

1	18/05/2009	C	Para Conhecimento		
0	06/08/2008	A	Emissão Inicial		
REVISÃO Nº	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES		
	A. Preliminar B. Para Conhecimento C. Para Aprovação	D. Para Cotação E. Para Construção F. Conforme Especificado	G. Conforme Construído H. Cancelado I. De Trabalho		
					
PROJETO:	HN <del>HN</del>	PASC <i>PAC</i>	DATA: 06/08/08		
PROJETISTA:			DATA: 06/08/08		
VERIFICAÇÃO:	ACMM		DATA: 06/08/08		
APROVAÇÃO:	MOG		DATA: 06/08/08		
 <div style="text-align: center;"> <b>MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL</b>  <b>PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO</b>  <b>COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO</b>  <b>NORDESTE SETENTRIONAL</b> </div>					
<b>PROJETO EXECUTIVO - LOTE A</b>					
<b>BARRAGEM TERRA NOVA – INSTRUMENTAÇÃO – ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA</b> <b>COMPLEMENTAR</b>					
	DATA	RUBRICA	APROVAÇÃO	DATA	RUBRICA
PROJETISTA			Logos-Concremat		
DESENHISTA			Logos-Concremat		
VERIFICADO					
			CLIENTE		
ESCALA	DOCUMENTO Nº PROJETISTA: 885-MIN-ISF-NT-E0002 CLIENTE: 1210-EST-1106-04-02-001				REVISÃO 1

---

# **MINISTÉRIO DE INTEGRAÇÃO NACIONAL**

---

*MI*

**Projeto de Integração do Rio São Francisco  
com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**

---

## ***BARRAGEM TERRA NOVA***

### ***INSTRUMENTAÇÃO***

### ***ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA COMPLEMENTAR***

885-MIN-ISF-NT-E0002  
1210-EST-1106-04-02-001  
Rev. 1  
Maio/2009

## ÍNDICE

	PÁG.
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. INSTRUMENTOS DE AUSCULTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
3.1 PIEZÔMETROS .....	3
3.2 MEDIDOR DE RECALQUE.....	5
3.3 MARCO SUPERFICIAL .....	6
3.4 MEDIDOR DE VAZÃO.....	7

## **1. INTRODUÇÃO**

Este relatório tem por objetivo apresentar os procedimentos que devem ser adotados para instalação de instrumentos de auscultação na Barragem de Terra Nova, complementando as especificações contidas no Anexo IX – Especificações Técnicas de Obras Cíveis edital nº 02/07 (Ministério da Integração Nacional).

## **2. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O Projeto Executivo prevê que o comportamento da barragem será avaliado por meio de piezômetros, medidores de recalque, medidores de vazão de percolação e marcos superficiais (ver desenho nº 1210-DEP-1106-04-02-009).

A seleção dos tipos de instrumentos baseou-se na sensibilidade intrínseca de cada um deles e nas suas compatibilidades com as grandezas que serão medidas. A robustez, durabilidade e confiabilidade obtida através do longo período de uso foram outros aspectos considerados na seleção.

A Construtora fornecerá os instrumentos e aparelhos de medida, instalará os instrumentos e fará as leituras em conformidade com o que está especificado a seguir.

As leituras, à medida que vão sendo realizadas, serão lançadas em gráficos cronológicos aprovados pela Fiscalização. Tais gráficos, juntamente com a tabela de leituras, serão fornecidos para que a Fiscalização promova a análise e interpretação.

Observe-se que para instalação e realização das leituras nos instrumentos é imprescindível a presença de uma equipe de topografia, além de técnico e engenheiro especialistas.

Havendo interesse da equipe técnica envolvida com as obras do PISF em instalar outros instrumentos, estes devem ser complementares e instalados em duplicidade com aqueles que estão aqui especificados.

Do mesmo modo, caso seja de interesse realizar leituras a partir de pontos remotos, deve ser mantida a possibilidade de também realizar leituras de modo tradicional, por técnico especialista que, simultaneamente estará fazendo a inspeção de superfície na barragem e áreas adjacentes.

## **3. INSTRUMENTOS DE AUSCULTAÇÃO**

### **3.1 PIEZÔMETROS**

---

Para medida de pressão neutra (subpressão) está-se especificando piezômetro de tubo aberto conhecido como piezômetro Casagrande, cuja eficiência, sensibilidade e durabilidade estão comprovadas em inúmeras barragens brasileiras.

Os piezômetros e aparelho medidor de nível d'água (pio, voltímetro de outro tipo de qualidade comprovada) devem ser fornecidos pelo Construtor da barragem e colocados à disposição, para aprovação da Fiscalização, pelo menos 1 semana antes da data programada para instalação.

Em princípio todos os piezômetros serão instalados à medida que a construção do maciço vai atingindo o nível de instalação e no caso de piezômetros de fundação, a instalação deverá preceder o início da construção do maciço.

Ao completar-se a instalação de cada piezômetro deverá ser preparado registro em formulário específico, com explicitação, entre outros, dos seguintes dados:

- ✓ Nomes do técnico e engenheiro responsáveis;
- ✓ Localização em estaca e afastamento;
- ✓ Data de instalação;
- ✓ Cota do terreno ao redor;
- ✓ Cota do fundo e topo do bulbo de areia que envolve o trecho perfurado do tubo de medição e;
- ✓ Cota do topo do tubo de medição.

O tubo de medição deve ser protegido imediatamente após a instalação, com grade de madeira (1 x 1 m) com cerca de 1 m de altura e pintada em cores bem contrastantes e facilmente visíveis. Esta grade deve ser alteada à medida que o maciço ao redor vai-se alteando. Observa-se que qualquer dano causado ao instrumento deve ser imediatamente reparado (fazer re-instalação se o reparo não for possível) pelo Construtor, às suas expensas.

A realização das leituras nos piezômetros deverá ser iniciada 1 dia após a instalação e prosseguida com freqüência diária até atingir a condição de estabilização. Neste instante deve ser realizado teste de infiltração para verificar a condição de funcionamento do piezômetro e avaliar a permeabilidade do terreno. A partir deste teste as leituras poderão ser semanais durante o período de construção. A freqüência de leituras para período posterior a construção e enchimento e operação do reservatório será estabelecida na ocasião oportuna.

O teste de infiltração deverá consistir na realização da leitura (leitura estabilizada) e colocação de água limpa (cerca de 5 a 10 m acima do nível da leitura estabilizada) no tubo de medição e fazer leituras do nível d'água a intervalos de tempo pré-estabelecidos, até que a condição de estabilização seja atingida.

Toda vez que realizar leitura deve-se determinar as cotas do aterro ao redor e do topo do tubo de medição e fazer anotação de fatos relevantes ocorridos como chuvas, substituição do tubo

em consequência de danos provocados pelos equipamentos, escavação realizada nas proximidades, etc.

À medida que o maciço compactado da barragem vai sendo alteado, o tubo de medida vai sendo emendado em trechos curtos (cerca de 2 m) e o solo ao redor deste tubo será compactado com equipamento manual, em camadas com espessura máxima de 0,1 m. O solo deve ser peneirado de modo a não conter partículas com dimensão maior que a abertura da malha da peneira 4.

Caso venha a ser observado condição de risco para a integridade do tubo de medição, poderá ser requerida a instalação de tubo de proteção ( $\varnothing \geq 2''$ ) com juntas telescópicas.

Quando o aterro ao redor do piezômetro tiver atingido o nível final, deve-se providenciar a construção da caixa de proteção definitiva.

### **3.2 MEDIDOR DE RECALQUE**

---

A deformação vertical da fundação e do maciço compactado será medida com medidor de recalque tipo telescópico, que é particularmente adequado para barragens com altura máxima da ordem de 30 a 40 m.

O medidor e o aparelho de leitura (compasso) podem ser construídos na própria oficina da obra ou adquiridos de fornecedor confiável e devem estar disponíveis, para aprovação da Fiscalização, pelo menos 1 semana antes da data programada para instalação.

O tubo de referência deve ser instalado antes de iniciar a construção do maciço, com a extremidade inferior, num comprimento mínimo de 2 m, chumbado no maciço rochoso são e pouco fraturado. Por ocasião de instalação deste tubo deve-se registrar, pelo menos:

- ✓ Data da instalação;
- ✓ Nomes do técnico e engenheiro responsáveis;
- ✓ Localização em estaca e afastamento;
- ✓ Cota do topo do maciço rochoso, são e pouco fraturado (ponto fixo);
- ✓ Cota da superfície do terreno ao redor (fundação).

Completada a instalação do tubo de referência deve ser feita proteção com grade de madeira que estará mudando de nível à medida que o aterro vai sendo alteado.

A placa de medida deve ser assentada horizontalmente sobre superfície regular, de modo que haja contato contínuo em toda superfície. Com esta finalidade pode-se fazer a regularização da superfície do terreno com uma fina camada de areia.

Uma vez que a placa esteja assentada firmemente sobre o terreno devem-se determinar as cotas da placa e do seu tubo de medida e realizar a primeira leitura. Esta leitura será tomada como “leitura zero” (recalque nulo).

À medida que o aterro vai-se alteando, os tubos de referência e de medida vão sendo emendados, tomando-se o cuidado de transferir a leitura de recalque a cada vez que é feita a emenda.

As leituras serão realizadas a cada elevação de 1 metro no nível do aterro ou 1 vez por semana. Cada vez que se realiza a leitura deve-se determinar a cota da superfície do aterro ao redor do medidor.

Ao se completar a construção do aterro ao redor do medidor, a frequência das leituras será de 1 vez por semana até atingir a condição de estabilização do recalque. A partir desta condição a frequência será de 2 vezes ao mês. A frequência de leituras nos períodos de enchimento e operação do reservatório será definida oportunamente.

### **3.3      *MARCO SUPERFICIAL***

---

Os valores dos deslocamentos horizontais e verticais que ocorrerem na superfície do aterro será medido no levantamento topográfico realizado sobre os marcos que estarão instalados rigidamente na camada superficial dos taludes e crista.

Os marcos serão instalados regularmente distribuídos em toda superfície da barragem e, particularmente, com maior densidade nos locais em que se antecipam maiores deslocamentos diferenciais específicos, como são os contatos das estruturas de concreto com maciço de solo ou enrocamento, irregularidades na superfície do terreno da fundação e juntas de construção.

Os pontos de instalação dos marcos serão definidos por ocasião da construção da barragem, mas, em princípio, serão distribuídos com espaçamento de 50 m ao longo da crista e em 10 seções transversais, com marcos a cada 5 m de desnível dos taludes de montante e jusante.

Os marcos serão instalados à medida que a construção do aterro vai atingindo a cota prevista de instalação e as leituras (coordenadas e cota) serão realizadas logo em seguida (leitura zero).

Toda vez que realizar a leitura de um marco deve-se realizar-se também o levantamento da cota da plataforma do aterro em construção (praça de trabalho).

Os levantamentos topográficos devem ser feitos a partir de alguns marcos fixos (monumentos) instalados nos locais que não sofrem influência dos trabalhos de construção da barragem e do futuro reservatório. A fundação destes marcos deve ser constituída de terreno firme (maciço rochoso) que, comprovadamente não sofrem deslocamentos e deteriorações que possam prejudicar as leituras.

As leituras deverão ser realizadas mensalmente por ocasião da construção, mas, ser for observado que em alguma área está ocorrendo deformação significativa, deve-se aumentar a frequência (semanal, por exemplo).

### **3.4 MEDIDOR DE VAZÃO**

---

A previsão de projeto é de que a vazão de percolação estará ocorrendo principalmente através do terreno da fundação e que ela será pouco significativa.

Entretanto, se for observado durante a construção da barragem que existem feições geológicas que podem concentrar elevadas vazões, apesar dos tratamentos de impermeabilização que estão previstos, poderá ser prudente que a vazão seja monitorada.

Após o enchimento do reservatório poderão surgir afloramentos d'água no pé do talude (através do tapete drenante) ou na área adjacente de jusante e, também neste caso, o monitoramento da vazão deve ser realizada.

Nestes casos o medidor de vazão poderá ser do tipo vertedouro triangular de soleira fina com ângulo de vértice de 90°.

Na instalação deste tipo de vertedouro é preciso observar criteriosamente as dimensões da caixa de tranquilização e do canal de jusante. Apesar disto será preciso fazer testes de medições diretas das vazões tão logo a instalação esteja concluída.