			
<b>Aprovação Inicial por:</b>	Jivaldo Vieira Santos			
<b>Data da Aprovação Inicial:</b>	02/04/2018			
<b>Controle de Revisões</b>				
Revisão n°:	Natureza	Aprovação		
		Data	Nome	Rubrica
01	Revisão	30/07/2018	Jivaldo Vieira Santos	
00	Emissão inicial	02/04/2018	Jivaldo Vieira Santos	



<b>Título:</b> <b>Procedimento de Monitoramento e Leitura de Instrumentação de Barragens – Eixo Leste</b>																				<b>N.º:</b> <b>2206-PCD-2101-50-07-001-R01</b>										<b>Folha:</b> <b>1/1</b>						
FI/Re	0	1	2	3	4	FI/Re	0	1	2	3	4	FI/Re	0	1	2	3	4	FI/Re	0	1	2	3	4	FI/Re	0	1	2	3	4	FI/Re	0	1	2	3	4	
1	X	X				47						93						139						185							231					
2	X	X				48						94						140						186							232					
3	X	X				49						95						141						187							233					
4	X	X				50						96						142						188							234					
5	X	X				51						97						143						189							235					
6	X	X				52						98						144						190							236					
7	X	X				53						99						145						191							237					
8	X	X				54						100						146						192							238					
9	X	X				55						101						147						193							239					
10	X	X				56						102						148						194							240					
11	X	X				57						103						149						195							241					
12	X	X				58						104						150						196							242					
13		X				59						105						151						197							243					
14		X				60						106						152						198							244					
15		X				61						107						153						199							245					
16		X				62						108						154						200							246					
17		X				63						109						155						201							247					
18		X				64						110						156						202							248					
19		X				65						111						157						203							249					
20		X				66						112						158						204							250					
21		X				67						113						159						205							251					
22		X				68						114						160						206							252					
23		X				69						115						161						207							253					
24		X				70						116						162						208							254					
25		X				71						117						163						209							255					
26		X				72						118						164						210							256					
27		X				73						119						165						211							257					
28						74						120						166						212							258					
29						75						121						167						213							259					
30						76						122						168						214							260					
31						77						123						169						215							261					
32						78						124						170						216							262					
33						79						125						171						217							263					
34						80						126						172						218							264					
35						81						127						173						219							265					
36						82						128						174						220							266					
37						83						129						175						221							267					
38						84						130						176						222							268					
39						85						131						177						223							269					
40						86						132						178						224							270					
41						87						133						179						225							271					
42						88						134						180						226							272					
43						89						135						181						227							273					
44						90						136						182						228							274					
45						91						137						183						229							275					
46						92						138						184						230							276					
01	30/07/18					Ornaldo Sergio Freitas					J	Jivaldo Vieira Santos					Revisão																			
00	02/04/18					Raphael Henrique C. Davi					J	Jivaldo Vieira Santos					Emissão Inicial																			
Rev.	Data					Por					Em.	Aprov.					Descrição das revisões																			
<b>TIPO DE EMISSÃO</b>																																				
(A) Preliminar										(E) Para Construção										(I) de Trabalho																
(B) Para Aprovação										(F) Conforme Comprado										(J) Pré-Operação																
(C) Para Conhecimento										(G) Conforme Construído										( )																
(D) Para Cotação										(H) Cancelado										( )																

CONSÓRCIO OPERADOR								
Data	Elaborado	Visto	Data	Verificado	Visto	Data	Aprovado	Visto
30/07/2018	Raphael Henrique		30/07/2018	Ornaldo freitas		30/07/2018	Jivaldo Vieira Santos	
Identificação: 2206-PCD-2101-50-07-001-R01			Contrato Administrativo 29/2017-MI					Revisão
Procedimento de Monitoramento e Leitura de Instrumentação de Barragens – Eixo Leste				Ministério da Integração Nacional				01

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>1. OBJETIVO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA .....</b>	<b>6</b>
<b>3. MONITORAMENTO DAS BARRAGENS POR INSTRUMENTAÇÃO .....</b>	<b>7</b>
3.1 MONITORAMENTO POR PIEZÔMETROS .....	7
3.2 MONITORAMENTO POR MEDIDORES DE VAZÃO.....	8
3.3 MONITORAMENTO POR MEDIDORES DE DESLOCAMENTO SUPERFICIAL.....	10
3.4 MONITORAMENTO POR MEDIDORES MAGNETICOS DE RECALQUE (MMR). ....	11
3.5 MONITORAMENTO POR RÉGUAS LIMNIMÉTRICAS .....	12
3.6 FREQUÊNCIA DE LEITURAS E QUANTIDADE DE INSTRUMENTOS EM FUNCIONAMENTO.....	12
3.7 VALORES DE REFERÊNCIA.....	13
3.8 TRATAMENTO E ENCAMINHAMENTO DAS INFORMAÇÕES.....	14
<b>4. RECURSOS HUMANOS.....</b>	<b>16</b>
<b>5. EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS .....</b>	<b>16</b>
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>17</b>

## INTRODUÇÃO

No que diz respeito à segurança de barragens, a instrumentação trata-se do conjunto de dispositivos instalados nas estruturas das barragens e em suas fundações objetivando monitorar seu desempenho através de medições de parâmetros, cujos resultados, devidamente analisados e interpretados, servirão para avaliar suas condições de segurança.

### 1. OBJETIVO

Neste procedimento serão apresentados os tipos de instrumentos utilizados para monitoramento dos parâmetros de segurança das barragens, assim como seu funcionamento e aplicação na avaliação das condições de segurança das mesmas.

As diretrizes apresentadas neste procedimento, aplica-se as barragens do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)

### 2. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA

As barragens que compõem o projeto PISF no eixo leste, estão listadas no **Quadro 2.1** apresentado a seguir:

BARRAGENS E RESERVATÓRIOS	WBS
Barragem Areias	2104
Barragem Braúnas	2105
Barragem Mandantes	2106
Barragem Salgueiro	2107
Barragem Muquém	2108
Barragem Cacimba Nova	2109
Barragem Bagres	2110
Barragem Copiti	2111
Barragem Moxotó	2112
Barragem Barreiros	2113
Barragem de Campos	2114
Barragem Barro Branco	2115

**Quadro 2.1 – Apresentação e indicação das barragens do PISF (Eixo Leste).**

### 3. MONITORAMENTO DAS BARRAGENS POR INSTRUMENTAÇÃO

O monitoramento das barragens por instrumentação consiste na utilização de aparelhos projetados para identificar e registrar parâmetros que servirão como base para análise e avaliação da segurança das barragens. O **Quadro 3.1** apresentado a seguir, mostra os aparelhos utilizados para o monitoramento por instrumentação das barragens do PISF, eixo leste.

APARELHOS DE INSTRUMENTAÇÃO
Régua Limnimétrica
Piezômetro
Marcos superficiais
Medidor de vazão
Medidor de recalque

**Quadro 3.1 – Aparelhos utilizados para instrumentação nas barragens do PISF – Eixo Leste.**

#### 3.1 MONITORAMENTO POR PIEZÔMETROS

Os Piezômetros utilizado para a instrumentação nas barragens do PISF no eixo leste, são do tipo Casagrande. Têm como características utilização de um tubo de PVC, cuja parte inferior, denominado bulbo (em torno de 1m acima da extremidade) é perfurada e protegida com uma manta de geotêxtil do tipo bidim, instalado em um furo vertical preenchido por areia em volta da parte inferior perfurada, e por um selo de argila pouco permeável acima da areia, de modo a permitir a equalização da pressão d'água dentro do tubo com a pressão neutra no maciço em torno do bulbo.

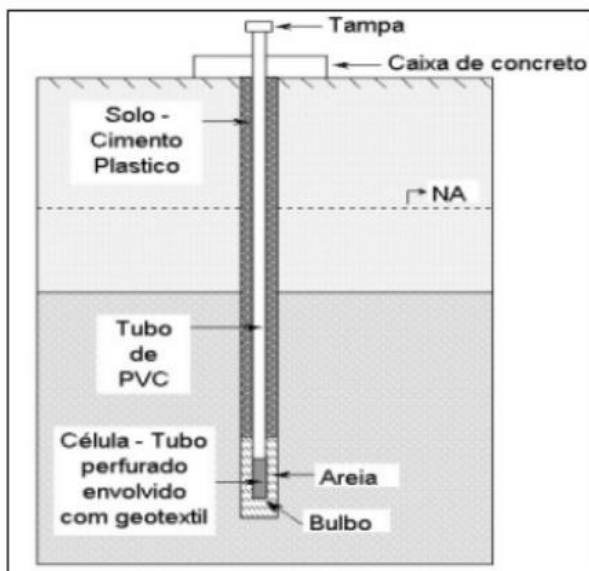
A leitura é feita por um sensor elétrico acoplado a um cabo graduado que mede a profundidade do nível d'água (NA) em relação à boca do tubo. A cota do nível piezométrico é obtida subtraindo a profundidade medida, da cota da boca do tubo.

O procedimento de leitura deve seguir ao seguinte rito:

- O técnico de medição deve abrir a caixa de proteção do piezômetro e observar se não existe nada anormal no seu interior, como água empossada ou sinal de vandalismo;
- Abrir o cap de pvc que dar acesso ao interior do piezômetro;
- Introduzir o sensor elétrico na parte interna do pvc, acoplado ao sensor existe um cabo graduado em centímetro, o comprimento deste cabo varia de acordo com a profundidade de instalação do piezômetro.
- O sensor ao atingir a água ele emitirá um alarme sonoro, identificando o nível da água, o técnico deverá fazer a anotação do comprimento total lido no cabo graduado com precisão de milímetro, na planilha de leitura apropriada.

- O técnico deverá continuar a introdução do sensor até o fundo do piezômetro para simples conferência.
- O técnico deverá observar as condições climáticas de chuva ou sol.

A **Figura 3.1** a seguir representa o esquema de funcionamento de um piezômetro utilizado nas barragens do PISF, eixo leste.



**Figura 3.1 – Instrumento Piezômetro utilizado no monitoramento por instrumentação, nas barragens do PISF- Eixo Leste.**

### 3.2 MONITORAMENTO POR MEDIDORES DE VAZÃO

Os medidores de vazão constituem um dos parâmetros de correlação direta com a análise do desempenho de uma barragem. Com efeito, as características de locação, quantidade e qualidade da água de percolação ao longo da barragem ou da sua fundação e, particularmente, variações bruscas destas características, podem indicar problemas associados à obstrução dos drenos, erosão interna e aumento de poropressões. Isto é particularmente evidente na fase operacional, a partir da caracterização dos valores de referência das vazões de percolação.

O procedimento típico para a medida de vazões consiste em promover a concentração do fluxo em caixas ou galerias de concreto, às quais se incorporam vertedores de seção triangular, trapezoidal ou calhas Parshall. A Figura 3.2 a seguir detalha a representação de um medidor de vazão utilizado no PISF, eixo leste.



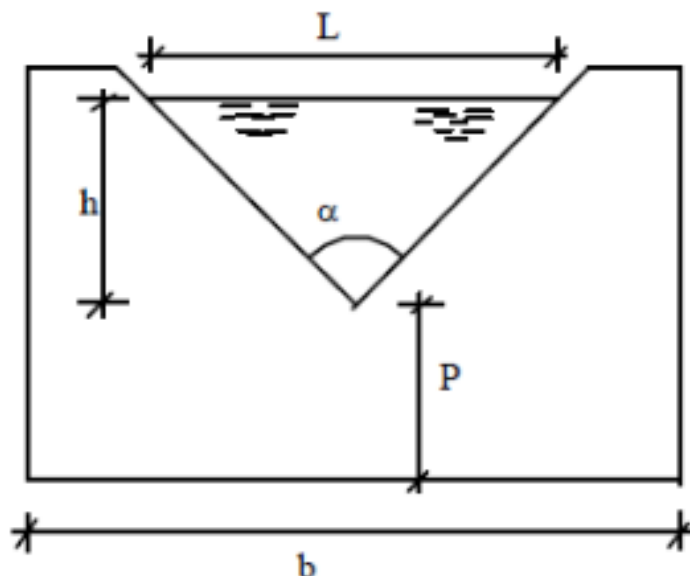


Figura 3.2 – Medidor de vazão tipo vertedor triangular utilizado no monitoramento por instrumentação, nas barragens do PISF- Eixo Leste.

As fórmulas mais utilizadas para o cálculo da vazão ( $m^3/s$ ) para medidor com vértice de  $90^\circ$  são as seguintes:

- Thompson –  $Q = 1,40 \cdot h^{5/2}$ , h em metros;
- Gouley e Crimp -  $Q = 1,32 \cdot h^{2,48}$ , h em metros.

H (m)	Q(l/s)	H (m)	Q(l/s)
0,03	0,14	0,12	6,98
0,04	0,42	0,13	8,54
0,05	0,80	0,14	10,25
0,06	1,24	0,15	12,19
0,07	1,81	0,16	14,33
0,08	2,52	0,17	16,70
0,09	3,39	0,18	19,20
0,10	4,44	0,19	22,00
0,11	5,62	0,20	25,00

Quadro 3.2 – valores de vazão para vertedores triangulares isósceles com formula de Thompson.

O procedimento de leitura deve seguir ao seguinte rito:

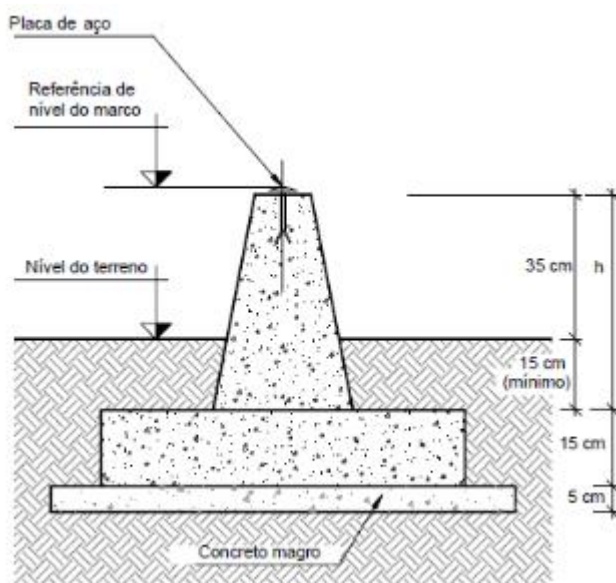
- O técnico de medição deve observar se não existe nada anormal no seu interior da caixa de medição, como obstrução do fluxo, desvio do mesmo ou sinal de vandalismo;
- A leitura deve ser feita com ajuda de uma régua metálica de aproximadamente 50cm e devidamente graduada por unidade de centímetro. O técnico deverá colocar o ponto 0 da régua no vértice inferior do “V” do medidor e ler o nível da água “H” que verte em centímetro.

- O técnico deverá fazer a anotação do “H” lido na régua com precisão de centímetro, na planilha de leitura apropriada e com ajuda do quadro 3.2 determinar a vazão.
- O técnico deverá observar as condições climáticas de chuva ou sol.

### 3.3 MONITORAMENTO POR MEDIDORES DE DESLOCAMENTO SUPERFICIAL.

Para o monitoramento dos deslocamentos superficiais são feitos por marcos de superfície, que são instrumentos destinados à determinação dos deslocamentos verticais (e também horizontais) dos maciços da barragem. Tipicamente, os marcos superficiais são construídos com vergalhões de aço CA-50, com diâmetro de 1.1/2” e 1,1 m de comprimento. Na parte superior do vergalhão é instalada uma semi-esfera de 15 mm de diâmetro. Esta estrutura é então chumbada com um bloco de concreto, servindo como base, nas regiões da crista, bermas e talude de jusante.

Os deslocamentos são medidos de forma bastante simples, através de levantamentos topográficos periódicos, em relação a marcos fixos (marcos de referência) instalados em locais ou pontos indeformáveis, fora da região de influência da barragem. A Figura 3.3 a seguir apresenta o arranjo esquemático de um marco superficial utilizado nas barragens do PISF, no eixo leste.



**Figura 3.3 – Marco superficial utilizado nas barragens do PISF- Eixo Leste.**

O procedimento de leitura deve seguir ao seguinte rito:

- A equipe de topografia deverá observar se os marcos de referência e os marcos superficiais não existem nada anormais, sinais de movimento ou sinal de vandalismo;
- A partir dos marcos de referência, a equipe de topografia realizará a leitura dos marcos superficiais, com precisão de milímetros, através de uma estação total;
- O topógrafo deverá fazer a anotação da cota do marco superficial, na planilha de leitura apropriada.

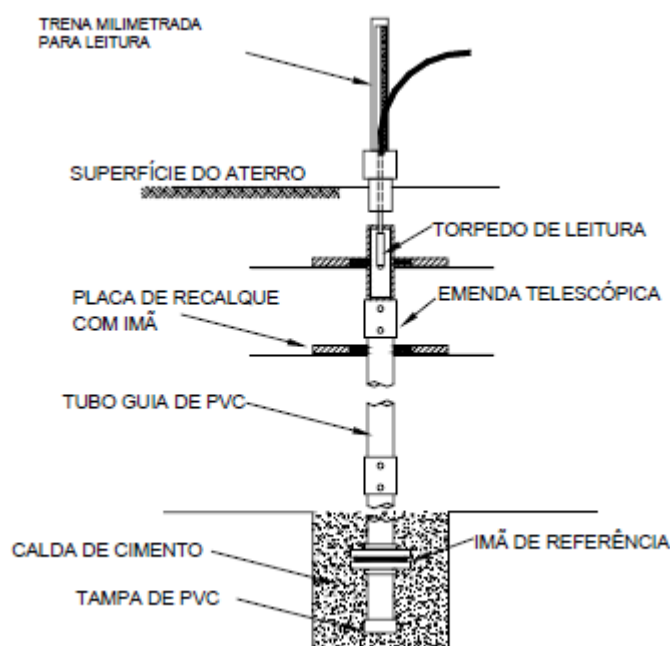
### 3.4 MONITORAMENTO POR MEDIDORES MAGNÉTICOS DE RECALQUE (MMR).

Os medidores magnéticos de recalque (MMR) são constituídos por um conjunto de placas dotadas de orifício na posição central e de um ímã permanente tipo ferrite. Estas placas são dispostas ao longo de um tubo de PVC vertical, com emendas telescópicas, conforme ilustrado na **Figura 3.4**.

O sensor utilizado para realizar as leituras desce ao longo do tubo de PVC, suspenso por uma trena milimetrada. Ao atingir a posição do ímã de uma placa, o campo magnético aciona um contato existente dentro do sensor. Esta condição é percebida pelo leitorista através do deslocamento do ponteiro de um galvanômetro, ou de sinal sonoro emitido por um circuito apropriado.

Cada placa com ímã fornece em geral duas posições de leitura, uma logo acima e outra logo abaixo da placa. Pode-se optar pelo uso do ponto superior ou do inferior, ou ainda por ambos, adotando-se neste caso a média das duas leituras. As medições da posição do sensor são sempre referidas à posição do ímã de referência (indeslocável) na base do tubo.

As principais vantagens do MMR são: a facilidade de construção, de instalação e de manutenção (eventuais reparos); baixo custo; durabilidade e não limitação do número de placas.



**Figura 3.4 – Medidor Magnético de Recalque (MMR) utilizado nas barragens do PISF- Eixo Leste.**

O procedimento de leitura deve seguir ao seguinte rito:

- O técnico de medição deve abrir a caixa de proteção do piezômetro e observar se não existe nada anormal no seu interior, como água empossada ou sinal de vandalismo;
- Abrir o cap de pvc que dar acesso ao interior do MMR;

- Introduzir o sensor elétrico na parte interna do pvc, acoplado ao sensor existe um cabo graduado em milímetro, o comprimento deste cabo varia de acordo com a profundidade de instalação do MMR.
- O sensor ao atingir a placa imantada ele emitirá um alarme, identificando o nível de leitura daquela placa, o técnico deverá fazer a anotação do comprimento total lido no cabo graduado com precisão de milímetro, na planilha de leitura apropriada. O procedimento se repete para as duas placas restantes de cada MMR.
- O técnico deverá observar as condições climáticas de chuva ou sol.

### **3.5 MONITORAMENTO POR RÉGUAS LIMNIMÉTRICAS**

As réguas limnimétricas serão instaladas no talude de montante da barragem, na torre de controle do descarregador de fundo, possibilitando a leitura visual do nível do reservatório e no vertedouro de medição de vazão da bacia de dissipação do decantador.

A escala deverá possuir marcas indelévels visíveis a olho nu, com graduação que permita ler variações de níveis de 10 cm.

O procedimento de leitura deve seguir ao seguinte rito:

- O técnico de medição deve observar se não existe nada anormal, como deslocamento do equipamento ou sinal de vandalismo;
- O técnico deverá fazer a leitura apenas lendo diretamente o nível d'água na escala da régua existente. O técnico deverá fazer a anotação do nível lido com precisão de centímetro, na planilha de leitura apropriada.
- O técnico deverá observar as condições climáticas de chuva ou sol.

### **3.6 FREQUÊNCIA DE LEITURAS E QUANTIDADE DE INSTRUMENTOS EM FUNCIONAMENTO**

A frequência de leituras a ser adotada para a instrumentação deve ser estabelecida em função das características específicas do empreendimento.

Relativamente à frequência, recomenda-se que a mesma deva ser reavaliada ao longo do tempo, já que existirá um maior número de registros para a análise do empreendimento como um todo.

Para o início das leituras dos equipamentos existentes nas barragens do PISF, será adotado as frequências indicadas no quadro 5.1 abaixo, onde os principais instrumentos de monitoramento, e as frequências de leituras sugeridas, de acordo com a situação específica de cada barragem.

**Quadro 5.2 – Frequência de Leituras dos Principais Instrumentos de Monitoramento**

INSTRUM./ATIVIDADE	SITUAÇÃO			
	NORMAL	ATENÇÃO	ALERTA	EMERGÊNCIA
Marcos superficiais (MS)	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
Medidores magnético de recalque (MMR)	Mensal	Mensal	Mensal	Mensal
Piezômetro	Quinzenal	Semanal	2 x Semana	3 x Semana
Medidor de N.A	Quinzenal	Semanal	2 x Semana	3 x Semana
Vazão de infiltração	Quinzenal	Semanal	2 x Semana	3 x Semana

### 3.7 VALORES DE REFERÊNCIA

Para melhor interpretação e acompanhamento dos dados de instrumentação das estruturas, é fundamental se dispor de valores de referência. Estes valores de referência estabelecidos, servirão de base para a equipe de medição avaliar as condições das leituras dos instrumentos.

Para a obtenção destes valores de referência, a projetista deverá apresentar estudos de retro análise com os dados das leituras dos instrumentos de medição instalados. Esta avaliação é importante, pois considera informações do comportamento estrutural observado, o que permite comparações com os parâmetros de projeto e/ou com estudos paramétricos, considerados valores aceitos para este tipo de estrutura. Salienta-se que nem todos os parâmetros de projeto poderão estar disponíveis com exatidão, o que não deve impedir a estimativa racional destes valores.

Estes valores calculados deverão ser conservadores e serão utilizados para identificar um comportamento não esperado da estrutura.

Para a uma futura reavaliação dos valores de referência dos instrumentos instalados nas estruturas e nas fundações, deverão ser estabelecidos os valores com base nos gráficos de evolução dos dados. Esta avaliação deverá se basear em informações da evolução do comportamento observado ao longo do tempo, e deverá ser considerada qualquer variação significativa que vier a ocorrer, pois poderá ser indicativa de uma mudança de comportamento da estrutura que haverá de ser avaliada nas suas causas e possíveis consequências.

A partir do momento em que estes valores são atingidos e/ou ultrapassados, deve-se acionar a equipe de avaliação da instrumentação. Esta deverá analisar a possível causa da alteração das leituras (nível do reservatório, infiltração, variações de temperatura etc.) e deverá realizar uma análise global dos instrumentos instalados, avaliando o funcionamento e a concordância dos mesmos.

Neste caso também deverá ser acionada a equipe de inspeção para identificar e avaliar o possível problema, bem como executar as ações reparadoras. No caso da não identificação do problema e/ou soluções, e ainda ficar caracterizada a evolução contínua do problema, deve-se solicitar uma inspeção emergencial que, por sua vez, constatará a necessidade de tomar medidas externas (acionar o Plano de Ação Emergencial).



Os níveis de referência das barragens do PISF eixo leste estão apresentados no anexo deste relatório.

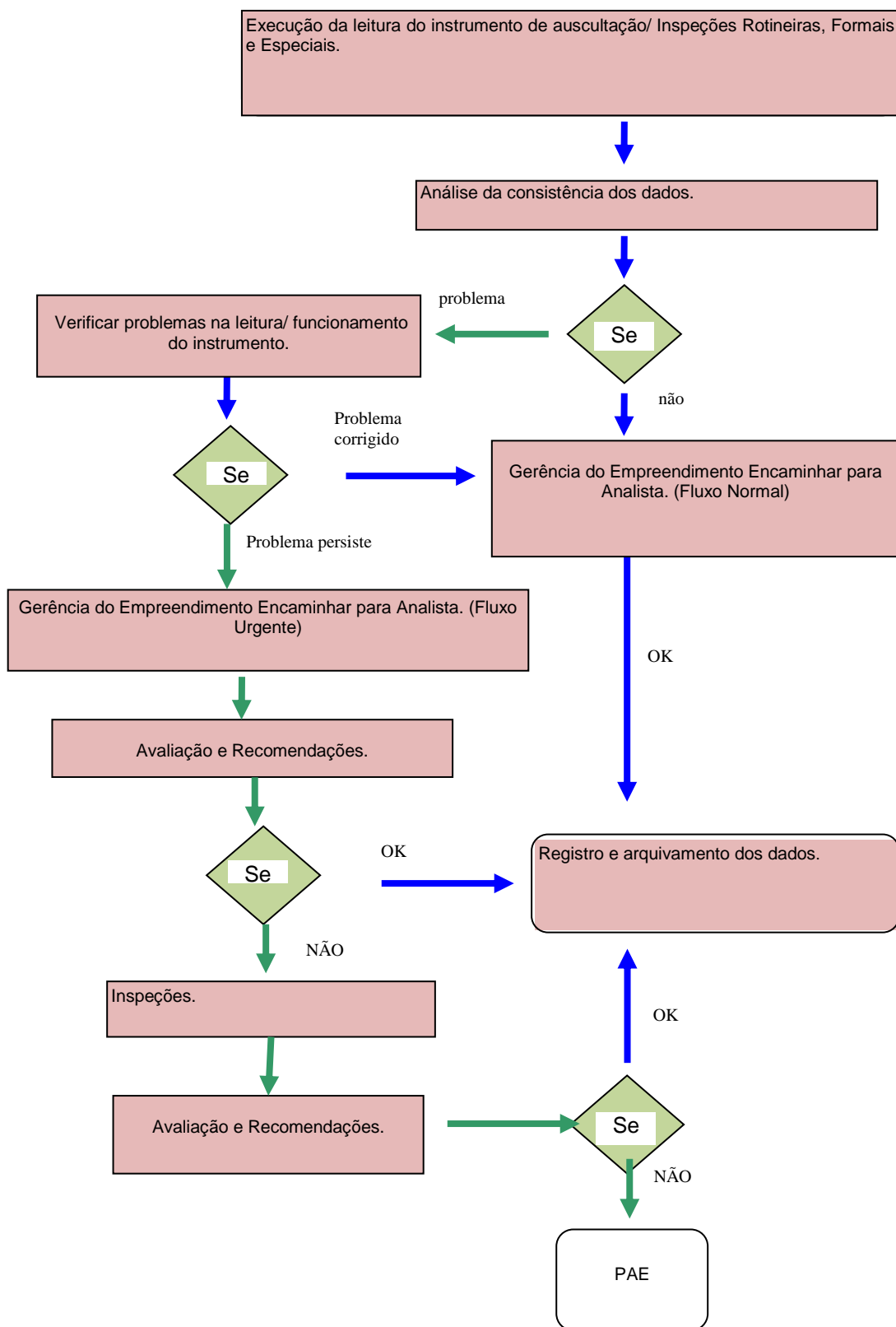
### **3.8 TRATAMENTO E ENCAMINHAMENTO DAS INFORMAÇÕES**

Para que o tratamento e encaminhamento das informações obtidas na análise da instrumentação sejam eficazes, as seguintes medidas devem ser tomadas:

- No caso de serem detectadas anomalias na interpretação dos dados de instrumentação, os mesmos deverão ser analisados, avaliando os possíveis desdobramentos. Estes poderão ser informativos, instruções de recuperação, manutenção, ou necessidade de inspeções emergenciais.
- Averiguando a necessidade de inspeções especiais ou emergenciais, estas devem ser realizadas por profissionais especializados e/ou consultores. A partir das conclusões obtidas, os responsáveis pelo empreendimento, a Diretoria de Operações do MI, determinará medidas à gerência regional do empreendimento, para medidas corretivas. Caso estas medidas tomadas não sejam suficientes, poderá ser acionado o Plano de Ação Emergencial. O nível de acionamento deste plano (atenção, alerta e emergência) estará ligado à gravidade da ocorrência.

Na página seguinte, apresenta-se um fluxograma de tratamento e encaminhamento das informações.

**Figura 5.3.1 - Fluxograma – Fluxo de tratamento e encaminhamento das informações.**



#### 4. RECURSOS HUMANOS

Para a execução dos serviços de monitoramento por instrumentação, a mão de obra utilizada, está apresentada no Quadro 4.1 abaixo:

Função	Quantidade	Setor
Engenheiro Sênior-Coordenador	01	Coordenação
Técnico Adm.	01	Coordenação
Inspetor Engenheiro civil/geotécnico	01	Leste
Técnico Pleno (leitura de equipamentos)	01	Leste
Topógrafo	01	Leste
Auxiliar de Topografia	02	Leste

**Quadro 4.1 – Distribuição de mão de obra por equipe – Eixo Leste – PISF.**

#### 5. EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS

Os equipamentos e ferramentas necessários para a execução desta atividade, são as apresentadas no **Quadro 5.1** a seguir:

Equipamento	Quantidade
Câmera fotográfica - tipo digital	01
Material de escritório, papel, pastas, etc.	01
Automóvel - tipo caminhoneta cabine dupla, diesel	01
Estação total tipo leica Ts-06 R500	01
GPS – Tipo manual Garmin	01
Instrumento de medição para o monitoramento	01
Trena aferida de 20 m.	01

**Quadro 5.1 – Apresentação dos equipamentos e ferramentas utilizados nas atividades de monitoramento de barragens por instrumentação.**

## 6. ANEXOS

### A1. VALORES DE REFERÊNCIA

#### ➤ BARRAGEM AREIAS

AREIAS	Estaca (k + m):	Afast. (m):	Cota inst. (m):	Cota topo (m)	Prof. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+500	3,90	346,552	363,272	16,72	349,6	351,82	354,05
PZ-02	0+500	3,90	344,712	363,252	18,54	348,19	350,68	353,17
PZ-03	0+500	25,00	342,437	353,337	10,90	349,09	351,41	353,73
PZ-04	0+500	25,00	345,773	353,243	7,47	346,09	348,98	351,86
PZ-05	0+680	3,60	348,069	363,249	15,18	350,77	352,78	354,79
PZ-06	0+680	3,60	349,742	363,292	13,55	352,09	353,85	355,61
PZ-07	0+680	22,63	346,153	354,813	8,66	349,21	351,51	353,81
PZ-08	0+680	22,51	347,076	354,826	7,75	349,91	352,08	354,25
PZ-09	0+740	3,80	351,497	363,257	11,76	353,53	355,02	356,51
PZ-10	0+740	3,80	349,077	363,297	14,22	351,52	353,38	355,25
PZ-11	0+740	18,43	350,017	356,667	6,65	352,12	353,87	355,63
PZ-12	0+740	18,32	346,085	356,725	10,64	349,17	351,48	353,79
PZ-13	0+840	4,20	353,275	363,355	10,08	354,05	355,44	356,84
PZ-14	0+840	4,20	352,531	363,421	10,89	354,29	355,64	356,99
PZ-15	0+840	12,55	351,996	359,076	7,08	353,75	355,2	356,65
PZ-16	0+840	12,73	347,583	358,883	11,30	350,35	352,44	354,52
PZ-17	0+320	3,00	355,886	363,326	7,44	356,97	357,81	358,66
PZ-18	0+320	3,00	354,687	363,287	8,60	355,98	357,01	358,04
PZ-19	0+320	14,36	354,951	358,261	3,31	355,82	356,88	357,94
PZ-20	0+400	2,90	352,653	363,423	10,77	358,41	358,98	359,56
PZ-21	0+400	2,90	351,761	363,461	11,70	353,64	355,11	356,58
PZ-22	0+400	21,45	351,636	355,356	3,72	353,33	354,85	356,38
PZ-23	0+480	3,10	348,510	363,520	15,01	350,56	352,6	354,65
PZ-24	0+480	3,10	347,628	363,508	15,88	350,29	352,39	354,49
PZ-25	0+480	30,50	346,435	352,675	6,24	349,35	351,62	353,9
PZ-26	0+560	3,20	347,935	363,535	15,60	350,33	352,42	354,51
PZ-27	0+560	3,20	347,541	363,551	16,01	349,97	352,13	354,29
PZ-28	0+560	30,14	347,097	352,547	5,45	349,8	351,99	354,18
PZ-29	0+620	3,15	348,360	363,360	15,00	350,71	352,73	354,75
PZ-30	0+620	3,15	346,719	363,439	16,72	349,31	351,59	353,87
PZ-31	0+620	28,05	347,354	353,074	5,72	349,98	352,14	354,29
PZ-32	0+920	3,15	355,617	363,277	7,66	356,56	357,48	358,4
PZ-33	0+920	3,15	353,689	363,479	9,79	355,12	356,31	357,5
PZ-34	0+920	24,45	354,334	357,644	3,31	355,98	357,01	358,04
PZ-35	1+0.00	3,30	357,868	363,318	5,45	358,01	358,66	359,31
PZ-36	1+0.00	3,30	356,523	363,583	7,06	357,01	357,85	358,69
PZ-37	1+0.00	16,25	357,285	360,885	3,60	Seco	358,08	358,86

➤ **BARRAGEM BRAÚNAS**

BRAÚNAS	Estaca (k)	Afast. (m)	Cota inst.	Cota topo	Prof. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+200	1,30	382,539	402,229	19,69	383,83	387,48	388,40
PZ-02	0+200	1,30	391,754	402,294	10,54	391,96	391,96	391,96
PZ-03	0+200	30,59	381,761	387,391	5,63	383,65	385,89	386,45
PZ-04								
PZ-05	0+400	2,00	386,466	402,446	15,98	386,47	386,47	386,47
PZ-06	0+400	2,00	401,049	402,279	1,23	375,26	380,63	381,97
PZ-07								
PZ-08	0+400	43,85	373,037	380,467	7,43	374,66	375,51	375,72
PZ-09	0+540	1,35	383,371	402,221	18,85	383,37	383,37	383,37
PZ-10	0+540	1,35	365,643	402,023	36,38	368,08	374,88	376,59
PZ-11								
PZ-12	0+540	50,78	367,354	376,064	8,71	369,23	370,48	370,79
PZ-13	0+640	1,59	393,428	402,278	8,85	393,62	393,62	393,62
PZ-14	0+640	1,59	389,560	402,280	12,72	390,03	392,44	393,05
PZ-15								
PZ-16	0+640	21,65	389,508	392,708	3,20	389,78	390,19	390,29

OBS.: Pz04, Pz07 e Pz15, não instalados.

➤ **BARRAGEM MANDANTES**

MANDANTES	Estaca (k)	Afast. (m)	Cota inst.	Cota topo	Prof. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+340	2,32	391,760	401,450	9,69	391,96	393,79	394,31
PZ-02								
PZ-03	0+940	3,41	384,440	401,750	17,31	384,44	385,26	386,27
PZ-04	0+940	3,41	381,620	401,750	20,13	381,62	385,26	386,27
PZ-05	0+940	14,19	389,990	395,356	5,37	389,99	389,99	389,99
PZ-06	1+320	5,46	395,310	401,701	6,39	395,31	395,95	396,30
PZ-07	1+480	2,53	399,978	401,818	1,84	399,98	399,98	399,98

OBS.: Pz02, não instalado.



➤ **BARRAGEM SALGUEIRO**

SALGUEIRO	Estaca (k)	Afast. (m)	Cota inst.	Cota topo	Prof. Proj	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+300	1,23	456,67	461,01	4,34	456,67	456,91	457,14
PZ-02	0+300	4,17	445,73	459,89	14,16	455,96	456,73	456,93
PZ-03	0+300	9,64	447,69	457,37	9,68	456,03	456,24	456,3
PZ-04	0+600	1,25	453,22	460,96	7,74	453,22	453,30	453,45
PZ-05	0+600	1,19	447,07	460,98	13,91	451,06	452,97	453,45
PZ-06	0+600	10,42	442,68	456,61	13,93	452,05	453,00	453,24
PZ-07	0+600	15,61	441,62	454,12	12,50	452,31	452,71	452,81
PZ-08	0+820	1,29	441,75	461,15	19,40	441,75	445,44	446,38
PZ-09	0+820	1,31	436,44	461,03	24,59	441,75	445,44	446,38
PZ-10	0+820	14,79	435,88	454,36	18,48	441,63	444,19	444,84
PZ-11	0+820	31,50	440,34	446,50	6,16	441,5	442,45	442,69
PZ-12	1+200	1,31	456,45	461,10	4,65	456,45	456,45	456,45
PZ-13	1+200	1,25	446,59	461,16	14,57	453,06	454,54	454,91
PZ-14	1+200	9,44	447,36	456,80	9,44	453,02	453,83	454,04
PZ-15	1+200	14,95	446,54	454,33	7,79	453,09	453,37	453,44
PZ-16	1+500							
PZ-17	1+500	1,66	449,59	461,07	11,48	456,14	457,02	457,24
PZ-18	1+500	9,65	454,12	457,41	3,29	456,22	456,49	456,56

OBS.: Pz16, não instalado

➤ **BARRAGEM MUQUEM**

MUQUEM	Estaca (k)	Afast. (m)	Cota inst.	Cota topo	Prof. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+380	3,21	456,49	458,17	1,68	456,49	456,49	456,49
PZ-02	0+380	8,04	455,24	456,82	1,58	455,24	455,24	455,24
PZ-03	0+730	3,00	455,76	458,03	2,27	455,76	455,76	455,76
PZ-04	0+730	3,00	449,25	457,80	8,55	449,25	449,25	449,25
PZ-05	0+730	10,33	445,75	455,33	9,58	446,15	447,91	448,35
PZ-06	0+730	27,12	446,52	448,21	1,69	446,55	446,71	446,76
PZ-07	0+940	2,72	456,01	458,01	2,00	456,01	456,01	456,01
PZ-08	0+940	2,72	448,97	458,02	9,05	448,97	449,92	450,44
PZ-09	0+940	12,69	446,79	454,14	7,35	447,42	448,69	449,01
PZ-10	0+940	22,62	447,37	450,13	2,76	447,37	447,42	447,53
PZ-11	1+140	22,62	455,98	458,17	2,19	455,98	455,98	455,98
PZ-12	1+140	22,62	450,90	458,17	7,27	450,90	452,31	452,67
PZ-13	1+140	22,62	450,51	455,71	5,20	450,68	451,50	451,70
PZ-14	1+140	22,62	450,66	453,65	2,99	450,66	450,90	450,99

➤ **BARRAGEM CACIMBA NOVA**

CACIMBA	Estaca:	Afast.:	Cota inst.	Cota topo (m):	Profund. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta	Cota Instalação
PZ-01	20+00	7,96	453,11	453,97	0,86	453,11	453,11	453,11	453,11
PZ-02	20+00	3,99	451,93	455,95	4,02	454,06	454,44	454,53	451,93
PZ-03	20+00	4,17	452,49	455,85	3,36	452,49	452,57	452,59	452,49
PZ-04	20+00	7,99	452,12	453,90	1,78	452,12	452,12	452,12	452,12
PZ-05									
PZ-06	60+00	6,92	449,08	454,66	5,58	454,18	454,26	454,28	449,08
PZ-07	60+00	7,34	448,55	455,14	6,59	448,55	448,93	449,30	448,55
PZ-08	60+00	15,49	448,07	451,02	2,95	448,07	448,13	448,18	448,07
PZ-09									
PZ-10	120+00	6,49	449,43	454,55	5,12	454,18	454,26	454,28	449,43
PZ-11	120+00	7,35	447,72	453,943	6,22	447,30	448,76	449,12	447,28
PZ-12	120+00	14,87	447,60	449,48	1,88	447,60	447,89	448,08	447,60
PZ-13									
PZ-14	180+00	6,53							
PZ-15	180+00	7,38	447,18	453,82	6,64	448,08	449,38	449,71	447,18
PZ-16	180+00	24,91	444,50	446,14	1,64	446,00	446,17	446,21	444,50

OBS: PZ05, PZ09, PZ13 e PZ14, não instalado

➤ **BARRAGEM BAGRES**

BAGRES	Estaca (k +m)	Afast. (m):	Cota inst. (m)	Cota topo (m)	Prof. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+200	2,78	502,76	510,32	7,56	504,15	505,46	505,79
PZ-02	0+200	9,47	503,34	506,94	3,60	504,09	504,74	504,90
PZ-03	0+380	2,95	505,26	510,32	5,06	505,26	505,26	505,26
PZ-04	0+380	2,87	500,39	510,34	9,95	500,39	501,22	501,81
PZ-05	0+380	20,36	499,78	501,24	1,46	500,10	500,38	500,45
PZ-06	0+500	3,06	506,49	510,36	2,13	506,49	506,49	506,49
PZ-07	0+500	3,06	502,70	510,34	2,47	503,65	505,06	505,42
PZ-08	0+500	14,49	503,11	504,43	1,32	503,87	504,06	504,11

➤ **BARRAGEM BAGRES DIQUE**

BAGRES DIQ.	Estaca (k +m)	Afast. (m):	Cota inst. (m)	Cota topo (m)	Prof. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+200	2,78	501,71	510,39	2,66	Seco	507,73	507,73
PZ-02	0+200	9,47	502,19	503,60	1,41	502,75	502,9	502,94
PZ-03	0+470	2,95	503,99	510,41	0,64	Seco	509,77	509,77
PZ-04	0+470	2,87	499,43	510,40	10,97	499,76	501,95	502,5
PZ-05	0+470	20,36	498,97	500,95	0,91	Seco	500,15	500,21
PZ-06	0+610	3,06	504,25	510,43	1,42	Seco	509,01	509,01
PZ-07	0+610	3,06	504,16	505,28	1,12	505,22	506,32	506,59

➤ **BARRAGEM COPITI**

<b>COPITI</b>	<b>Estaca (k +m)</b>	<b>Afast. (m)</b>	<b>Cota inst.</b>	<b>Cota topo</b>	<b>Prof. (m):</b>	<b>Cota Normal</b>	<b>Cota Atenção</b>	<b>Cota Alerta</b>
<b>PZ-01</b>	0+340	2,55	505,72	509,744	4,02	506,09	506,81	506,99
<b>PZ-02</b>	0+660	2,55	498,75	509,858	11,11	500,35	502,22	502,69
<b>PZ-03</b>	0+660	2,55	498,08	509,859	11,78	500,35	502,22	502,69
<b>PZ-04</b>	0+660	22,28	495,87	502,729	6,86	499,86	500,06	500,11
<b>PZ-05</b>	1+0,000	5,48	492,48	509,681	17,20	496,23	498,92	499,60
<b>PZ-06</b>	1+0,000	5,48	491,77	509,684	17,91	496,23	498,92	499,60
<b>PZ-07</b>	1+0,000	30,08	492,00	497,527	5,53	495,31	495,71	495,81
<b>PZ-08</b>	1+300	2,38	505,73	509,708	3,98	506,39	507,05	507,22
<b>PZ-09</b>	1+600	2,60	498,86	509,814	10,95	500,07	502,00	502,48
<b>PZ-10</b>	1+600	2,60	498,04	509,823	11,78	500,07	502,00	502,48
<b>PZ-11</b>	1+600	21,22	494,99	501,968	6,98	499,54	499,88	499,97

➤ **BARRAGEM MOXOTÓ**

MOXOTO	Estaca (k)	Afast. (m)	Cota inst.	Cota topo	Prof. Proj. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+060	4,57	497,23	505,42	8,19	498,60	500,17	501,70
PZ-02	0+060	39,10	493,94	496,91	2,97	496,00	494,14	496,70
PZ-03	0+200	4,45	496,51	505,54	9,03	499,30	500,67	502,00
PZ-04	0+200	27,74	495,30	498,33	3,03	497,80	495,84	498,50
PZ-05	0+320	4,41	497,56	505,55	7,99	500,10	500,79	502,10
PZ-06	0+320	26,49	495,52	498,41	2,89	497,70	495,74	498,40
PZ-07	0+380	4,17	501,25	505,41	4,16	501,25	501,61	502,50
PZ-08	0+380	27,31	493,85	496,92	3,07	497,70	495,92	498,40
PZ-09	0+560	4,12	502,25	505,48	3,23	502,25	502,23	502,70
PZ-10	0+560	22,35	498,14	501,04	2,90	500,90	499,14	501,60
PZ-11	0+720	4,37	496,31	505,47	9,16	499,20	501,29	502,40
PZ-12	0+720	25,79	495,34	498,33	2,99	498,40	496,44	499,10
PZ-13	0+900	4,21	498,76	505,58	6,82	500,00	501,17	502,30
PZ-14	0+900	32,16	495,70	498,44	2,74	497,50	495,7	498,20
PZ-15	1+020	4,27	493,87	505,55	11,68	499,60	501,04	502,60
PZ-16	1+020	27,62	495,13	497,91	2,78	499,20	497,24	499,90
PZ-17	1+240	4,14	502,14	505,53	3,39	502,14	502,44	502,60
PZ-18	1+240	23,78	498,22	501,20	2,98	500,80	498,84	501,50
PZ-19	1+320	4,37	498,02	505,56	7,54	500,50	501,54	502,70
PZ-20	1+320	20,98	498,17	500,99	2,82	500,00	498,14	500,50
PZ-21	1+400	4,83	498,26	505,36	7,10	501,50	501,54	502,60
PZ-22	1+400	21,95	497,39	500,40	3,01	500,80	500,62	501,50
PZ-23	1+520	4,60	499,75	505,47	5,72	502,50	503,04	503,60
PZ-24	1+520	18,88	499,92	502,90	2,98	503,10	501,15	503,80
PZ-25	1+660	4,12	501,83	505,31	3,48	501,83	501,89	502,70
PZ-26	1+660	23,74	497,13	500,14	3,01	499,70	497,24	500,40
PZ-27	1+740	4,05	491,20	505,57	14,37	496,90	500,36	502,00
PZ-28	1+740	43,84	496,17	499,10	2,93	500,20	498,24	500,90
PZ-29	1+820	4,19	497,20	505,31	8,11	501,50	502,21	502,70
PZ-30	1+820	20,10	498,44	501,51	3,07	502,00	500,14	502,70
PZ-31	2+060	3,79	498,36	505,44	7,08	499,10	500,69	502,60
PZ-32	2+060	31,16	497,10	500,13	3,03	499,00	497,14	499,70
PZ-33	2+180	3,85	496,16	505,47	9,31	500,70	501,94	502,60
PZ-34	2+180	23,40	497,02	499,90	2,88	499,80	497,84	500,70
PZ-35	2+500	4,06	501,23	505,25	4,02	501,23	502,04	502,50
PZ-36	2+500	22,46	497,89	500,89	3,00	500,50	498,54	501,20

➤ **BARRAGEM BARREIROS**

BARREIRO	Estaca (k)	Afast. (m)	Cota inst.	Cota topo	Profund. (m):	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+120	3,33	535,55	542,25	6,70	539,60	540,10	540,40
PZ-02	0+120	3,33	540,34	542,26	1,92	540,34	540,26	540,40
PZ-03	0+120	13,22	539,07	542,07	3,00	540,80	540,75	541,40
PZ-04	0+200	3,34	536,02	542,19	6,17	538,10	538,79	539,60
PZ-05	0+200	3,34	538,61	542,22	3,61	538,61	538,53	538,61
PZ-06	0+200	7,99	536,95	540,66	3,71	538,10	538,50	538,80
PZ-07	0+200	20,31	534,85	537,89	3,04	538,80	539,10	539,40
PZ-08	0+260	8,49	536,74	540,22	3,48	537,30	537,78	538,10
PZ-09	0+260	20,52	534,80	537,80	3,00	537,30	537,78	537,90
PZ-10	0+320	9,42	536,20	539,74	3,54	536,20	535,91	536,70
PZ-11	0+320	24,14	533,16	536,12	2,96	535,50	535,68	536,00
PZ-12	0+380	3,33	531,18	542,12	10,94	533,70	534,88	537,00
PZ-12-a	0+380		532,51	542,00	9,49			
PZ-13	0+380	3,33	532,13	542,14	10,01	532,70	534,67	537,00
PZ-14	0+380	11,94	535,02	538,07	3,05	535,02	534,84	535,10
PZ-15	0+400	15,00	531,87	537,01	5,14	531,87	531,61	533,20
PZ-16	0+389,76	33,06	531,03	534,01	2,98	532,10	532,44	532,70
PZ-17	0+470	2,67	528,66	542,13	13,47	529,00	529,91	534,00
PZ-18	0+470	2,67	529,17	542,15	12,98	529,17	529,61	529,17
PZ-19	0+470	18,74	528,16	534,82	6,66	528,70	529,61	531,00
PZ-21	0+560	35,19	528,76	531,67	2,91	531,50		532,00
PZ-22	0+580	3,87	531,90	541,86	9,96	532,40	532,99	536,10
PZ-23	0+580	3,87	532,47	541,91	9,44	532,47	533,02	536,10
PZ-24	0+580	14,73	531,84	536,74	4,90	532,20	533,02	533,90

OBS.: Pz012a, não definido os níveis de alerta.



➤ **BARRAGEM CAMPOS**

CAMPOS	Estaca (k)	Afast. (m)	Cota inst.	Cota topo	Prof. (m):	Cota Instalação	Cota Normal	Cota Atenção	Cota Alerta
PZ-01	0+60	15,06	586,783	592,993	6,21	586,78	587,00		589,20
PZ-02	0+60	30,90	584,296	587,196	2,90	584,30	587,10		587,80
PZ-03	0+100	1,72	581,759	600,049	18,29	581,76	586,10		590,80
PZ-04	0+100	1,72	585,146	600,046	14,90	585,15	585,15		590,60
PZ-05	0+100	17,72	585,819	591,859	6,04	585,82	585,82		587,40
PZ-06	0+120	19,16	583,145	591,315	8,17	583,15	584,40		588,10
PZ-07	0+120	41,34	580,928	583,978	3,05	580,93	584,10		584,80
PZ-08	0+180	2,29	576,444	599,784	23,34	576,44	584,10		589,30
PZ-09	0+180	2,29	581,178	599,768	18,59	581,18	581,80		589,10
PZ-10	0+180	17,63	582,815	592,245	9,43	582,82	582,82		585,50
PZ-11	0+240	17,16	586,748	592,608	5,86	586,75	586,75		588,10
PZ-12	0+240	36,33	582,930	586,030	3,10	582,93	585,50		586,20
PZ-13	0+260	2,75	583,731	599,761	16,03	583,73	587,10		592,00
PZ-14	0+260	2,75	586,154	599,754	13,60	586,15	586,30		591,90
PZ-15	0+260	13,63	588,592	594,312	5,72	588,59	588,59		588,70
PZ-115A	0+260	14,97	583,505	594,215	10,71				
PZ-115B	0+260	14,97	587,215	594,215	7,00				
PZ-16	0+300	16,86	585,897	593,097	7,20	585,90	587,10		589,30
PZ-17	0+300	35,07	585,601	588,561	2,96	585,60	587,90		588,60
PZ-18	0+340	3,23	586,775	599,625	12,85	586,78	590,80		592,30
PZ-19	0+340	3,23	589,867	599,597	9,73	589,87	589,87		593,20
PZ-20	0+340	10,18	592,465	596,485	4,02	592,47	592,47		594,00
PZ-21	0+400	23,42	592,788	594,818	2,03	592,79	594,70		595,40
PZ-22	0+480	4,52	597,177	600,137	2,96	597,18	599,00		599,50
PZ-23	0+480	11,83	594,942	597,882	2,94	594,94	599,20		599,70
PZ-24	0+540	12,90	596,576	599,236	2,66	596,58	599,00		599,70
PZ-104A	1+120	34,75	578,176	584,496	6,32				
PZ-104B	1+120	34,93	581,106	584,556	3,45				
PZ-105A	1+120	54,85	577,995	584,005	6,01				
PZ-105B	1+120	54,63	581,241	584,051	2,81				
PZ-107A	0+140	34,73	577,817	584,497	6,68				
PZ-107B	0+140	33,87	580,563	584,533	3,97				
PZ-103A	0+120	14,39	578,183	594,793	16,61				
PZ-103C	0+120	14,39	583,445	594,485	11,04				
PZ-103D	0+120	14,39	585,860	594,730	8,87				
PZ-106A	0+140	14,55	578,332	594,742	16,41				
PZ-106C	0+140	14,55	582,836	594,746	11,91				
PZ-106D	0+140	14,55	585,803	594,703	8,90				

OBS.: PZ0115a, 115b, 104a, 104b, 105a, 105b, 107a, 107b, 103a, 103c, 103d, 106a, 106c e 106d, não definido os níveis de alerta.

➤ **BARRAGEM BARRO BRANCO**

<b>BARRO BRANCO</b>	<b>Estaca (k)</b>	<b>Afast. (m)</b>	<b>Cota inst.</b>	<b>Cota topo</b>	<b>Prof. (m):</b>	<b>Cota Normal</b>	<b>Cota Atenção</b>	<b>Cota Alerta</b>
<b>PZ-01</b>	0+120	3,07	595,53	599,07	3,54	596,20	596,64	597,00
<b>PZ-02</b>	0+120	3,04	597,36	599,02	1,66	597,60	598,14	598,45
<b>PZ-03</b>	0+120	12,46	594,65	596,32	1,67	596,20	596,45	596,80
<b>PZ-04</b>	0+160	3,11	588,93	599,11	10,18	594,20	594,71	595,00
<b>PZ-05</b>	0+160	3,10	593,49	599,11	5,62	594,20	594,55	594,80
<b>PZ-06</b>	0+180	3,12	588,01	599,02	11,01	593,90	594,77	595,40
<b>PZ-07</b>	0+180	3,09	592,60	599,02	6,42	593,40	594,40	595,40
<b>PZ-08</b>	0+180	9,72	592,66	595,85	3,19	593,00	593,20	593,90
<b>PZ-09</b>	0+200	11,69	590,17	595,03	4,86	591,80	592,18	592,90
<b>PZ-10</b>	0+220	13,37	589,30	594,36	5,06	589,90	590,82	591,40
<b>PZ-11</b>	0+240	13,35	588,59	594,41	5,82	589,47	590,60	591,00
<b>PZ-12</b>	0+240	27,68	586,25	588,72	2,47	589,10	589,45	589,90
<b>PZ-13</b>	0+280	3,82	582,02	598,88	16,86	587,70	588,80	592,00
<b>PZ-14</b>	0+280	3,86	585,72	598,90	13,18	587,60	588,70	591,60
<b>PZ-15</b>	0+280	15,10	586,16	593,46	7,30	587,20	588,60	589,50
<b>PZ-16</b>	0+320	2,64	589,50	599,03	9,53	590,30	591,30	592,20
<b>PZ-17</b>	0+320	2,67	586,13	599,02	12,89	590,80	591,55	592,40
<b>PZ-18</b>	0+320	10,49	588,46	596,36	7,90	588,80	589,50	590,00
<b>PZ-19</b>	0+420	7,44	592,55	597,43	4,88	598,30	598,45	598,90



