



# **PROJETO BÁSICO**

**3ª Ed**

Seção 1/5  
Relatório Técnico

PENEDO (AL)  
ABR/2018

**“Mas o que beber da água que eu lhe der jamais terá sede. Mas a água que eu lhe der virá a ser nele fonte de água, que jorrará até a vida eterna”.**

**(João 4,14)**

## **EQUIPE DE PROJETO**

### **Inspeção Regular de Segurança da Barragem e Coordenação do Projeto:**

Eng. Civil Alessandro Francisco da Silva

### **Relatório Técnico de Projeto e Orçamentação:**

Eng. Civil Alessandro Francisco da Silva

Eng. Civil Luiz Carlos de Araujo Cordeiro

### **Especificações Técnicas:**

Eng. Civil Luiz Carlos de Araujo Cordeiro

### **Levantamentos de Campo:**

Eng. Civil Alessandro Francisco da Silva

Eng. Civil Luiz Carlos de Araujo Cordeiro

Téc. em Agrimensura João Bosco de Carvalho Soares

Téc. em Saneamento Rutiana de Andrade Sousa

### **Desenhos Técnicos:**

Téc. em Saneamento Rutiana de Andrade Sousa

Téc. em Edificações Cícero Gomes Oliveira

### **Estudos Complementares:**

#### **Passarela em Estrutura Metálica**

Eng. Civil Ricardo André Pereira da Silva

## Sumário

<b>1</b>	<b>Apresentação .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Caracterização Do Município .....</b>	<b>7</b>
2.1	Histórico .....	7
2.2	Informações Demográficas .....	8
2.3	Informações Geográficas .....	8
2.4	Aspectos Sociais e Econômicos .....	10
<b>3</b>	<b>Localização do Empreendimento .....</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Memorial Descritivo .....</b>	<b>13</b>
4.1	Construções de Apoio Administrativo e Fiscal .....	13
4.2	Recuperação da Barragem .....	14
4.2.1	Infraestrutura Operacional .....	14
4.2.2	Talude de Montante .....	15
4.2.3	Coroamento .....	15
4.2.4	Talude de Jusante .....	16
4.2.5	Região à Jusante da Barragem .....	18
4.2.6	Vertedouro .....	19
4.2.7	Área do Reservatório .....	20
4.2.8	Caixa de Montante, Galeria e Estrutura de Saída da Descarga de Fundo .....	21
4.3	Serviços Complementares .....	21
4.3.1	Estrada de Acesso .....	21
<b>5</b>	<b>Fotografias .....</b>	<b>22</b>
<b>6</b>	<b>Considerações Finais .....</b>	<b>28</b>
	<b>Referências .....</b>	<b>29</b>

## Lista de Figuras

Figura 1 - Localização do Município (Fonte: Google Earth) .....	8
Figura 2 - Gráfico 1 - Temperaturas Médias de Referência .....	9
Figura 3 - Gráfico 2 - Dados Pluviométricos de Referência .....	9
Figura 4 - Mapa de Acesso Rodoviário .....	11
Figura 5 - Localização da Obra .....	11
Figura 6 - Talude de Montante .....	22
Figura 7 - Coroamento.....	22
Figura 8 - Talude de Jusante - Vista.....	23
Figura 9 - Talude de Jusante - Erosões e rompimento de canaletas de drenagem .....	23
Figura 10 - Talude de Jusante - Erosões no talude e tubos de drenagem danificados e faltando .....	24
Figura 11 - Talude de Jusante - Falhas na proteção vegetal .....	24
Figura 12 - Talude de Jusante - Bermas .....	25
Figura 13 - Região à Jusante - Área alagada .....	25
Figura 14 - Vertedouro .....	26
Figura 15 - Reservatório .....	26
Figura 16 - Casa de Máquinas do Descarregador de Fundo .....	27
Figura 17 - Canal de Saída do Descarregador de Fundo .....	27

## **ESTRUTURA DO PROJETO**

Seção 1/5 – Relatório Técnico

Seção 2/5 – Orçamento de Referência

2.1 – Planilha Orçamentária

2.2 – Cronograma Físico-Financeiro

2.3 – Quantitativos

2.4 – Composições de Custos Unitários

2.5 – Detalhamento dos Encargos Sociais

2.6 – Detalhamento do BDI

2.7 – Cotações

Seção 3/5 – Especificações Técnicas

Seção 4/5 – Desenhos Técnicos

Seção 5/5 – ART's

## 1 APRESENTAÇÃO

Em muitos países, o interesse na segurança de barragens tem aumentado significativamente nos últimos anos. Essa preocupação provém da necessidade de proteger o patrimônio e a vida de pessoas nas áreas de risco de efeitos causados pela ocorrência de um incidente com uma barragem (Bureau of Reclamation, 1983). Sem dúvida, os benefícios trazidos por uma barragem são perceptíveis em qualquer lugar. Elas têm influenciado o curso da civilização desde os tempos antigos. Porém, os serviços vitais proporcionados por elas podem ser acompanhados de sérios problemas se não houver as devidas ações de manutenção e segurança. A história mostra que já ocorreu um desastre para cada 100 barragens existentes atualmente no mundo.



Essa preocupação foi oficializada no Brasil, em 20 de setembro de 2010, com a sanção da Lei nº 12.334/2010 que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Segundo o art. 5º dessa lei, compete à Agência Nacional de Águas (ANA) a fiscalizar a segurança de barragens para as quais outorgou o direito de uso dos recursos hídricos, que é o caso das barragens sob a responsabilidade da Codevasf. Para complementação da lei, a ANA emitiu as resoluções nºs 742/2011 e 91/2012. Essas resoluções estabelecem cronogramas e regulamentam as ações de segurança das barragens.



Seguindo a programação de 2012, foi realizada a inspeção regular de segurança na barragem Boacica, uma das nove barragens sob a responsabilidade da 5ª Superintendência Regional da Codevasf. Ela é uma barragem de aterro, do tipo barragem zoneada. A altura máxima do maciço é de 43,50 m. O coroamento tem 400 m de extensão e 8 m de largura. A barragem Boacica possui uma capacidade de acumulação de 55 hm³ e é destinada à regularização de vazões, à defesa contra inundações, à irrigação e à piscicultura.

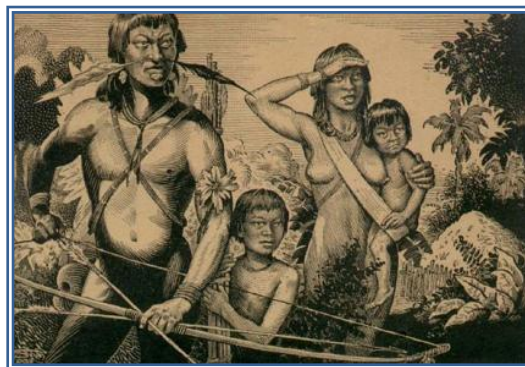
O Relatório de Inspeção Regular de Segurança de Barragem emitido pelo Inspetor de Segurança de Barragens da 5ª Superintendência Regional da Codevasf cita as anomalias encontradas na barragem e sugere algumas ações para sua recuperação. Baseando-se nas descrições das anomalias, esse projeto foi elaborado para possibilitar à realização dos serviços recomendados no relatório.



## 2 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

### 2.1 Histórico

A região do Baixo São Francisco era habitada, a milhares de anos, pelos povos tupis, sendo a região da margem esquerda (Alagoas) pelo grupo dos caetés e a da margem direita (Sergipe) pelo grupo dos tupinambás. No Século XVI, Com a colonização das terras brasileiras pelos portugueses, a região de Alagoas e de Pernambuco, chamada Capitania de Pernambuco, passou a ser explorada por Duarte Coelho Pereira (primeiro donatário da capitania) e por seus sucessores. Em 1522, Duarte Coelho Pereira fundou Penedo, o primeiro núcleo português povoador das margens do rio São Francisco (chamado de Opará pelos tupis, que significa rio-mar), a cerca de 40 km da sua foz.



Acusados de canibalismo, os caetés foram praticamente exterminados pelos portugueses. Os que sobreviveram foram forçados a fugir para o interior do continente, principalmente para a região do Pará (Wikipedia – The Free Encyclopedia, 2012). Entretanto, alguns grupos tupis permaneceram em Alagoas e mantiveram um pouco de sua cultura até os dias atuais, a exemplo dos carapatós, cariris, xocós, xucurús, entre outros.

Sendo um dos mais antigos municípios do Estado, Igreja Nova também tem sua história ligada à exploração do Rio São Francisco. Por volta do século XIX, pescadores saídos da cidade de Penedo fundaram um povoado, denominando-o de Ponta das Pedras, em seguida, chamando-o de Oitizeiro (Codevasf, 2001 – Almanaque Vale do São Francisco). Logo foi erguida uma capela para orações a São João Batista, até hoje padroeiro do município. Em 1908, após o desmoronamento da capela, frades alemães se uniram aos moradores para construir um dos mais belos templos católicos de Alagoas, cujas badaladas de sinos são ouvidas a uma distância de 6 km, chamada Igreja Nova.



A povoação foi desmembrada de Penedo e teve seus limites fixados pela resolução 849, de 1880. As primeiras tentativas de elevar o povoado à vila (com leis de 1885 e 1889) não surtiram efeito. Em 1890, através do decreto 39, o processo se completa e a nova vila passa a se chamar Triunfo. Em 1892, foi conduzida à categoria de cidade, até uma nova lei suprimir a condição e anexá-la novamente a Penedo. Apenas em 1897, foi elevada à condição de cidade com a emancipação política que é comemorada no dia 16 de maio. O atual nome da cidade, Igreja Nova, somente passou a ser adotado em 1928 (Codevasf, 2001 – Almanaque Vale do São Francisco).



## 2.2 Informações Demográficas

Conforme consta no censo 2010 do IBGE, a população total residente do município é de 23.292 habitantes, dos quais 11.747 do sexo masculino (50,43%) e 11.545 do sexo feminino (49,57%). São 4.775 os habitantes da zona urbana (20,50%) e 18.517 os da zona rural (79,50%). Com uma área territorial de 426,98 km<sup>2</sup>, a densidade demográfica é de 54,55 hab/km<sup>2</sup> e uma média de 3,70 moradores por domicílio ocupado e de 3,11 moradores por domicílio existente.

## 2.3 Informações Geográficas

O município de Igreja Nova está localizado na região sul do Estado de Alagoas, limitando-se ao norte com os municípios de São Sebastião e Junqueiro; ao sul com o rio São Francisco; a leste com o município de Penedo; e a oeste com o município de Porto Real do Colégio. A área municipal ocupa 426,98 km<sup>2</sup> (1,54% da área do Estado [27.779,343 km<sup>2</sup>]). O município está inserido na mesorregião do Leste Alagoano e na microrregião de Penedo (Wikipedia – A Enciclopédia Livre, 2012). A temperatura média anual é de 25,4°C. A sede do município tem uma altitude média de 17 m e situa-se nas coordenadas geográficas de 10°7'42'' de latitude sul e de 36°39'24'' de longitude oeste (figura 1).



Figura 1 - Localização do Município (Fonte: Google Earth)

Segundo o sistema de Köppen para classificação do clima, pode-se afirmar que o município encontra-se, basicamente, numa região de clima tropical de monção com curto período seco após o inverno do hemisfério, clima tipo “Am” (Wikipedia – The Free Encyclopedia, 2011). Esse clima se apresenta com temperaturas médias variando anualmente entre 20°C e 28°C como mostra o gráfico 1. O período chuvoso se inicia em março com término em setembro, conforme se observa no gráfico 2.

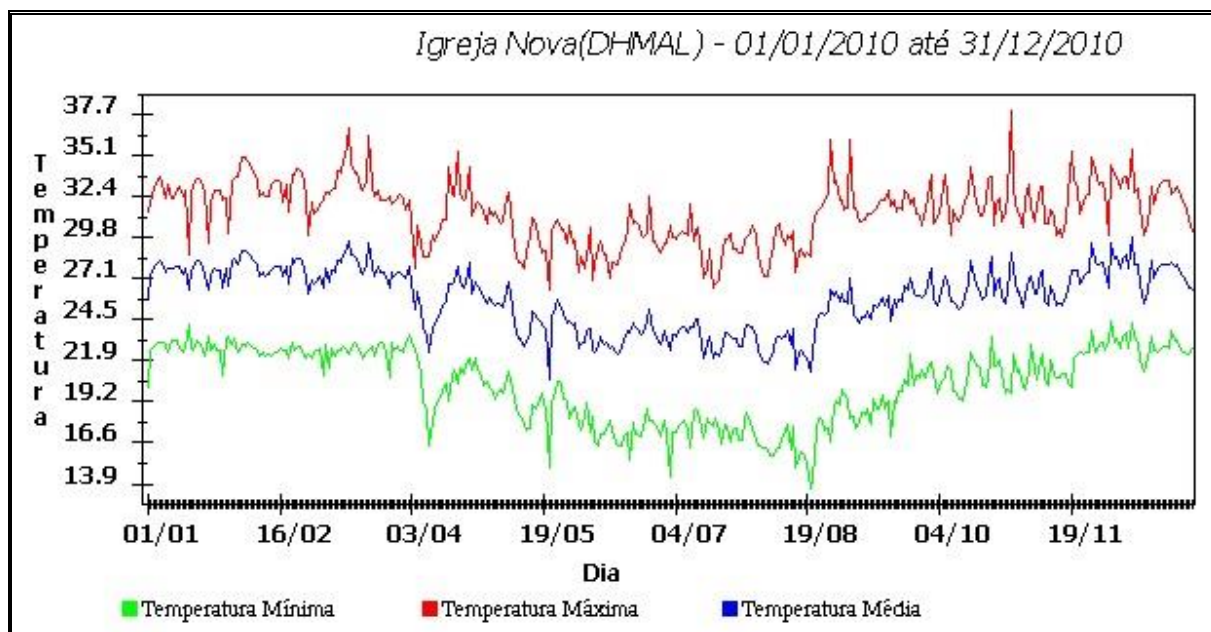


Figura 2 - Gráfico 1 - Temperaturas Médias de Referência

(Fonte: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/plotpesq> )

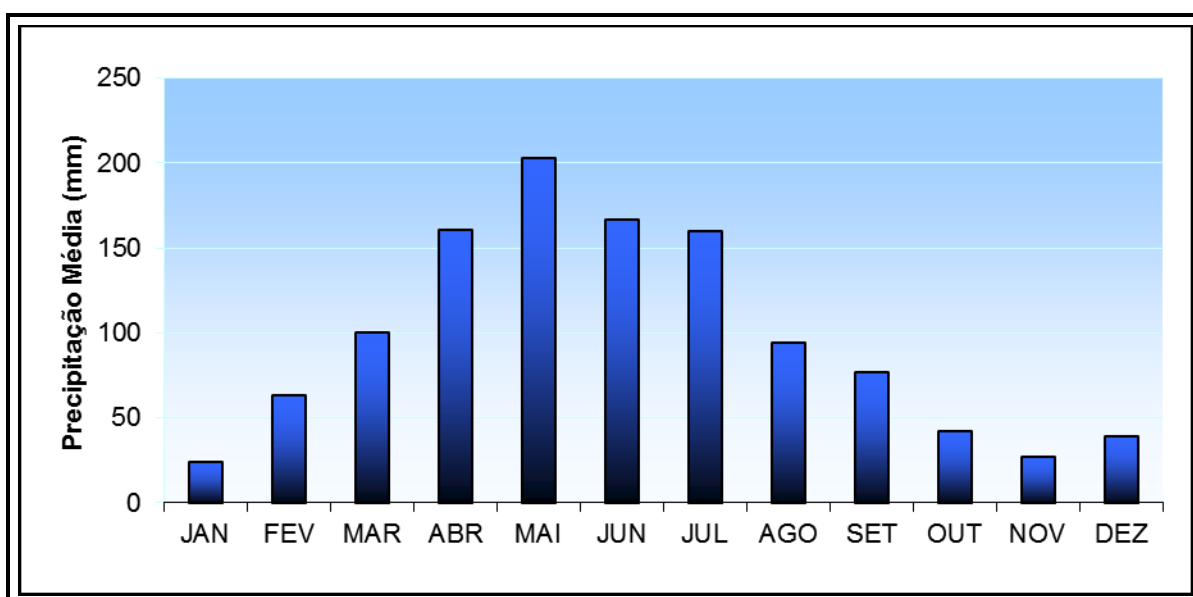


Figura 3 - Gráfico 2 - Dados Pluviométricos de Referência

(Fonte: <http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/chuvaal.html>)

Desde a colonização do Brasil, no município tem sido realizado um desmatamento devastador da vegetação natural para o plantio da cana-de-açúcar. Porém, nas pequenas reservas existentes, igualmente a quase todo o litoral brasileiro, pode-se observar a presença de vegetação compostas por árvores de folhas largas e perenes que atingem de 20 a 30 metros de altura e de epífitas como bromélias e orquídeas. Esse tipo de vegetação é característica da Mata Atlântica (Wikipedia – A Enciclopédia Livre, 2011). O município está inserido na região do litoral nordestino, contendo as características de vegetação típicas de floresta tropical (Blue Planet Biome, 2011).

O município está inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, sendo banhado pela sub-bacia do rio Boacica, que o atravessa no sentido norte-sul, e pelo rio Perucaba, que atravessa a porção leste do município. O extremo sul é banhado pelo Rio São Francisco.

## **2.4 Aspectos Sociais e Econômicos**

Na área da saúde, o município conta com 17 estabelecimentos (todos públicos, sendo um federal e 16 municipais). Desses estabelecimentos, 15 atendem ao público através do Sistema Único de Saúde – SUS e apenas 13 possuem serviços ambulatoriais, porém nenhum deles conta com serviços hospitalares.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2009 foram matriculados 5.104 alunos no ensino fundamental, 1.040 no médio e 1.075 na pré-escola. O município conta com 200 docentes no fundamental, 25 no médio e 44 na pré-escola. Na área educacional, o município dispõe de 34 escolas com ensino fundamental (três estaduais, 30 municipais e uma privativa), uma com ensino médio (estadual) e 32 com ensino pré-escolar (31 municipais e 1 privativa).

Existem no município 7.501 domicílios particulares individuais (IBGE, 2012). Até 2005, no município, 50 % dos domicílios eram atendidos por rede pública de abastecimento de água e apenas 0,40% atendidos por rede de esgoto sanitário. Porém, a implantação do sistema de esgotamento sanitário do município está sendo concluída pela Codevasf. Segundo Mascarenhas, 20,70% dos domicílios são atendidos pela coleta de lixo, evidenciando que ainda há sérios problemas ambientais e de saúde pública para a população.

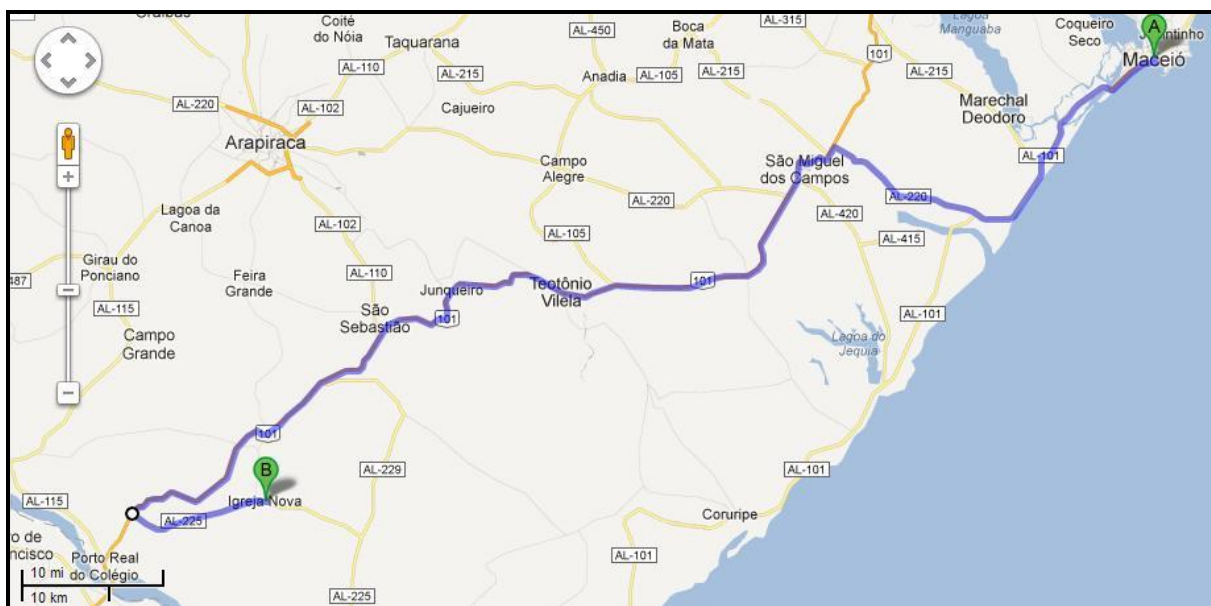
O município dispõe de apenas uma agência bancária. O PIB do município, em 2009, foi da ordem de R\$ 130 milhões, sendo o PIB per capita de R\$ 5.447,88. O valor adicionado bruto da agropecuária em 2009 foi de cerca de R\$ 25,8 milhões, R\$ 32,9 milhões no setor industrial e R\$ 63,1 milhões no comércio e serviços. Em 2009, o comércio e serviços eram compostos por 126 empresas atuantes, empregando 3.724 assalariados. O salário médio mensal era de 2,1 salários mínimos (IBGE, 2012). As principais atividades econômicas do município são: comércio e serviços. No ranking de desenvolvimento, Palestina está em 45º lugar no Estado (45/101 municípios) e em 4.903º lugar no Brasil (4.903/5.561 municípios), (MASCARENHAS et. al., 2005).

Na agropecuária do município existem 3.066 famílias produzindo numa área de 27.608 hectares. A produção agropecuária do município conta com 32.200 cabeças de bovinos, 1.876 de caprinos e ovinos, 1.065 de suínos e 150.000 de aves. No ano são produzidas 451.000 toneladas de cana-de-açúcar, 9.256 de arroz, 3.300 de mandioca, 245 de laranja, 178 de milho, 157 de manga e 152 de banana (IBGE, 2012).



### 3 LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

A sede do município está a 156 km de Maceió, capital do Estado de Alagoas, e tem acesso, via Barra de São Miguel e Junqueiro, através das rodovias: AL-101-Sul; AL-220; BR-101; e AL-225 (figura 2). A localização geográfica e as distâncias rodoviárias do local do empreendimento e da cidade são mostradas na tabela 1 e na tabela 2. A barragem Boacica está localizada na região noroeste do município de Igreja Nova (AL) e tem acesso por meio de estrada vicinal de terra a partir da rodovia AL-225. A barragem está a uma distância de 6.2 km da cidade (figura 3).



**Figura 4 - Mapa de Acesso Rodoviário**

(Fonte: <http://maps.google.com/>)



**Figura 5 - Localização da Obra**

(Fonte: Google Earth®)

**Tabela 1 – Localização da Obra e Pontos de Referência.**

LOCAL	COORDENADAS UTM	
	Z 24L – WGS 84 Datum	
Cidade de Igreja Nova	E 756.786	N 8.879.435
Barragem Boacica	E 761.608	N 8.881.033

**Tabela 2 – Distâncias Rodoviárias.**

LOCAL 1 – LOCAL 2	DISTÂNCIA (km)
Maceió – Igreja Nova	156
Igreja Nova – Barragem Boacica	6.2

## **4 MEMORIAL DESCRITIVO**

### **4.1 Construções de Apoio Administrativo e Fiscal**

O empreendimento objeto deste projeto se trata de uma obra pública que terá freqüente fiscalização. Também haverá necessidade de guarda e abrigo de materiais. Desta forma, é necessária a construção de barracão temporário contendo ao menos: uma sala para escritório para a Fiscalização do Gestor do empreendimento (dim: 3x3 m), contendo um sanitário (dim: 2,0x1,5 m); uma sala para escritório de apoio da empreiteira (dim: 3x3 m); um sanitário social (dim: 2,0x1,5 m); e uma sala para depósito de material (dim: 3x5 m).

As paredes do barracão poderão ser de alvenaria, tábuas de madeira ou de chapa de compensado. O piso será de tábuas de madeira ou cimentado. A cobertura será com telhas de fibrocimento ou ecológica sobre estrutura de madeira.

O barracão deverá conter todas as instalações provisórias de energia elétrica, água e esgoto. As instalações elétricas devem ser isoladas e protegidas por meio de eletrodutos, caixas, interruptores, tomadas e luminárias. Todos os ambientes deverão possuir janelas com ferrolhos internos e portas com fechaduras. Os escritórios deverão ter ar condicionado, mesa e cadeiras para o executivo e para os interlocutores. Os sanitários deverão ter vaso sanitário de louça com descarga e assento, lavatório de louça e papeleira. Evidentemente, as instalações elétricas e hidrossanitárias do canteiro serão provisórias, mantidas durante todo o período de execução da obra.

Certamente, tanto o que será disponibilizado para construção do empreendimento quanto o que servirá para construção do canteiro deverão ser limpos. A limpeza consiste na remoção de árvores e arbustos e de toda a camada vegetal. Também deverão ser removidos os entulhos, lixos e qualquer material que não sirva para suporte das fundações nem para aterros.

Antes do início dos serviços de construção do empreendimento, deverão ser instaladas duas placas de obra no modelo a ser fornecido pela Fiscalização do Gestor. Elas deverão ser instaladas nos locais também determinados pela Fiscalização. A manutenção das placas será de responsabilidade da empreiteira durante todo o período de execução da obra. Caso qualquer das placas venha a ser danificada ou furtada, a empreiteira deverá proceder aos reparos ou substituí-la.

A proteção da área de intervenção deverá ser em tela de polipropileno fixada em estruturas de madeira e instalada em todo o perímetro do terreno da quadra e do canteiro. Será facultativo à contratante, dispensar a proteção quando a área de intervenção estiver inserida em terreno já protegido por muros ou cercas externas. Durante o período efetivo de execução da obra, a empreiteira disponibilizará administração local contemplando no mínimo um auxiliar administrativo durante o horário comercial e dois turnos de vigilância, das 16:00 às 24:00 e das 0:00 às 08:00.



## **4.2 Recuperação da Barragem**

### **4.2.1 Infraestrutura Operacional**

Observando que a barragem atualmente não possui equipe treinada, tampouco equipamentos para os serviços de manutenção, esse projeto contempla o fornecimento de materiais, equipamentos e ferramentas que serão usados para futuras ações de manutenção da barragem. Eles serão constituídos de:

- 03 pás de bico com cabo;
- 03 enxadas com cabo;
- 01 roçadeira à gasolina;
- 01 carro de mão com caçamba metálica e pneu maciço;
- 01 escada telescópica de alumínio de 12 degraus;
- 03 pares de luva de couro;
- 03 botas de borracha de cano longo;
- 01 unidade de óculos de segurança panorâmica;
- 01 colher de pedreiro;
- 03 capacetes de segurança com aba frontal e suspensão de polietileno;
- 01 par de protetores auriculares;

A proteção vegetal do talude de jusante contém muitas falhas e há excesso de arbustos e presença de árvores em algumas regiões. Essas falhas são causadas por falta de material fértil. Outro fator que contribui para as falhas existentes é a presença de animais pastando no talude. Portanto, recomenda-se a construção de uma cerca de arame farpado e mourões de concreto para proteção do talude. A cerca contornará todo o talude de jusante. Ela deverá conter 11 fios de arame farpado galvanizado nº 14 e classe 250 e será composta de mourões de seção “T”, 7.5x7.5 cm, com ponta inclinada. O espaçamento entre as estacas será de no máximo 3.00 m. Os mourões devem ser engastados com 50 cm de profundidade. Eles deverão ser pintados com tinta acrílica para exteriores na cor “Pantone Azul 286”.

Observa-se a existência de risco de acidentes com pessoas e animais no canal da descarga de fundo. Nesse caso, uma cerca, com as características descritas para o talude de jusante, deve ser construída na margem desse canal, desde o talude até o ponto onde o leito do canal tem profundidade insignificante (próximo ao canal de restituição).

Para acesso da equipe de inspeção ao coroamento e aos taludes, a partir do coroamento, nas extremidades direita e esquerda deverão ser assentados portões de aço galvanizado 1.00x1.60 m. O acesso de veículos ao coroamento e à região à jusante da barragem, passando pelas bermas do talude de jusante, será através de portões de aço galvanizado e tela rígida, com duas folhas, 2x3.50x1.80 m. Todos os portões deverão ser pintados com anticorrosivo e com esmalte sintético na cor “pantone azul 286”. Eles deverão conter ferrolhos e cadeados.

Visando a segurança de pessoas estranhas, placas de advertência e de avisos deverão ser instaladas em determinados pontos da barragem. Elas devem ser confeccionadas em chapas de aço galvanizado pintadas com pintura esmalte com película refletiva. Para assentamento das placas deverão ser utilizados postes de concreto pintados com esmalte

sintético engastados em no mínimo 70 cm. A Codevasf informará os temas e os locais para assentamento de cada placa.

#### **4.2.2 Talude de Montante**

Observada a presença de árvores e arbustos no talude de montante, inclusive no “riprap”, faz-se necessário executar a limpeza total do talude com roçada da vegetação e corte e destoca das árvores e arbustos.

A partir do coroamento, a uma distância de 13.40 m da face interna do muro direito do vertedouro, deverá ser construída uma escada para acesso à região do vertedouro à montante da soleira. A escada terá 1.20 m de largura, estrutura em concreto armado e degraus em concreto simples com acabamento desempenado e desmoldado. A escada descenderá até o muro de contenção do talude de montante e seguirá sobre esse até o canal de aproximação (ver desenhos técnicos).

Sobre a escada deverá ser instalado um corrimão em tubo de aço galvanizado. A barra de corrimão e as estruturas de fixação serão em tubos de aço galvanizado de 2”. Os tubos de fixação deverão ficar engastados na escada a uma profundidade não inferior a 15 cm. O espaçamento máximo entre eles será de 300 cm. O corrimão deverá ficar com uma altura de 90 cm. O corrimão deverá ser pintado com duas demãos de anticorrosivo e duas demãos de esmalte sintético acetinado na cor “Pantone Azul 286”.

#### **4.2.3 Coroamento**

A drenagem do coroamento está comprometida com o excesso de vegetação e falhas no revestimento. O coroamento deverá ser revestido com a aplicação de uma camada com espessura média de 10 cm de revestimento primário, numa faixa de largura de 6.00 m. Para tanto, primeiramente, a superfície dele deve ser preparada com a limpeza e remoção da camada vegetal existente. Também deverá ser aplicado herbicida esterilizante de solo (tipo round up) para evitar o crescimento de vegetação na camada de revestimento do coroamento.

Os formigueiros existentes no coroamento deverão ser eliminados com a aplicação de formicida e, se for o caso, injeção de solo cimento. Os buracos e afundamentos existentes no coroamento deverão ser aterrados com material argiloso compactado com compactador de placas vibratório ou, na impossibilidade de seu emprego, com maços manuais.

Em seguida, deverá ser aplicado revestimento primário. Ele deve ser espalhado com motoniveladora ou retroescavadeira e compactado com rolos compactadores mecânicos autopropelidos. O grau de compactação deverá ser de 95% do PN. O revestimento primário deverá ser executado de forma que a inclinação de drenagem da via, 3 a 5%, fique totalmente voltada para o talude de montante.

Nos “ombros” laterais de montante e de jusante e nas extremidades do coroamento deverão ser construídos meio-fio e linha d’água (sarjeta). Porém, no lado de montante, a cada 40.00 m o meio-fio deverá ter uma abertura de 0.50 m para descida das águas pluviais pelo talude de montante, através de canaletas de concreto armado com altura de 15 cm e com espessura das paredes laterais e do fundo de 8 cm, que se estenderá pelo talude até, no mínimo, 1.00 m sobre o “riprap”. O meio-fio deverá ser com guias de concreto pré-moldadas, com 30 cm de altura total. A sarjeta será em concreto simples, moldada no local e com 8 cm de espessura e 40 cm de largura.

#### **4.2.4 Talude de Jusante**

O talude de jusante apresenta-se com falhas na proteção vegetal e presença de árvores e arbusto, principalmente no dreno de pé. Devido às falhas na proteção vegetal e a obstruções e rompimentos das valetas e tubos de drenagem, existem graves erosões no talude. As seguintes ações deverão ser efetuadas para a recuperação e proteção do talude de jusante contra novas erosões e problemas na drenagem:

##### **4.2.4.1 Reconstituição do talude**

São duas regiões erodidas na base do talude de jusante: uma no lado esquerdo, próxima ao vertedouro e outra no lado direito próximo à estrutura de saída do descarregador de fundo. Elas deverão ser reconstituídas, procedendo-se à escavação para arrasamento das escarpas formadas no talude e, posteriormente, os buracos deverão ser aterrados com compactação manual, utilizando-se material semelhante ao do talude.

##### **4.2.4.2 Recuperação do sistema de drenagem superficial**

A valeta horizontal existente no talude de jusante está em bom estado de conservação. Porém, a presença de material depositado ao lado da valeta possivelmente é resultante das limpezas realizadas nessa valeta. O material, proveniente do talude, chega à valeta após ser carreado pelas águas pluviais. Esse processo é efeito das falhas existentes na proteção vegetal.

Por outro lado, a descida da drenagem, no lado direito do talude, é realizada por meio de tubulação de 200 mm de MPVC. A tubulação original foi assentada de forma muito superficial e está danificada. Desta forma, deve ser substituída. A nova tubulação deve ser assentada em valas escavadas no talude, com lastro de areia de 10 cm. A profundidade da vala deve ser suficiente para que a geratriz superior do tubo fique, no mínimo, a 60 cm da superfície do talude. Os tubos devem ser escorados com blocos de ancoragem nos pontos de curva, alteração da inclinação e na extremidade de saída da tubulação. Os blocos terão as dimensões conforme desenhos técnicos. A tubulação se estenderá da caixa de drenagem na extremidade direita da valeta horizontal do talude, até o canal de saída do descarregador de fundo. Nesse ponto, a tubulação de drenagem ficará sobre a parede do canal, ela será fixada por um bloco de ancoragem e envelopada em concreto armado. O envelopamento se estenderá da extremidade da tubulação até o ponto onde ela terá profundidade de 60 cm.

No lado esquerdo do talude, a descida da drenagem era por meio de canaleta semicircular de concreto pré-moldado. Porém, ela não resistiu ao efeito da velocidade da água no trecho mais inclinado. Sugere-se, então, a substituição da canaleta danificada por outra de concreto armado com dimensões internas de 80 cm de altura e 60 cm de largura. A espessura das paredes e do fundo deverá ser de 10 cm. Nos trechos com inclinação maior ou igual a 40%, a canaleta deverá ter o fundo composto por degraus com 40 cm de espelho vertical e 1.00 m de passo horizontal. A canaleta se estenderá do trecho danificado até o canal de restituição do vertedouro, no local indicado nos desenhos técnicos deste projeto ou onde orientado pela Codevasf.

#### **4.2.4.3 Recomposição da proteção vegetal do talude de jusante e limpeza do dreno de pé**

Devido às falhas na proteção vegetal, será necessário executar a limpeza da vegetação existente, removendo toda a camada vegetal. A limpeza deve ser realizada também no enrocamento do dreno de pé, incluindo corte e destoca de árvores e arbustos. Posteriormente, deverá ser aplicada a camada de terra vegetal (terra preta) e, então, executar o plantio de grama tipo batatais em placas para todo o talude de jusante, exceto sobre o dreno de pé.

#### **4.2.4.4 Escadas e rampas de acesso**

Considerando as dimensões da barragem e a proteção do revestimento do talude de jusante, observa-se a necessidade de construção de escadas e rampas para acessibilidade ao talude. A largura das escadas e rampas deverá ser de 120 cm.

As estruturas das escadas serão em laje com nervuras pré-moldadas de concreto armado e lajotas de cimento. Os degraus serão em concreto simples com acabamento desempenado e desmoldado. O suporte será em parede de concreto armado sobre fundação corrida de concreto armado na largura da escada. Para fechamento do vão sob as escadas, serão construídas paredes de alvenaria de blocos de concreto estrutural tipo canaleta 9x19x19cm. As paredes serão revestidas com chapisco e reboco massa única de ambos os lados e receberão emassamento acrílico e pintura com tinta acrílica para exteriores (na cor “Meat Brown” - RGB: 230, 185, 60) no lado externo. As paredes serão assentadas sobre fundação corrida de concreto simples a uma profundidade não inferior a 15 cm. Essas estruturas deverão ser separadas com juntas de dilatação a cada patamar da escada.

As rampas serão em concreto simples com acabamento desempenado e desmoldado com espessura de 10 cm. Elas serão assentadas sobre a superfície do talude nos lugares indicados nos desenhos técnicos ou pela Codevasf. As rampas deverão conter juntas de dilatação a cada 3.00 metros de extensão.

Três escadas deverão ser construídas no talude de jusante, sendo: uma nas proximidades da ombreira direita fazendo o acesso do coroamento até a área da casa de máquinas das comportas do descarregador de fundo; uma na região central do talude, desde o coroamento (a uma distância de 100 m [de fora a fora] do muro direito do vertedouro) até a berma inferior; e outra será junto ao muro direito do vertedouro, desde o coroamento até o ponto do muro em que a altura do vertedouro para o piso do rápido é de quatro metros.

A rampa a ser construída no talude de jusante será desde a extremidade inferior da escada que ficará junto ao muro direito do vertedouro até a segunda berma da barragem. As travessias sobre as valas de drenagem serão realizadas por meio de lajes construídas com nervuras pré-moldadas, lajotas de cimento e cobrimento em concreto simples com acabamento desempenado e desmoldado.

As escadas deverão possuir corrimãos com estrutura de tubos de aço galvanizado de diâmetro nominal de 2”, fixados no piso. As estruturas de fixação deverão ser assentadas no concreto a uma profundidade não inferior a 15 cm. As peças metálicas deverão ser pintadas com duas demãos de anticorrosivo (zarcão) e duas demãos de esmalte sintético na cor “pantone azul 286”.

#### **4.2.4.5 Bermas**

Para melhoramento das ações de manutenção da barragem, as bermas do talude de jusante deverão ser revestidas com a aplicação de uma camada com espessura média de 10 cm de revestimento primário, numa faixa de largura de 4.00 m. Para tanto, primeiramente, as superfícies das bermas devem ser preparadas com a limpeza e remoção da camada vegetal e aplicação de herbicida esterilizante de solo tipo “round up”.

Em seguida, deverá ser aplicado o revestimento primário. Ele deve ser espalhado com motoniveladora, retroescavadeira ou manualmente e compactado com rolos compactadores mecânicos autopropelidos ou compactadores manuais de placas. O grau de compactação deverá ser de 95% do PN. O revestimento primário deverá ser executado de forma que a inclinação de drenagem da berma, 3 a 5%, fique totalmente voltada para jusante.

#### **4.2.4.6 Placa de Concreto com a Marca da Codevasf**

No centro do talude de jusante, conforme desenhos técnicos deste projeto, deverá ser construída uma placa de concreto armado com acabamento de piso cimentado liso. A placa deverá ser assentada com uma profundidade de 10 cm da superfície do talude. A placa terá 20 cm de espessura, ficando 10 cm salientes (sobre a superfície do talude). Ela terá 31 metros de comprimento por 7.02 metros de altura. A placa será armada nas duas direções, conforme detalhes nos desenhos técnicos. Terá armadura na superfície inferior e na superior. O cobrimento será de 5 cm. A execução da placa deverá ser na forma de tabuleiro de xadrez com juntas de dilatação de asfalto. A maior dimensão dos quadros para juntas de dilatação deverá ser de 3 metros.

O piso cimentado deverá ser executado também em tabuleiro de xadrez, porém, com juntas de dilatação a cada metro e de forma a coincidir com as juntas de dilatação da placa de concreto. O piso deverá ser pintado com duas demãos de tinta acrílica para pisos na cor branca neve em toda a sua superfície. Posteriormente, a marca da Codevasf deverá ser pintada com duas demãos de tinta acrílica para pisos no formato proporcional e cores do padrão da marca da Codevasf (branca neve, Pantone Azul 286, Pantone Verde 348). O comprimento da logomarca será de 30 metros e sua altura será de 6.02 metros, obedecendo às proporções do padrão da marca da Codevasf. A marca será pintada de forma centralizada na placa de concreto, ficando uma borda de 50 cm na cor branca neve em cada lado da placa.

#### **4.2.5 Região à Jusante da Barragem**

A região à jusante da barragem é coberta por uma vegetação excessiva que impossibilita a realização de inspeções e manutenções. Nessa região, numa faixa de no mínimo 40 m de largura, partindo do pé da barragem, da ombreira esquerda à direita, deve ser realizada a limpeza da vegetação. Para isso, deve ser efetuada uma roçada densa, incluindo corte e destoca de árvores e arbustos.

Nessa região, junto ao dreno de pé, existe um acúmulo de água. Possivelmente oriundo do sistema de drenagem interno. Atualmente não há drenagem dessa água, prejudicando a observação e o controle do fluxo da drenagem e impossibilitando a inspeção da área para verificação de fuga d'água e se há carreamento de material da barragem. Desta forma, sugere-se a construção de um canal de drenagem em concreto armado, contendo medidor de vazão do tipo vertedor com placa também em concreto armado.



Para isso, deve ser elaborado o projeto complementar hidráulico e de estrutura do canal e do medidor de vazão. Inclui-se a realização dos serviços topográficos e geológicos na elaboração do projeto. No projeto deverão ser realizados estudos para verificação da estabilidade da barragem com a alteração do entorno e com a execução dos serviços de construção do canal. Desta forma, o projeto deverá apresentar um relatório encadernado em pasta A-Z, contendo memoriais descritivos, memoriais de cálculos, desenhos técnicos, justificativas, avaliações e conclusões com subdivisão em tomos e capítulos, apresentando:

1. Estudos topográficos, incluindo batimetria da área inundada, apresentando cadernetas de campo, desenhos técnicos e relatórios conclusivos sobre a topografia da área de intervenção;
2. Estudos geotécnicos, apresentando desenhos técnicos e relatórios conclusivos das sondagens que caracterizem o solo da área de intervenção;
3. Estudos sobre a estabilidade da barragem e os possíveis efeitos que ela sofrerá devido à remoção da água existente na região à jusante, pela drenagem, ou pelo processo construtivo;
4. Dimensionamento hidráulico do canal e do medidor de vazão, com memoriais de cálculo e desenhos técnicos;
5. Dimensionamento estrutural do canal em concreto armado, com memoriais de cálculo e desenhos técnicos;
6. Levantamento de quantidades dos serviços;
7. Em caso de serviços diferentes dos já previstos neste projeto de recuperação da barragem, o projeto do canal deve apresentar proposta orçamentária para os serviços diferentes;
8. ART's de cada etapa: topografia, geologia, estabilidade e estrutura da barragem, hidráulico e estrutural do canal, dos quantitativos e orçamento;
9. Cada relatório e cada desenho técnico devem ser assinados pelo profissional responsável técnico em sua área de competência.

Para a construção do canal, deve-se realizar a limpeza com remoção da vegetação, numa faixa de 5.00 m de largura, ao longo de toda a extensão do canal. O canal deve conduzir a água acumulada no pé da barragem para o canal de restituição do vertedouro. Também se inclui na construção do canal a execução de gabaritos, escavações, aterros e estrutura em concreto armado.

#### **4.2.6 Vertedouro**

O vertedouro apresenta algumas fissuras nas paredes, na soleira e no rápido. Em alguns pontos, a superfície do concreto está desgastada. Essas fissuras e esses pontos devem ser identificados e recuperados com reconstrução do concreto, onde necessário, e com a aplicação de chapisco e reboco.

O vertedouro não possui acessibilidade para os serviços de manutenção e de inspeção. Para resolver esse problema, uma escada com laje de nervuras pré-moldadas, degraus de concreto simples e pilar-parede e fundações em concreto armado, será construída sobre o talude de jusante, junto ao muro direito do vertedouro. A escada terá 1.20 m de largura. O fechamento do vão sob a escada será em alvenaria de blocos de concreto estrutural, conforme já descrito no item sobre talude de jusante. A escada seguirá desde o coroamento por cerca de



31 m (detalhes nos desenhos técnicos) até o ponto do muro em que a altura do vertedouro para o piso do rápido é de quatro metros.

O acesso à área a jusante da soleira do vertedouro será por meio de escada do tipo marinheiro. Essa escada deverá ser instalada na face interna do muro direito do vertedouro, a partir do ponto final da escada de acesso no talude de jusante. A escada de marinheiro será com degraus de barra de aço CA-50B Ø ¾" (20 mm) com montantes em cantoneira de aço galvanizado de perfil "L" de abas iguais de 1 ½" (40 mm).

A escada de marinheiro terá estruturas de fixação que serão engastadas no muro direito do vertedouro. Os montantes deverão prosseguir até uma altura de 1.00 m acima do topo do muro, baixando em seguida, em forma de "U" e engastados no topo do muro (ver desenhos técnicos). A escada de marinheiro terá largura de 50 cm e os degraus terão espaçamento entre eixos de 25 cm. Ela deverá ser pintada com duas demãos de anticorrosivo e duas demãos de tinta esmalte sintético acetinado, na cor "Pantone Azul 286".

Para acesso ao lado à montante da soleira será construída uma escada, com 1.00 m de largura, sobre o talude de montante, a partir do coroamento, num ponto a 13.40 m da face interna do muro do vertedouro. A escada seguirá diagonalmente, baixando até o ponto de transição do muro. A partir desse ponto a escada seguirá sobre o muro do vertedouro até o canal de aproximação. Conforme itens referentes aos taludes, corrimãos em tubos de aço galvanizados, pintados com duas demãos de anticorrosivo e de esmalte sintético acetinado na cor "Pantone Azul 286", deverão ser instalados em todas as escadas e rampas.

Para acesso à ombreira esquerda, uma passarela deverá ser construída sobre o canal do vertedouro. Ela deve ser posicionada no eixo da barragem e fixada sobre os muros direito e esquerdo do vertedouro. A passarela será com piso em chapa metálica e estrutura de treliças metálicas equipadas com estrutura em tubo de aço galvanizado de 2" e tela de arame de aço galvanizado nº 14 bwg com malha quadrada de 2" que também servirão como guarda-corpos de ambos os lados. Todas as peças metálicas da passarela deverão ser pintadas com duas demãos de anticorrosivo e duas demãos de tinta esmalte sintético de acabamento acetinado. A cor do piso e da tela do guarda-corpo deverão ser na cor "Pantone Verde 348" e as demais peças na cor "Pantone Azul 286".

Guarda-corpos de proteção com estrutura de tubos de aço galvanizado de 2" equipados com tela de arame de aço galvanizado nº 14 BWG com malha quadrada de 2" deverão ser construídos sobre os muros do vertedouro. Essas peças deverão ser pintadas com anticorrosivo e esmalte sintético. A altura dos guarda-corpos, inclusive os da passarela, em relação ao piso acabado será de 130 cm.

As estruturas e pisos da passarela, os corrimãos, guarda-corpos, alambrados e a escada marinheiro deverão ser pintadas com anticorrosivo e com esmalte sintético. O piso da passarela e as telas dos guarda-corpos deverão ser na cor "Pantone Verde 348" e as demais peças metálicas deverão ser pintadas na cor "Pantone Azul 286".

#### **4.2.7 Área do Reservatório**

Para a área do reservatório observa-se a necessidade de instalação de réguas de nível (réguas linimétricas) e realização de batimetria para estudo de assoreamento do lago. A batimetria deve ser realizada numa área de nove hectares, partindo do talude de montante.

As réguas deverão ser de alumínio anodizado no tamanho 1000x60x2 mm. Devem conter marcas com espaçamento de 1 cm e numeração de 2 em 2 cm com caracteres impressos fotomecanicamente, nas cores vermelho e natural, conforme padrão da ANA. A

camada anódica deve ser de 20 microns com proteção delgada de sais de óxido pelo processo de autovácuo. A instalação deve ser feita com topografia para referência de nível. Cada régua deve ser numerada de acordo com o nível de referência da barragem, onde a cota da soleira do vertedouro deverá ser 36,10 m. As régua deverão ser instaladas no muro esquerdo do vertedouro, a 50 cm à montante da soleira. E, também, sobre o talude de montante, próximo à ombreira direita em fileira perpendicular ao reservatório. Nesse caso, as régua deverão ser fixadas em blocos de concreto construídos sobre o talude de montante.

#### **4.2.8 Caixa de Montante, Galeria e Estrutura de Saída da Descarga de Fundo**

Uma vez que as comportas da estrutura de saída estão danificadas e completamente oxidadas, elas devem ser substituídas. Entretanto, para agilidade dos procedimentos de recuperação, a substituição das comportas será objeto de estudos específicos posteriores. Observa-se também que a casa de máquinas também está destruída e deve ser reconstruída. Para isso, as partes das paredes que existem devem ser demolidas.

As dimensões da casa de máquinas são: 3.00x6.80 m. As paredes serão em alvenaria de blocos de concreto estrutural tipo canaleta 9x19x19 cm, assentados com argamassa de cimento e areia. Elas serão revestidas com chapisco de cimento e areia grossa, no traço 1:3 e serão rebocadas com massa única de cimento, cal e areia, no traço 1:1:7. As paredes internas e externas e o teto serão pintados com tinta acrílica para exteriores, sobre massa acrílica.

A casa de máquinas terá laje de forro de nervuras pré-moldadas de concreto e lajotas de cimento, com cobrimento mínimo de 3 cm de concreto. A laje conterà beirais de 50 cm em todas as direções. Ela terá uma inclinação de 12.5% da fachada frontal para os fundos. A laje receberá impermeabilização com manta asfáltica, incluindo as faces laterais dos beirais. Sobre a manta asfáltica, inclusive nas faces laterais dos beirais, deverá ser aplicada uma camada de revestimento cimentado com 25 mm de espessura. A face inferior da laje deverá ser revestida com chapisco e reboco massa única de cimento, cal e areia, com as mesmas composições descritas para as paredes.

Na parede dos fundos deverão ser assentadas duas janelas de alumínio nas dimensões 1.00x1.00 m. Nas paredes laterais e frontais serão assentados elementos vazados de 50x50 cm. A porta de entrada da casa será de alumínio 1.60x2.10 m. Os locais para assentamento dessas peças serão indicados por meio de desenhos técnicos ou pela Codevasf.

### **4.3 Serviços Complementares**

#### **4.3.1 Estrada de Acesso**

A estrada de acesso está bastante erodida, devendo ser recuperada. Para isso serão necessárias a regularização da superfície com motoniveladora e a aplicação de revestimento primário compactado com rolo compactador autopropelido. O grau de compactação deverá ser de 95% do PN. A largura da estrada deverá ser de no mínimo 6.00 m. O revestimento deverá ser executado de forma que sua seção transversal fique abaulamento com inclinação de no mínimo 3% para proporcionar perfeita drenagem para ambos os lados da estrada.

## **5 FOTOGRAFIAS**



**Figura 6 - Talude de Montante**



**Figura 7 - Coroamento**





**Figura 8 - Talude de Jusante - Vista**



**Figura 9 - Talude de Jusante - Erosões e rompimento de canaletas de drenagem**





**Figura 10 - Talude de Jusante - Erosões no talude e tubos de drenagem danificados e faltando**



**Figura 11 - Talude de Jusante - Falhas na proteção vegetal**





**Figura 12 - Talude de Jusante - Bermas**



**Figura 13 - Região à Jusante - Área alagada**





**Figura 14 - Vertedouro**



**Figura 15 - Reservatório**



**Figura 16 - Casa de Máquinas do Descarregador de Fundo**



**Figura 17 - Canal de Saída do Descarregador de Fundo**



## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O projeto básico para recuperação da barragem foi baseado em estudos realizados pela Codevasf. Nos estudos foram observados todos os serviços necessários, considerando os aspectos topográficos, geológicos, hidráulicos, climáticos, econômicos e sociais. Os estudos foram baseados no Relatório de Inspeção Regular de Segurança da Barragem, emitido pelo Inspetor de Segurança de Barragens da 5ª Superintendência Regional.

Este projeto contempla tão somente os serviços de construção civil. Os estudos de viabilidade social e econômica, a comprovação de posse do terreno, a obtenção de eventuais licenças ambientais (incluindo os estudos ambientais que forem necessários), autorizações legais e demais documentos necessários à realização dos serviços será objeto de ações posteriores da Codevasf, que deverão ser tomadas por meio de suas unidades, especificamente relacionada com a área dessas ações complementares.

## REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Orientações para Elaboração do Relatório de Instalação de Estações Hidrométricas**. Brasília, 2011.

CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Almanaque Vale do São Francisco**. 1ª Ed. Brasília, 2001.

MASCARENHAS, João de Castro; BELTRÃO, Breno Augusto; SOUZA Jr, Luiz Carlos de. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Diagnóstico do Município de Igreja Nova, Estado de Alagoas**. Recife, 2005.

## “SITES”

Pesquisas realizadas até: 01/08/2012

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Igreja\\_Nova\\_\(Alagoas\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Igreja_Nova_(Alagoas)) (Wikipedia – A Enciclopédia Livre)

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Mesorregi%C3%A3o\\_do\\_Leste\\_Alagoano](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mesorregi%C3%A3o_do_Leste_Alagoano) (Wikipedia – A Enciclopédia Livre)

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Microrregi%C3%A3o\\_de\\_Penedo](http://pt.wikipedia.org/wiki/Microrregi%C3%A3o_de_Penedo) (Wikipedia – A Enciclopédia Livre)

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Mata\\_atl%C3%A2ntica](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mata_atl%C3%A2ntica) (Wikipedia – A Enciclopédia Livre)

[http://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen\\_climate\\_classification](http://en.wikipedia.org/wiki/K%C3%B6ppen_climate_classification) (Wikipedia – The Free Encyclopedia)

<http://www.blueplanetbiomes.org/climate.htm> (Blue Planet Biome)

<http://maps.google.com/> (Google Maps)

<http://www.dca.ufcg.edu.br/clima/dadosal.htm> (Departamento de Ciência Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande - Dados Climatológicos do Estado de Alagoas)

<http://www.ama.al.org.br> (Associação dos Municípios de Alagoas)

<http://www.agritempo.gov.br> (Agritempo)

<http://www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.php?link=al> (Levantamento Exploratório - Reconhecimento de solos do Estado de Alagoas :: Escala: 1:400.000 :: Embrapa – 1975).