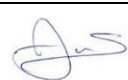


**PROCEDIMENTO PARA EXECUÇÃO DE
MONITORAMENTO DAS BARRAGENS COM O
USO DE INSTRUMENTAÇÃO – EIXO LESTE**

QUADRO DE CODIFICAÇÃO DO RELATÓRIO

Código do Documento:	2206-PCD-5101-50-07-002-R00			
Título do Relatório:	Procedimento Para Execução de Monitoramento das Barragens com o uso de Instrumentação – Eixo Leste			
Aprovação Inicial por:				
Data da Aprovação Inicial:				
Controle de Revisões				
Revisão n°:	Natureza	Aprovação		
		Data	Nome	Rubrica
00	Emissão inicial	02/04/2018	Jivaldo Vieira Santos	



Título: Procedimento Para Execução de Monitoramento das Barragens com o uso de Instrumentação – Eixo Leste																				N.º: 2206-PCD-5101-50-07-002-R00										Folha: 1/1						
Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	Fl/Re	0	1	2	3	4	
1	X					47						93						139						185							231					
2	X					48						94						140						186							232					
3	X					49						95						141						187							233					
4	X					50						96						142						188							234					
5	X					51						97						143						189							235					
6	X					52						98						144						190							236					
7	X					53						99						145						191							237					
8	X					54						100						146						192							238					
9	X					55						101						147						193							239					
10	X					56						102						148						194							240					
11	X					57						103						149						195							241					
12	X					58						104						150						196							242					
13						59						105						151						197							243					
14						60						106						152						198							244					
15						61						107						153						199							245					
16						62						108						154						200							246					
17						63						109						155						201							247					
18						64						110						156						202							248					
19						65						111						157						203							249					
20						66						112						158						204							250					
21						67						113						159						205							251					
22						68						114						160						206							252					
23						69						115						161						207							253					
24						70						116						162						208							254					
25						71						117						163						209							255					
26						72						118						164						210							256					
27						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					
00	02/04/18	RAPHAEL HENRIQUE C. DAVI										J	Jivaldo Vieira Santos										Emissão Inicial													
Rev.	Data	Por										Em.	Aprov.										Descrição das revisões													
TIPO DE EMISSÃO																																				
(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
02/04/2018	Raphael Henrique C. Davi		02/04/2018	Jivaldo Vieira Santos		02/04/2018	Jivaldo Vieira Santos	
Identificação: 2206-PCD-5101-50-07-002-R00			Contrato Administrativo 29/2017-MI					Revisão
Procedimento Para Execução de Monitoramento das Barragens com o uso de Instrumentação – Eixo Leste				Ministério da Integração Nacional				00

2206-PCD-5101-50-07-002-R00



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
1. OBJETIVO.....	6
2. APRESENTAÇÃO DO SISTEMA	6
3. MONITORAMENTO DAS BARRAGENS POR INSTRUMENTAÇÃO	7
3.1 MONITORAMENTO POR PIEZÔMETROS.	7
3.2 MONITORAMENTO POR MEDIDORES DE VAZÃO.....	8
3.3 MONITORAMENTO POR MEDIDORES DE DESLOCAMENTO SUPERFICIAL.....	9
3.4 MONITORAMENTO POR MEDIDORES MAGNETICOS DE RECALQUE (MMR).	10
4. RECURSOS HUMANOS.....	11
5. EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS	12



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

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

Quadro 2.1 – Apresentação e indicação dos reservatórios 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
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, 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. A **Figura 3.1** a seguir representa o esquema de funcionamento de um piezômetro utilizado nas barragens do PISF, eixo leste.



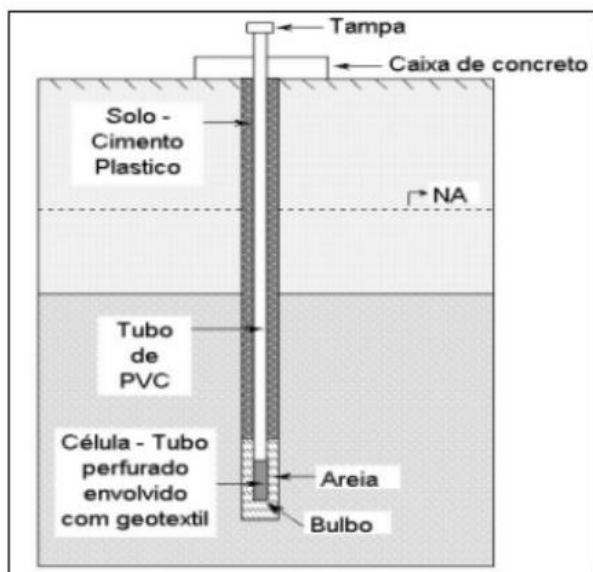


Figura 3.1 – Instrumento Piezômetro utilizado no monitoramento por instrumentação, nas barragens do PISF- Eixo Leste.

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 localização, 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.

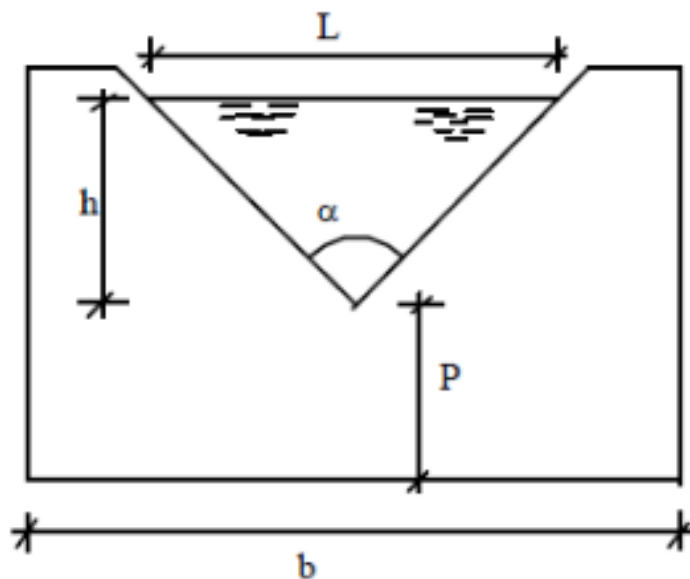


Figura 3.2 – Medidor de vazão tipo vertedor triangular utilizado no monitoramento por instrumentação, nas barragens do PISF- Eixo Leste.

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 influencia da barragem. A **Figura 3.3** a seguir apresenta o arranjo esquemático de um marco superficial utilizado nas barragens do PISF, no eixo leste.

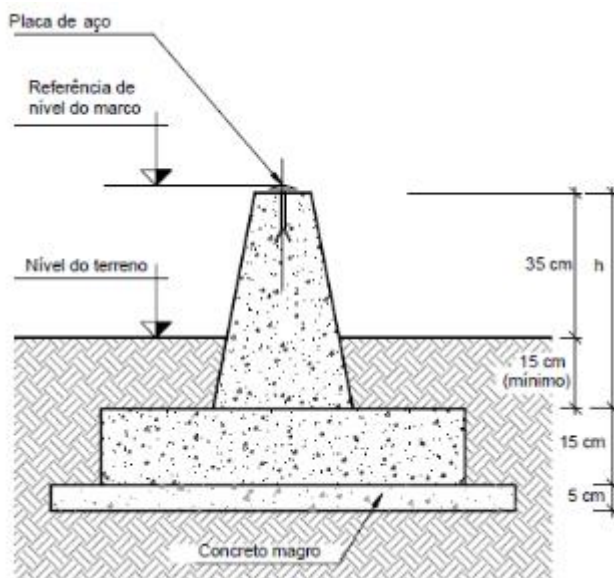


Figura 3.3 – Marco superficial utilizado nas barragens do PISF- Eixo Leste.

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 metálica 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. É possível a instalação de medidores magnéticos no solo de fundação, sendo neste caso normalmente denominados “aranhas magnéticas”.

Como limitações podem-se citar a dispersão de leituras, com precisão da ordem de milímetro em função da profundidade da placa. Além disso, o procedimento de leitura é relativamente demorado.

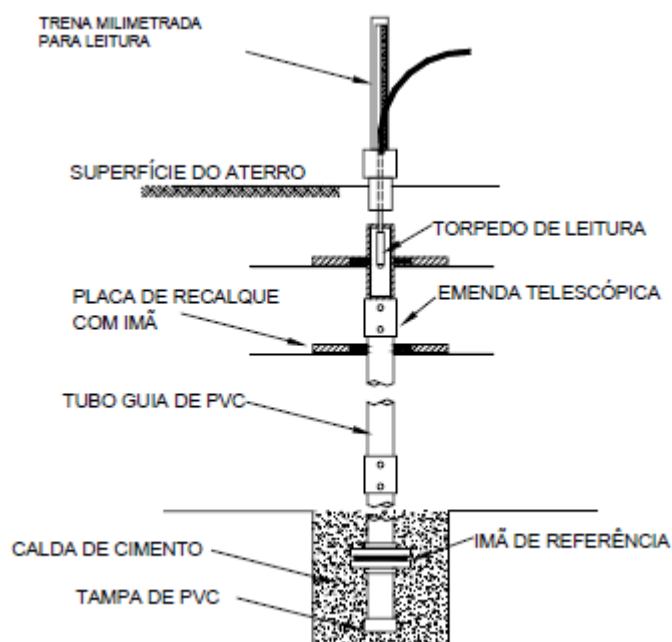


Figura 3.4 – Medidor Magnético de Recalque (MMR) utilizado nas barragens do PISF- Eixo Leste.

4. RECURSOS HUMANOS

Para a execução dos serviços de monitoramento por instrumentação, a mão de obra se disponibilizará conforme **Quadro 4.1** abaixo:

	EQUIPE
ENGENHEIRO	1
TÉCNICO DE CAMPO	1
TOPOGRÁFO	1
AUXILIAR DE CAMPO	1
MOTORISTA	1

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:

CAMERA FOTOGRÁFICA
CANETA
PRANCHETA
PAPEL
TRENA AFERIDA
INSTRUMENTOS DE TOPOGRAFIA
INSTRUMENTOS DE MONITORAMENTO

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

