



PLANO DE AÇÃO EMERGENCIAL PCH JACARÉ

FRANCISCO BELTRÃO, MAIO DE 2014.

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	2
2.INFORMAÇÕES GERAIS	4
3.RESPONSABILIDADES	9
4.ANÁLISE, PERCEPÇÃO E GESTÃO DOS RISCOS.....	10
5.PROGRAMA DE INSPEÇÃO E SEGURANÇA DE BARRAGEM.....	10
6.RUPTURA EM PROGRESSÃO	10
7.RUPTURA IMINENTE.....	11
8.RUPTURA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL	11
9.SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA	11
9.1ABALO SÍSMICO	12
9.2ENCHENTE	13
9.3EROSÃO, ABATIMENTO, ENCHARCAMENTO OU TRINCAMENTO DA BARRAGEM OU OMBREIRAS	13
9.4NOVAS FONTES, INFILTRAÇÃO, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS	14
9.5DESLIZAMENTOS	14
9.6DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA.....	14
9.7LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS	14
9.8OUTROS PROBLEMAS	15
9.9TÉRMINO DA SITUAÇÃO EMERGENCIAL E AÇÕES COMPLEMENTARES.....	15
10. AÇÕES PREVENTIVAS.....	15
10.1GALGAMENTO (TRANSBORDAMENTO) POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO	15
10.2REDUÇÃO DA BORDA LIVRE E/OU REDUÇÃO DA LARGURA DA CRISTA	16
10.3DESLIZAMENTO NO TALUDE DE MONTANTE OU DE JUSANTE DO ATERRO	16
10.4EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS..	16
10.5FALHA EM UM DISPOSITIVO DE DESCARGA, COMO TOMADA D'ÁGUA E SANGRADOURO:.....	16
10.6DESLOCAMENTO EM MASSA DA BARRAGEM.....	17
10.7PERCOLAÇÃO EXCESSIVA E SATURAÇÃO DO ATERRO EM COTAS ELEVADAS	17
10.8EROSÃO NO SANGRADOURO COM RISCO DE ESVAZIAMENTO DO RESERVATÓRIO	17
10.9ABATIMENTO EXCESSIVO DO ATERRO.....	17
10.10PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGENS DE CONCRETO	18
11.RECURSOS E SUPRIMENTOS DE EMERGÊNCIA.....	18

12.ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES	19
13.APROVAÇÃO DO PAE	20
14.ANEXOS	21
ANEXO A – Tabela com anomalias	21
ANEXO B – Lista de notificação	29
ANEXO C – Afixação de listas de notificação e distribuição do PAE	30
ANEXO D – Atualização do PAE	31
ANEXO E – Ficha de inspeção formal - Semestral.....	32
ANEXO F – MAPAS	44
15.REFERÊNCIAS	45
16.GLOSSÁRIO	46

1. INTRODUÇÃO

Risco é o valor obtido a partir da consideração de consequências possíveis (designadamente, perdas de vidas e custos) de acontecimentos indesejáveis, conjugada com a probabilidade de ocorrência de fatores (exógenos e endógenos) intervenientes no processo. Como em qualquer outro acidente, também neste caso, construção de barragens, o melhor remédio é a prevenção (PINTO, 2008).

Como na generalidade dos sistemas tecnológicos, a segurança absoluta das barragens não pode ser garantida. Esta é uma realidade conhecida, desde há muito tempo, pelos técnicos e especialistas. Alguns acidentes históricos e as catástrofes resultantes, nos séculos XIX e XX, confirmam esta afirmação. Contudo, tal fato não é claramente reconhecido pelo público em geral, sendo que muitas vezes, essa informação não é repassada de forma clara para o público (ALMEIDA, 1999).

O Plano de ação emergencial – PAE é parte constituinte do Plano de Gerenciamento de Riscos – PGR. Este, por sua vez, é constituído por um conjunto de metodologias e ações coordenadas que agem com intuito de minimizar danos causados por incidentes e acidentes, no presente caso, reduzir perdas potenciais na barragem e no vale a jusante, assegurando a melhor resposta durante e após possíveis acidentes (BALBI, 2008).

As emergências a serem tratadas pelo presente PAE, podem ser, por exemplo, a falha de um equipamento essencial, tal como uma comporta de controle de cheias, uma ruptura de talude que possua o potencial de causar a ruptura da barragem, ou a ruptura completa da barragem, causada por galgamento, sismo ou erosão interna (piping).

A identificação e avaliação dos riscos do projeto foram realizadas, através de reunião específica para tais atividades, contando com uma equipe multidisciplinar montada pela empresa ALCAST do Brasil e parceiros. O gerenciamento dos riscos do projeto foram realizados com base nos riscos já previamente identificados neste tipo de obra, encontrados na literatura existente. Todos os riscos não previstos no plano, mas identificados no decorrer da obra, devem ser incorporados ao projeto dentro do monitoramento e controle de mudanças de riscos. As estratégias de respostas possíveis aos riscos identificados pelo projeto serão as transferências, a mitigação e a eliminação para aqueles que constituam ameaças ao projeto.

Este PAE define responsabilidades e indica os procedimentos previstos para:

- a) Identificar situações não usuais e/ou indesejáveis, que possam vir a comprometer a segurança da barragem;
- b) Iniciar ações remediadoras a tempo para prevenir ou minimizar os impactos a jusante de uma eventual ruptura da barragem;

c) Iniciar as ações emergenciais para notificações das populações a jusante sobre uma iminente ou atual ruptura da barragem.

Neste plano, o termo barragem é utilizado compreendendo não só o maciço, mas também todas as estruturas complementares porventura existentes.

2. INFORMAÇÕES GERAIS

Quadro 1: Relação de informações sobre o empreendimento e a empresa

IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA	
Empresa:	Alcast do Brasil
Razão Social:	Alcast do Brasil LTDA
Sede comercial:	Estrada Municipal Francisco Beltrão, S/N Km 5 – Seção Jacaré – Zona Rural. CEP: 85.605-PR
CNPJ:	01.836.843-0001-95
Telefone:	46 – 3520 8888
Atividade:	Produção de alumínio e suas ligas em formas primárias. Fabricação de outras máquinas e equipamentos de uso geral.
Projeto:	PCH Jacaré
Localização:	Região Sudoeste do Estado – Vale do Iguaçu
Nome oficial da barragem:	Santana
Rio:	Santana
Descrição das propriedades a jusante da barragem:	Propriedades rurais escassas

DESCRIÇÃO GERAL DA PCH JACARÉ

O barramento localiza-se no rio Santana em seu km 73, contado para montante a partir da foz no rio Chopim, região sudoeste do Estado – Vale Iguaçu. Às margens direita do rio pertence ao município de Bom Sucesso do Sul, e a esquerda, ao município de Francisco Beltrão.

Dados Gerais

Sub-bacia.....	65
Bacia.....	06
Área de drenagem.....	767 km ²
Vazão média de longo termo.....	23,2 m ³ /s
Vazão sanitária a ser permanentemente liberada.....	0,48 m ³ /s
Vazão turbinada.....	24,9m ³ /s
Permanência de vazões médias diárias (turbinada mais ambiental).....	25%
Nível de água Máximo de montante.....	514,01
Nível de água Normal de montante.....	511,00

Nível de água Mínimo de montante.....	511,00
Depleção máxima do reservatório.....	0,0m
Volume útil associado.....	0,0m ³
Volume morto.....	2,039x106m ³
Volume total.....	2,039x106m ³
Área alagada total.....	41,34ha
Área da calha natural do rio.....	23,60ha
Área de preservação permanente (faixa de 50 m).....	42,63ha
Nível de água médio de montante.....	511,00
Nível de água normal de jusante.....	487,00
Nível de água normal de montante aproveitamento subsequente PCH Foz.....	480,00
Quebra bruta média.....	24,00
Potência instalada.....	5.000kW
Fator de capacidade p/ energia MLT.....	0,63
Energia média anual gerada.....	3,15MWmed

Barragem e vertedouro

O modelo utilizado é o de ombreiras em enrocamento com núcleo em argila e trecho central com vertedor soleira livre em concreto.

Altura máxima.....	12,00m
Altura das ombreiras em relação a crista do vertedor.....	4,00m
Tipo de vertedor.....	Soleira livre crista Creager
Cota da crista dos vertedouros.....	515,00m
Paramentos da face do vertedouro.....	Montante 0,0H: 1V jusante 0,75H:1V
Free Board.....	4,00m
Vazão milenar.....	1097m ³ /s
Lâmina máxima sobre o vertedor.....	3,01m
Vazão máxima do vertedouro central.....	1097m ³ /s
Capacidade última de vertimento NA 515,00.....	1681m ³ /s
Material de construção do vertedouro.....	Concreto armado ciclópico
Comprimento total da crista do vertedouro.....	100,00m
Volume total do concreto (ciclópico e estrutural).....	4674m ³

Comporta descarga de fundo para desvio.....	02 unidades
Tipo de comporta.....	Vagão com rodas acionamento manual por talha
Dimensões.....	1,0mx1,0m
Dispositivo de descarga para manutenção da vazão sanitária.....	01 unidade
Tipo de orifício: Orifício circular na face de montante da barragem de concreto	
Diâmetro do orifício:.....	30cm
Cota do centro do orifício.....	507,33m

Sistema de adução

Sistema adutor em túnel de baixa pressão escavado em rocha, sem previsão de revestimento, com câmara de carga no desemboque e conduto forçado duplo. Há previsão de um canal curto e este é o último tramo do sistema de adução antes de devolver a água ao rio.

Tomada d'água do túnel adutor

Tipo.....	Direta
Comportas.....	02 unidades
Tipo de comporta.....	Vagão com rodas - metálicas
Dimensões (passagem livre).....	2,8 m x 2,8 m
Acionamento.....	Talha manual
Outros dispositivos de proteção.....	Longboon a 45° - 20 flutuantes unidos por cabo de aço ancorados
Espaçamento entre flotantes.....	1,5m
Dimensão.....	Bombonas de 40 litros
Seção livre da tela defletora.....	20mx50m (LxH)
Cota do piso de operação da comporta.....	515,00m
Cota da soleira inferior da comporta.....	504,70m
Altura de pressão máxima sobre a comporta.....	6,30m
Quantidade de grade grossa.....	02 unidades
Espaçamento entre barras.....	60mm
Dimensão das barras.....	3/8"x5"
Seção livre das grades.....	3,60 m x 6,00 m (L x H)
Inclinação das grades.....	75°
Equipamento limpa grades.....	Automático, com acionamento hidráulico, tipo rastelo

Túnel adutor

Tipo.....	Escavado em rocha sem previsão de revestimento
Dimensões (passagem livre).....	Seção arco retângulo com 5,30 de diâmetro
Extensão total.....	710 m
Coeficiente de rugosidade adotado.....	0,025
Área livre de escoamento.....	25,08 m ³
Raio hidráulico.....	1,33m
Velocidade de fluxo.....	0,99m/s
Cota do fundo para estaca	
Declividade do fundo.....	0,00042m/m
Cota do fundo desemboque.....	504,48

Câmara de carga

Tipo.....	Direta
Comportas.....	02 unidade
Tipo de comporta.....	Vagão com rodas – metálica
Dimensões (passagem livre).....	2,8 m x 2,8 m (L x H)
Acionamento.....	Talha manual
Cota do piso de operação da comporta.....	512,5m
Cota de soleira inferior da comporta.....	505,00m
Altura de pressão máximasobre a comporta.....	6,00m
Quantidade de grade fina.....	02 unidades
Espaçamento entre barras.....	30mm
Seção livre das grades.....	3,60 mx5,70 m (LxH)
Inclinação das grades.....	75°

Conduto forçado

Aço tipo.....	COS AR COR 3470kgf/cm ²
Quantidade.....	02 unidades sem bifurcação
Diâmetro.....	2,40m
Comprimento.....	2x53m
Espessura da chapa.....	7,84mm

Peso total de chapa.....	50.682kg
Blocos de ancoragem.....	1
Berços de apoio.....	4

Casa de força

Tipo.....	Casco estrutural impermeável em concreto armado e lastro m concreto ciclópico
Área da casa e sala de comando.....	422,2m ²
Dimensões comprimento, largura e pé direito.....	28,2 x 11,1 13,9m
Cota de proteção contra enchentes.....	491,50m
Piso da sala de máquinas.....	489,60m
Piso da sala de comando.....	491,50m
Cota do eixo da turbina e gerador.....	490,50m
Nível de água normal a jusante.....	487,00m

3. RESPONSABILIDADES

Quadro 2: Relação de responsabilidades e seus devidos departamentos

Responsabilidade	Departamento
Operação e manutenção diária da barragem:	Operador da barragem
Implementação do PGR:	Departamento de Saúde, Segurança e Meio Ambiente – SSMA
Determinação de situações ou eventos que requeiram ações emergenciais:	Engenheiro de segurança de trabalho. Técnicos de segurança de trabalho. Responsável pela manutenção diária da barragem.
O projetista da barragem é:	Equipe Enebrás

4. ANÁLISE, PERCEPÇÃO E GESTÃO DOS RISCOS

O processo de análise de risco de segurança de barragens é voltado para identificar a extensão e possibilidade das consequências associadas a acidentes de barragens ou de componentes de barragens. A avaliação e percepção de riscos em vales de barragens, exige inúmeros trabalhos de campo de forma periódica (inquéritos) para que assim que identificados os mesmos sejam mitigados para reduzir impactos relativos à: possíveis perdas de vida, perdas de bens agrícolas (culturas perdidas e máquinas), perdas de gado, perdas de áreas florestais, de bens residenciais (edifícios residenciais e coletivos e equipamentos sociais), perdas de bens em zonas industriais (instalações fabris e equipamentos), perdas de infra-estruturas e serviços públicos etc.

5. PROGRAMA DE INSPEÇÃO E SEGURANÇA DE BARRAGEM

Pode-se considerar uma barragem segura, quando esta apresenta um bom comportamento em excepcionais pontos: estrutural, econômico, ambiental e social. Desta forma, faz-se necessária a realização periódica de inspeções para garantir que a barragem atenda aos requisitos preestabelecidos.

As inspeções são feitas para analisar e avaliar características hidráulicas, hidrológicas, a estabilidade estrutural e a adequabilidade operacional da obra através de análise *in loco* por pessoa ou equipe devidamente treinada e qualificada. O objetivo principal das inspeções é identificar desvios

em relação às normas e irregularidades, denominadas de anomalias, que possam afetar potencialmente ou de imediato a segurança da barragem.

Inspecções rotineiras devem ser realizadas mensalmente, não apresentado necessidade da geração de um relatório formal, contudo, se constatado anomalias, essas devem ser devidamente comunicadas. Semestralmente, inspecções formais devem ser realizadas por equipe técnica designada pelo proprietário. Para essas inspecções segue uma lista de tópicos em nosso PAE (ANEXO E) que devem ser avaliados para posteriormente geração de relatório. A pessoa responsável pelo preenchimento

Alguns dos possíveis riscos que podem ser identificados e seus devidos procedimentos de ação, estão apresentados nos itens a seguir.

6. RUPTURA EM PROGRESSÃO

Caso seja detectado uma ruptura em progressão, é necessário que inicie-se de imediato uma evacuação da área de inundação a jusante seguindo os seguintes passos:

- a) notificar as pessoas imediatamente a jusante a respeito da ruptura;
- b) coordenar esforços com outras instituições e proprietários de barragens a jusante para reduzir a onda de cheia, se aplicável.

7. RUPTURA IMINENTE

Caso a ruptura de uma barragem seja iminente, mas não tenha iniciado ainda, os seguintes passos devem ser seguidos imediatamente:

- a) avisar pessoas a jusante da barragem para evacuar em vista da ruptura potencial da barragem;
- b) implementar a lista de notificação;
- c) implementar ações preventivas descritas no item 9 deste plano; efetuar todos os esforços possíveis para reduzir a onda de cheia a jusante (e.g. reduzir a entrada de água no reservatório, operar os dispositivos de liberação de água etc.)

8. RUPTURA EM DESENVOLVIMENTO LENTO OU SITUAÇÃO NÃO USUAL

Caso uma ruptura em desenvolvimento lento ou situação não usual esteja ocorrendo, onde a ruptura não seja iminente, mas possa ocorrer se nenhuma ação for efetivada, o pessoal encarregado

deverá:

- a) contatar a defesa civil, para uma inspeção da barragem;
- b) verificar, durante estes contatos, se existe alguma ação imediata que possa ser tomada para reduzir o risco de ruptura;
- c) implementar, caso necessário, ações preventivas descritas no item 9 deste plano;
- d) caso a situação torne-se mais grave, preparar para implementar a lista de notificação.

9. SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA

A seguir são relacionados alguns dos eventos que podem acarretar diretamente a ruptura da barragem. Para cada um desses eventos é apresentada uma sequência de etapas a serem seguidas na tentativa de estabilizar a situação.

9.1 ABALO SÍSMICO

Caso um tremor de terra com magnitude igual ou superior a 5 graus na escala Richter (É sentido por todos. Pessoas caminham sem equilíbrio. Janelas e objetos de vidro são quebrados. Objetos, livros etc. caem de estantes. Móveis movem-se ou tombam. Alvenarias e rebocos racham. Árvores balançam visivelmente ou ouve-se ruído.) seja anunciado nas proximidades, ou o indivíduo responsável pela barragem tenha sentido tremores, dever-se-á:

- a) Efetuar imediatamente uma inspeção visual de toda a barragem e estruturas complementares;
- b) Se a barragem estiver rompendo, implementar imediatamente as instruções descritas no item de Ruptura em Progressão;
- c) Se a barragem estiver danificada a ponto de acarretar em aumento de fluxo para jusante, implementar imediatamente os procedimentos descritos para Ruptura Iminente;
- d) Em outro caso, se ocorreu dano, mas este não é julgado sério o bastante para causar o rompimento da barragem, observar rapidamente a natureza, localização e extensão do dano, assim como o potencial de ruptura. Em seguida, entrar em contato com a equipe de segurança e defesa civil para maiores instruções. Uma descrição das superfícies de deslizamentos, zonas úmidas, aumento ou surgimento de percolações ou subsidências, incluindo sua localização, extensão, taxa de subsidência, efeitos em estruturas próximas, fontes ou vazamentos, nível da água no reservatório, condições climáticas e outros fatores pertinentes será também importante;
- e) Caso não exista perigo iminente de ruptura da barragem, o proprietário deverá inspecionar detalhadamente o seguinte:

- Coroamento e ambos os taludes da barragem, por trincas, recalques ou infiltrações;
- Ombreiras, por possíveis deslocamentos;
- Drenos ou vazamentos, por alguma turbidez ou lama na água ou aumento de vazão;
- Estrutura do sangradouro para confirmar uma continuidade da operação em segurança;
- Dispositivos e descarga, casa de controle, túnel e câmara da comporta por integridade estrutural;
- Áreas no reservatório e a jusante, por deslizamentos de terra;
- Outras estruturas complementares.

Deve-se relatar os aspectos observados para a defesa civil e todas as outras instituições contatadas anteriormente durante a emergência. Também deve-se observar cuidadosamente a barragem nas próximas duas a quatro semanas já que alguns danos podem não aparecer imediatamente após o abalo.

9.2 ENCHENTE

Estudo da propagação da Cheia Afluente de Projeto indicará se o sangradouro irá ou não suportar a cheia sem problemas. No caso de um evento de cheia maior, procedimentos especiais devem ser efetuados para assegurar vidas e propriedades a jusante. Se algo acontecer causando elevação do nível da água no reservatório até 0,6m abaixo da crista da barragem, contate a defesa civil imediatamente relatando o seguinte:

- a) elevação atual do nível do reservatório e borda livre;
- b) taxa de elevação do nível do reservatório;
- c) condições climáticas – passado, presente e previsão;
- d) condições de descarga dos riachos e rios a jusante;
- e) a vazão dos drenos.

No momento em que o nível de água do reservatório exceder a cota da soleira do sangradouro, pelo menos 1 (uma) inspeção diária da barragem deve ser efetuada.

Se o nível do reservatório atingir 0,3 m da crista da barragem, implemente imediatamente os seguintes procedimentos:

- a) contatar o a defesa civil e demais equipes de segurança da barragem;
- b) aumentar, gradualmente, a descarga no sangradouro e/ou tomada d'água se possível;
- c) tentar notificar as pessoas residentes a jusante sobre o aumento de vazão, e aumente as vazões em estágios para evitar atingir o pessoal a jusante o operador da barragem é o responsável pela operação da descarga para atenuar a cheia.
- d) verificar o pé da barragem e ombreiras a jusante procurando por novas infiltrações ou

percolações anormais no dreno do pé, se existir alguma indicação de fluxo com carreamento de argila ou silte ou aumento das vazões, implementar os procedimentos de Ruptura Iminente;

e) verificar o aumento/redução de percolação devido à variação do nível da água;

f) verificar trincas, abatimentos, umedecimentos, deslizamentos ou outros sinais de perigo próximos às ombreiras ou crista.

9.3 EROÇÃO, ABATIMENTO, ENCHARCAMENTO OU TRINCAMENTO DA BARRAGEM OU OMBREIRAS

Determinar a localização, dimensão da área afetada (altura, largura e profundidade), severidade, estimativa de descarga, turbidez da água de percolação e os níveis de água no reservatório e na região a jusante. Se uma ruptura parecer provável, implementar imediatamente os procedimentos de Ruptura Iminente, caso contrário, contatar a defesa civil para instruções.

9.4 NOVAS FONTES, INFILTRAÇÃO, CHARCOS, AUMENTO DE FLUXO OU SUMIDOUROS

Caso ocorra um rápido aumento em antigas infiltrações, um aumento de fluxo no dreno de pé ou aparecimento de novas fontes, infiltrações ou zonas úmidas, então devem ser determinadas a sua localização, extensão da área afetada, descarga estimada, aspecto da água de descarga e as elevações de água no reservatório e na região a jusante. Um desenho da área pode ser útil para ilustrar.

Se uma ruptura parecer provável, implementar imediatamente os procedimentos de Ruptura Iminente, caso contrário, reportar todas as observações para o engenheiro responsável e aguardar por melhores instruções.

9.5 DESLIZAMENTOS

Todo deslizamento na região de montante que tenha potencial para deslocar rapidamente grandes volumes pode gerar grandes ondas no reservatório ou sangradouro. Deslizamentos na região de jusante que possam impedir o fluxo de água normal também são relevantes. Todos os deslizamentos que apresentarem riscos à vidas, devem ser relatados a defesa civil. Entretanto, antes, é importante determinar a localização, extensão, causa provável, grau de efeito na operação, probabilidade de movimentos adicionais da área afetada e outras áreas de deslizamento, desenvolvimentos de novas áreas e outros fatores considerados relevantes.

9.6 DESCARGAS SÚBITAS DE ÁGUA

No caso de grandes descargas súbitas de água, planejadas ou não, pelo sangradouro ou dispositivos de tomada d'água (e.g. abertura de comportas e válvulas etc.), as populações residentes a jusante devem ser notificadas juntamente com as instituições e organismo envolvidos, sobre o aumento do fluxo.

9.7 LEITURAS DE INSTRUMENTAÇÃO ANORMAIS

Após a obtenção de toda leitura de instrumentação da barragem, os valores obtidos devem ser comparados com os das leituras anteriores para o mesmo nível de água no reservatório. Caso a leitura pareça anormal, operador da barragem é responsável por:

- Determinação de:
 - a) alterações das leituras normais;
 - b) níveis de água no reservatório e na região a jusante;
 - c) condições climáticas;
 - d) outros fatores pertinentes.
- Contatar o proprietário da barragem, engenheiro projetista e equipe de segurança da empresa.

9.8 OUTROS PROBLEMAS

No caso de ocorrência de outros problemas que possam por a barragem em risco de segurança, contatar a equipe de segurança e explicar a situação da melhor maneira possível.

9.9 TÉRMINO DA SITUAÇÃO EMERGENCIAL E AÇÕES COMPLEMENTARES

Uma vez que as condições indicam não mais haver emergência na região da barragem e as pessoas e entidades responsáveis terem declarado que a barragem está segura, o presidente da CIPA da empresa deve contatar as autoridades locais, as quais irão dar por terminada a situação emergencial.

10. AÇÕES PREVENTIVAS

A seguir são relacionadas algumas situações com as respectivas ações a serem implementadas no caso de sua ocorrência, a fim de prevenir ou retardar a ruptura. Estas ações somente devem ser implementadas sob a orientação da defesa civil ou de outros profissionais de engenharia devidamente

qualificados.

10.1 GALGAMENTO (TRANSBORDAMENTO) POR ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

- a) abrir os dispositivos de descarga até o seu limite máximo de segurança;
- b) posicionar sacos de areia ao longo da crista da barragem para aumentar a borda livre e forçar um maior fluxo pelo sangradouro e dispositivos de descarga;
- c) providenciar proteção no talude de jusante, instalando lonas plásticas ou outros materiais resistentes a erosão;
- d) derivar, se possível, parte da vazão afluyente na região do reservatório;
- e) aumentar a descarga de sangria, efetuando aberturas em pequenos aterros, diques ou barragens auxiliares, onde os materiais de fundação forem mais resistentes à erosão.

CUIDADO: Executar esta ação somente em último caso. Contatar a defesa civil antes de tentar executar uma abertura controlada em um aterro.

10.2 REDUÇÃO DA BORDA LIVRE E/OU REDUÇÃO DA LARGURA DA CRISTA

- a) posicionar enrocamento e sacos de areia adicionais em áreas danificadas para prevenir mais erosão do aterro;
- b) rebaixar o nível da água no reservatório para uma cota abaixo da área afetada;
- c) recompor a borda livre com sacos de areia ou aterro e enrocamento;
- d) dar continuidade a uma inspeção detalhada da área afetada até a melhoria das condições climáticas.

10.3 DESLIZAMENTO NO TALUDE DE MONTANTE OU DE JUSANTE DO ATERRO

- a) rebaixar o nível da água no reservatório a uma taxa e até uma cota considerada segura dadas às condições da ruptura. Caso os dispositivos de descargas estejam danificados ou bloqueados, a instalação de moto-bombas, sifões ou a abertura controlada do aterro pode ser necessária;
- b) recompor, se necessário, a borda livre pela colocação de sacos de areia ou reaterrando o topo do deslizamento;
- c) estabilizar o deslizamento no talude de jusante acrescentando material (e.g. solo, enrocamento, pedregulho etc.) no pé da superfície de ruptura.

10.4 EROSÃO REGRESSIVA (PIPING) NO ATERRO, FUNDAÇÃO OU OMBREIRAS

- a) estancar o fluxo com qualquer material disponível (e.g. bentonita, lona plástica etc.), caso a entrada de fluxo esteja no reservatório;
- b) rebaixar o nível do reservatório até a redução do fluxo a uma velocidade não-erosiva;
- c) posicionar um filtro com areia e brita sobre a área de saída do fluxo para evitar o carreamento de material pelo fluxo;
- d) continuar o rebaixamento do nível do reservatório até que uma cota segura seja atingida;
- e) manter baixo o nível do reservatório até que os reparos sejam concluídos.

10.5 FALHA EM UM DISPOSITIVO DE DESCARGA, COMO TOMADA D'ÁGUA E SANGRADOURO:

- a) implementar medidas temporárias para proteger a estrutura danificada, tal como fechar a tomada d'água ou posicionar proteção temporária para um sangradouro danificado;
- b) utilizar mergulhadores profissionais experientes para verificar o problema e, se necessário, efetuar reparos;
- c) rebaixar o nível do reservatório até uma cota segura. Caso a tomada d'água esteja inoperante, a instalação de moto-bombas, sifões ou abertura controlada do aterro pode ser necessária.

10.6 DESLOCAMENTO EM MASSA DA BARRAGEM

- a) rebaixar imediatamente o nível do reservatório até que os movimentos excessivos terminem;
- b) continuar rebaixando o nível do reservatório até que uma cota segura seja atingida;
- c) manter baixo o nível do reservatório até que os reparos sejam concluídos.

10.7 PERCOLAÇÃO EXCESSIVA E SATURAÇÃO DO ATERRO EM COTAS ELEVADAS

- a) rebaixar o nível do reservatório até atingir uma cota segura;
- b) efetuar um monitoramento frequente observando sinais de deslizamentos, trincamentos ou percolação concentrada;
- c) manter baixo o nível do reservatório até que os reparos sejam concluídos.

10.8 EROSÃO NO SANGRADOURO COM RISCO DE ESAZIAMENTO DO RESERVATÓRIO

- a) reduzir o fluxo pelo sangradouro abrindo totalmente os dispositivos de descargas;
- b) providenciar uma proteção temporária nos pontos de erosão pela colocação de sacos de areia, enrocamentos ou lonas plásticas presas por sacos de areia;
- c) rebaixar o nível do reservatório, quando a vazão diminuir;
- d) manter baixo o nível do reservatório a fim de reduzir o fluxo pelo sangradouro.

10.9 ABATIMENTO EXCESSIVO DO ATERRO

- a) rebaixar o nível do reservatório, liberando maior vazão pelos dispositivos de descarga ou pela instalação de moto-bombas, sifões ou uma abertura controlada do aterro;
- b) restaurar a borda livre, caso necessário, preferivelmente pela colocação de sacos de areia;
- c) rebaixar o nível do reservatório até uma cota segura;
- d) manter baixo o nível do reservatório até que os reparos sejam concluídos

10.10 PERDA DE SUPORTE DAS OMBREIRAS OU TRINCAMENTO EXCESSIVO EM BARRAGENS DE CONCRETO

- a) rebaixar o nível do reservatório pela liberação de maior vazão pelos dispositivos de descarga;
- b) implementar a LISTA DE NOTIFICAÇÃO;
- c) tentar impedir o fluxo de água através da barragem instalando lonas plásticas na face de montante;
- d) rebaixar o nível do reservatório até uma cota segura.

11.RECURSOS E SUPRIMENTOS DE EMERGÊNCIA

Em uma situação emergencial, equipamentos e suprimentos (e.g. sacos de areia, enrocamentos, material argiloso, equipamentos de terraplanagem, trabalhadores etc.) podem ser necessários em um curto espaço de tempo. A relação abaixo indica como obter alguns destes materiais.

Quadro 3: Relação de materiais para situações emergenciais

ITEM	CONTATO	LOCAL
Equipamento de terraplenagem	Ramal da segurança Ramal da engenharia	Empresa disponibiliza
Areia pedregulho	Ramal da segurança Ramal da engenharia	Empresa disponibiliza

Moto-bombas	Ramal da segurança Ramal da engenharia	Empresa disponibiliza
Sacos de areia	Ramal da segurança Ramal da engenharia	Empresa disponibiliza
Tubos	Ramal da segurança Ramal da engenharia	Empresa disponibiliza
Mão-de-obra	Ramal da segurança Ramal da engenharia	Empresa disponibiliza
Outros		

12. ATRIBUIÇÃO DE RESPONSABILIDADES

A lista a seguir indica quem é responsável pela tomada de ações específicas para cada situação emergencial na barragem. Desta maneira as tarefas podem ser bem distribuídas de forma que, em uma situação emergencial, ninguém seja sobrecarregado além do necessário.

Quadro 4: Atribuição de responsabilidades

NOME	TELEFONE	RESPONSABILIDADE
Líder da equipe de manutenção que conta com pessoal responsável pela parte elétrica e civil da barragem	Ramal da manutenção Ramal da elétrica	Identificar situações não usuais que possam comprometer a barragem e informar os responsáveis pelas ações remediadoras e emergenciais.
Líder da equipe de segurança da empresa responsável pela barragem.	Ramal da gerência administrativa	Providenciar ações remediadoras para prevenir ou minimizar impactos a jusante.
Presidente da CIPA da empresa.	Ramal do RH	Iniciar ações emergenciais para notificar as populações a jusante.

13.APROVAÇÃO DO PAE

As pessoas abaixo assinadas revisaram o Plano de Gerenciamento de riscos e contribuíram com os procedimentos de notificação propostos.

Proprietário da barragem: _____

Operador da barragem: _____

Defesa civil: _____

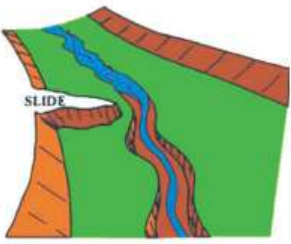
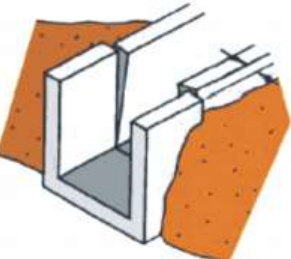
Outros: _____

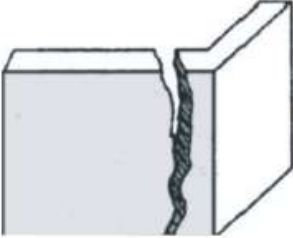
14.ANEXOS

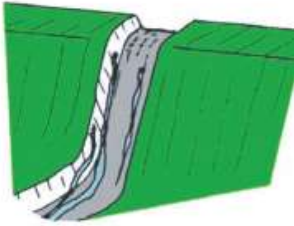
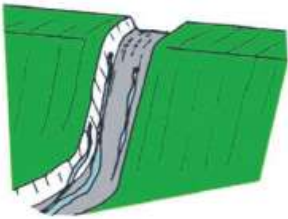
ANEXO A – Tabela com anomalias

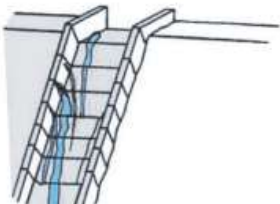
O anexo a seguir foi modificado à realidade brasileira, embasando-se a partir do material elaborado pela The Colorado Division of Disaster Emergency Services (DODES) para o Dam Safety: Owner's Guidance Manual da Federal Emergency Management Agency (FEMA), que posteriormente foi incorporado ao Indiana Dam Safety Inspection Manuale também ao Manual de Segurança e Inspeção de Barragens do Ministério da Integração, a partir de uma tradução feita pela COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará.

TALUDE A JUSANTE DE CONCRETO			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
Face de concreto rachada ou deteriorada 	1. Concreto deteriorado devido ao intemperismo. 2. Enchimento das juntas deterioradas ou deslocadas.	1. Solo está erodido por trás da face e o que pode ter ocasionado a formação de buracos ou cavernas. 2. Rachaduras no concreto das seções sem sustentação.	1. Determinar a causa. Contatar um engenheiro para métodos de reparos permanentes. 2. Se o dano for extenso, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devam ser tomadas. NECESSÁRIO ENGENHEIRO.
SANGRADOURO			
Vegetação excessiva ou detritos no canal. 	Acúmulo de sedimentos, árvores mortas, crescimento vegetativo excessivo etc., no canal do sangradouro.	Redução da capacidade de descarga; inundação do sangradouro; transbordamento da barragem. O transbordamento prolongado pode causar a ruptura da barragem.	Retirar os detritos periodicamente; controlar o crescimento vegetativo no canal do sangradouro. Instalar uma rede de proteção na entrada do sangradouro para interceptar detritos.

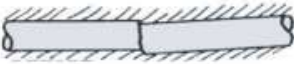
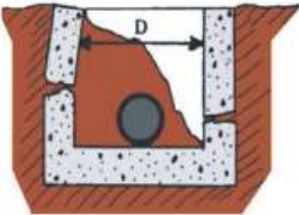
Canais erodidos 	Escoamento superficial de chuvas intensas carrega material de superfície talude abaixo, o que resulta em depressões/canais contínuos. O tráfego de animais cria erosões profundas onde a concentração de fluxo varia.	Erosões não-combatidas podem provocar deslizamentos ou desabamentos que resultam na redução da capacidade do sangradouro. A capacidade inadequada do sangradouro pode provocar o transbordamento da barragem e resultar na ruptura desta.	Fotografar o problema. Reparar a área com danos substituindo o material erodido por aterro compactado. Proteger a área contra futuras erosões colocando um bom rip-rap. Revegetar a área se apropriado. Chamar a atenção do engenheiro para o problema na próxima inspeção.
Erosão excessiva ou deslizamento de terra causando uma concentração do fluxo 	Descarga de velocidade muito elevada; material do fundo e das laterais solto ou deteriorado; canal ou taludes muito íngremes; solo exposto desprotegido; a proteção da superfície mal construída.	Distúrbio na disposição do fluxo; perda de material; aumento do acúmulo de sedimentos a jusante; ruptura do sangradouro; pode provocar o esvaziamento rápido do reservatório através do sangradouro severamente erodido.	Minimizar a velocidade do fluxo com um projeto adequado. Usar material firme. Manter o canal e os taludes laterais suaves. Encorajar o crescimento de grama no solo da superfície. Construir superfícies suaves e bem compactadas. Proteger a superfície com rip-rap, asfalto ou concreto. Reparar a parte erodida usando práticas de construção adequadas.
Parede deslocada 	Erros de acabamento ou de mão-de-obra; assentamento desigual da fundação; pressão excessiva do aterro ou da água; reforço insuficiente das barras de ferro do concreto.	1. Pequenos deslocamentos irão criar turbulência e redemoinho no fluxo, causando erosão no solo atrás da parede. 2. Grandes deslocamentos causarão rachaduras severas e eventual ruptura da estrutura.	Reconstrução deve ser feita de acordo com as práticas da engenharia. A fundação deve ser cuidadosamente preparada. Calhas drenantes devem ser usadas para aliviar a pressão atrás da parede. Usar reforço suficiente no concreto. Ancorar as paredes para prevenir futuros deslocamentos. Limpar os drenos para assegurar sua operação adequada. Consultar um engenheiro antes das ações serem tomadas.

Rachaduras grandes 	Construção incorreta; esforço concentrado; deterioração do material; falhas na fundação; pressão externa excessiva.	Distúrbios no escoamento; erosão na fundação e no aterro de recobrimento; eventual desmoronamento da estrutura.	1. Grandes rachaduras sem grandes deslocamentos devem ser reparadas com remendos. 2. Áreas ao redor devem ser limpas e cortadas antes que o material de remendo seja aplicado. Instalação de calhas drenantes ou outras ações podem ser necessárias
Juntas abertas ou deslocadas 	Recalque excessivo ou desigual da fundação; fuga de material da junta; junta construída muito larga e não selada. Selante deteriorado ou removido.		
Perdas ou quebra do Rip-rap 	Talude muito íngreme; material mal graduado; ruptura do subleito; velocidade de escoamento muito alta; colocação inadequada do material; material do leito ou fundação levado embora pela água.	Erosão no fundo do canal e no aterro; ruptura do sangradouro.	Projetar um talude estável para o fundo do canal e para o aterro. O material rip-rap deve conter partículas pequenas, médias e grandes. O subleito deve ser bem preparado antes da colocação do rip-rap. Instalar um filtro drenante, se necessário. Controlar a velocidade do fluxo do sangradouro. Rip-rap deve ser colocado de acordo com a especificação. É recomendado o serviço de um engenheiro. NECESSÁRIO ENGENHEIRO.

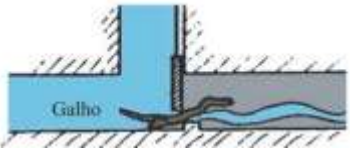
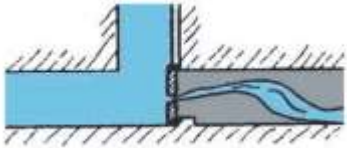
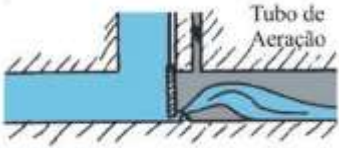
Deterioração de material – Desintegração de rip rap, concreto ETC 	Uso de materiais impróprios ou com defeito; manutenção inadequada.	A vida útil da estrutura será diminuída.	Recuperar estruturas de concreto. Respeitar o recobrimento de concreto nas barras de ferro. O concreto deve ser mantido molhado e protegido durante a cura. A madeira deve ser tratada antes de ser usada.
Canaletas trincadas 	Falta de valas drenantes; falta de instalações de drenagem; drenos entupidos.	Fundação molhada tem menor capacidade de suporte; sub pressão resultante de infiltrações pode causar danos na calha do sangradouro; acúmulo de água também pode aumentar a pressão total nas paredes do sangradouro e causar danos.	Fazer valas de drenagem nas paredes do sangradouro. A saída interna do buraco deve ser cercada e preenchida de material filtrante graduado. Instalar sistema de drenagem debaixo do sangradouro próximo da saída a jusante. Esvaziar as valas drenantes existentes. Reabilitar o sistema de drenagem sobre a supervisão de um engenheiro.
Erosão, abrasão e fraturas no concreto	Velocidade do fluxo muito alta; rolamento de pedregulhos e pedras sangradouro abaixo; cavidade atrás ou abaixo da laje de concreto.	Os problemas podem progredir e tornarem-se piores; pequenos buracos podem causar solapamento da fundação, o que provocará a ruptura da estrutura.	Remover as pedras e pedregulhos da calha do sangradouro antes da estação chuvosa. Usar concreto de boa qualidade. Assegurar que a superfície de concreto está plana. NECESSÁRIO ENGENHEIRO
Vazamento dentro e ao redor do sangradouro 	1. Rachaduras e juntas no sangradouro estão permitindo infiltração. 2. A camada de areia ou pedra está permitindo infiltração.	1. Pode induzir uma perda excessiva de água armazenada. 2. Pode induzir uma ruptura se a velocidade for alta o bastante para causar erosão de materiais naturais.	1. Examinar a areia de saída para ver se o tipo de material pode explicar o vazamento. 2. Medir a quantidade do fluxo e checar se existe erosão dos materiais naturais. 3. Se a velocidade do fluxo ou quantidade de materiais erodidos aumentar rapidamente, o nível do reservatório

			deve ser abaixado até o fluxo se estabilizar. 4. Um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devam ser tomadas. NECESSÁRIO ENGENHEIRO
Infiltração em uma junta construída ou rachaduras numa estrutura de concreto. 	Água entrando por trás da estrutura devido à drenagem insuficiente ou valas de drenagem entupidas.	1. Pode causar a queda das paredes. Fluxo através do concreto pode conduzir a uma rápida deterioração por intemperismo. 2. Se o sangradouro está localizado dentro do maciço, uma erosão rápida pode induzir uma ruptura da barragem.	1. Checar a área atrás da parede a procura de áreas molhadas. 2. Checar e limpar o quanto necessário. 3. Se a condição persistir, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devam ser tomadas. NECESSÁRIO ENGENHEIRO

ENTRADAS D'ÁGUA, SAÍDAS D'ÁGUA E DRENOS			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
Dano na tubulação da saída d'água. Rachadura 	Recalque; impacto.	Infiltração excessiva, possível erosão interna.	Checar a evidência de água saindo ou entrando na tubulação existente pela rachadura, buracos etc.
Buraco 	Ferrugem; erosão; cavitação.	Perigo. Infiltração excessiva, possível erosão interna.	Bater de leve na tubulação, na vizinhança da área com danos, tentando ouvir um barulho oco que mostra que se formou um vazio ao longo da parte externa do conduto.

Juntas desiguais 	Recalques ou má construção	Perigo. Permite a passagem da água para dentro ou fora da tubulação, resultando na erosão do material interno da barragem.	Se há suspeita de ruptura progressiva, solicitar a ajuda de um engenheiro.
Aumento do fluxo de sedimento na saída do dreno. 	Uma pequena infiltração no caminho ou um aumento do nível de água armazenado.	Perigo. 1. Um aumento da velocidade do fluxo pode causar erosão no dreno e depois no material do maciço. 2. Pode provocar ruptura devido ao piping.	1. Medir a quantidade do fluxo na saída e determinar o crescimento comparando com o fluxo anterior. 2. Coletar amostras para comparar a turbidez. 3. Se a quantidade ou turbidez aumentou acima de 25%, um engenheiro qualificado deve inspecionar as condições e recomendar outras ações que devam ser tomadas. NECESSÁRIO ENGENHEIRO.
Dispositivos de controle danificados. 	1. BLOCO DE SUPORTE QUEBRADO. Deterioração do concreto. Força excessiva, na tentativa de abrir a comporta. 2. HASTE DE CONTROLE QUEBRADA OU DOBRADA. Ferrugem. Força excessiva na abertura ou fechamento da comporta. Guias das hastes inadequadas. 3. GUIAS DAS HASTES FALTANDO OU QUEBRADAS. Ferrugem. Lubrificação inadequada. Excesso de força na abertura ou fechamento da válvula.	1. Bloco de suporte pode pender e a haste de controle emperrar. A comporta pode não abrir completamente. O bloco de suporte pode falhar completamente, deixando a saída d'água inoperante. 2. A saída d'água está inoperante. 3. Perda de suporte da haste de controle. A haste pode quebrar ou entortar mesmo no seu uso normal.	Qualquer uma destas condições pode significar que o controle está inoperante ou operando parcialmente. O uso do sistema deve ser minimizado ou descontinuado. Se o sistema de saída d'água possui uma segunda válvula, considerar o seu uso para regular as liberações até que os reparos possam ser feitos. A ajuda de engenheiros é recomendável.

Ruptura da estrutura de concreto da saída d'água 	Pressões laterais excessivas ou falta de reforço na estrutura de concreto. Baixa qualidade do concreto.	Perigo. Perda da estrutura de saída d'água expõe o maciço à erosão na liberação da água.	1. Checar para ruptura progressiva monitorando a dimensão típica, como o D mostrado na figura. 2. Reparar remendando as rachaduras e suprindo a drenagem ao redor da estrutura de concreto. Uma substituição total da estrutura de saída d'água pode ser necessária.
---	--	---	---

FALHAS NO SISTEMA DE COMPORTAS			
ANOMALIA	CAUSA PROVÁVEL	POSSÍVEL CONSEQUÊNCIA	AÇÕES CORRETIVAS
Detritos embaixo da comporta 	Grade de proteção quebrada ou faltando	1. A comporta não poderá ser fechada. 2. A válvula ou haste poderá sofrer danos no esforço de fechar a comporta.	.Elevar e baixar a comporta agarosamente até os detritos serem soltos e levados pela água. 3. Reparar ou substituir a grade de proteção.
Comporta rachada 	Ferrugem, efeitos de vibração ou tensão resultante do esforço empregado para fechar a comporta que estava emperrada	A comporta pode romper, completamente, esvaziando o reservatório.	1. Manter a comporta somente nas posições completamente fechada ou completamente aberta. 3.Reparar a comporta.
Danos no berço ou guia das comportas 	Ferrugem, erosão, cavitação, vibração ou desgaste.	1. Vazamento ou perda de suporte da comporta. 2. A comporta pode emperrar e se tornar inoperante.	1. Evitar a operação da comporta até que o berço e as guias sejam reparados ou substituídos. 2. Se a causa for cavitação, checar se o tubo de

			ventilação está desobstruído.
Dispositivo de controle	1. BLOCO DE SUPORTE QUEBRADO. Deterioração do concreto. Força excessiva na tentativa de abrir a comporta. 2. HASTE DE CONTROLE QUEBRADA OU DOBRADA. Ferrugem. Força excessiva. Guias das hastes inadequadas. 3. GUIAS DAS HASTES FALTANDO OU QUEBRADAS. Ferrugem. Lubrificação inadequada. Excesso de força.	1. Bloco de suporte pode inclinar levando a haste de controle a emperrar. A comporta pode não abrir completamente. O bloco de suporte pode romper, deixando a tomada d'água inoperante. 2. A tomada d'água fica inoperante. 3. Perda de suporte da haste de controle. A haste pode quebrar ou entortar mesmo no seu uso normal.	1. O uso do sistema de operação da comporta deve ser minimizado ou suspenso. 2. Se a tomada d'água possui uma segunda válvula, considerar o seu uso para regular as liberações até que os reparos possam ser feitos. 3. Um engenheiro deve inspecionar a tomada d'água e orientar outras ações que devem ser tomadas. EXIGIDA A PRESENÇA DE ENGENHEIR

ANEXO B – Lista de notificação

A. Residentes da comunidade local próxima a Alcast do Brasil

NOME	ENDEREÇO	TELEFONE	Nº DE RESIDENTES
Ramal Geral da comunidade da Seção Jacaré	Seção Jacaré	(46) 3523 – 4364	

B. Defesa Civil

NOME	TELEFONE
Defesa Civil	(46) 3520 2121
Corpo de bombeiros	(46) 3905 2100 / 192

ANEXO C – Afixação de listas de notificação e distribuição do PAE

Posicionar as listas de notificação na barragem e no centro de operação de emergência local. Manter os roteiros próximos aos telefones e rádios existentes nas proximidades da barragem e fazer uma cópia completa do PAE disponível para todos os operadores, pessoal de operação emergencial, defesa civil e autoridades locais. Certificar-se também da localização dos demais PAEs para a troca quando de sua atualização.

Quadro 5: Localização dos PGRS

NOME	TELEFONE	ENDEREÇO
Defesa civil	(46) 3520 – 2121	Rua Octaviano Teixeira dos Santos, 1000. Francisco Beltrão – PR
Corpo de bombeiro	(46) 3905 - 2100	Rua Prefeito Guiomar Lopes, 700. Francisco Beltrão – PR
Prefeitura municipal	(46) 3520 – 2121	Rua Octaviano Teixeira dos Santos, 1000. Francisco Beltrão – PR
Equipe de segurança da empresa	(46) 3520 – 8888	Dependências da empresa
Equipe de engenharia da empresa	(46) 3520 – 8888	Dependências da empresa

ANEXO D – Atualização do PAE

A atualização de informações no PAE deve ser feita anualmente e/ou quando ocorram alterações importantes. Informações a atualizar devem incluir:

- Números de telefone
- Suprimentos e sua localização
- Mudanças de pessoal
- Endereços
- Alterações na barragem
- Assim como outros itens que possam ser importantes ao longo do ano.

Quadro 6: Datas de atualizações

Objeto atualizado	Data de atualização

ANEXO E – Ficha de inspeção formal - Semestral

O anexo a seguir foi embasado no material da Secretaria de Infraestrutura Hídrica – Ministério da Integração Nacional. Esta ficha de inspeção deve ser minuciosamente preenchida por pessoa habilitada semestralmente.

Tabela 1: Legenda para preenchimento

Legenda para preenchimento	
Situação	-NA: Não aplicável -NE: Não existente -PV: Primeira Vez -DS: Desapareceu -DI: Diminuiu -PC: Permanece constante -AU: Aumentou -NI: Não inspecionado
Magnitude	-I: Insignificante -P: Pequena -M: Média -G: Grande
Nível do perigo	-0: Nenhum -1: Atenção -2: Alerta -3: Emergência

Tabela 2: Barragem

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Barragem													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 3: Crista

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Crista													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Movimentos diferenciais entre blocos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Corrosão no parapeito (guardacorpo)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Corrosão nos postes de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Corrosão no pórtico	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 4: Paramento de jusante

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Paramento de jusante													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ocorrência de fissuras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Carreamento do material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 5: Estrutura de vertente

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Estrutura de vertente													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Rachaduras ou trincos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de deslocamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Rachaduras nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de entulho na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de vegetação na bacia de dissipação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão na base dos canais (área de restituição)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 6: Galeria de inspeção

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Galeria de inspeção													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Indicação de movimentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração na superfície de concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Rachaduras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração do portão de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Piezômetro entupido ou defeituoso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Drenos obstruídos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Precariedade de acesso à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falta de iluminação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito nas instalações elétricas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falta de ventilação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de pedras, lixo dentro da galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Vazão elevada nos drenos de alívio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 7: Instrumentação

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Instrumentação													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Piezômetro entupido ou defeituoso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Marcos de referência danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Medidores de vazão defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Outros instrumentos danificados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falta de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falta de registro de leituras da instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 8: Sangradouro/vertedouro - canais de aproximação e restituição

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Sangradouro/vertedouro - canais de aproximação e restituição													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de vegetação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Obstrução ou entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosões ou escorregamentos nos taludes laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão na base dos canais escavados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão na área à jusante do sangradouro	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 9: Estrutura vertente

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Estrutura vertente													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Rachaduras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem de concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Juntas de dilatação danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de deslocamento das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Rachaduras nos muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de percolação ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Vazão nos drenos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 10: Comportas do vertedouro

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Comportas do vertedouro													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito das rodas (comporta vagão)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito nos rolamentos, buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 11: Muros laterais

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Muros laterais													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Rachaduras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 12: Rápido/bacia amortecedora

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Rápido/bacia amortecedora													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Rachaduras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ferragem de concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de entulho na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falha no enrocamento de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de vegetação na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 13: Tomada d'água – Acionamento

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Tomada d'água – Acionamento													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Hastes (travado no mancal, corrosão e empenamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Corrosão nos mancais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falta de indicador de abertura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Falta de volante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 14: Comportas

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Comportas													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Peças fixas (corrosão, amassamento e pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Estrutura da comporta (corrosão, amassamento e pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito das rodas (comporta vagão, se aplicável)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 17: Galeria de tomada d'água

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Galeria de tomada d'água													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Sinais de abrasão ou cavitação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Defeitos nas juntas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Deformação do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Desalinhamento do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

Tabela 18: Reservatório

Localização/Anomalia	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
Reservatório													
	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Réguas danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Construção em áreas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Poluição por esgoto, lixo, pesticida etc.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Indícios de má qualidade d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Desmoronamento das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Existência de vegetação aquática excessiva	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Desmatamento na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Presença de animais e peixes mortos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Animais pastando	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:													

ANEXO F – MAPAS

15.REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. B. **A Percepção Social do Risco de Barragens, Jornada Técnica "Explotación Y Emergencias en Presas"** (Salón de Actos del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos) Madrid (1999).

BALBI, D. A. F. **Metodologias para a elaboração de planos de ações emergenciais para inundações induzidas por barragens. Estudo De caso: barragem de peti – MG.** Belo Horizonte. 2008.

HRADILEK, P. J. **Avaliação de pequenas barragens.** Bureau of reclamation. Brasília, Distrito Federal. 2002. V.6. P. 74

MENESCAL, R. A; MIRANDA, A. N.; PITOMBEIRA, E. S.; BIELENKI, C., PERINI, D. S.; FORMIGA, K. T. M. **Manual de preenchimento da ficha de inspeção da barragem.** Ministério de Integração Nacional – Secretaria de infraestrutura hídrica. Brasília, 2010. Ed.2

16.GLOSSÁRIO

By pass: Caminho alternativo para que a água consiga chegar até o cainho final principal.

Cavitação: A cavitação é um fenômeno originado em quedas repentinas de pressão, geralmente observado em sistemas hidráulicos. A combinação entre a pressão, temperatura e velocidade resulta na liberação de ondas de choque e micro jatos altamente energéticos, causando a aparição de altas tensões mecânicas e elevação da temperatura, provocando danos na superfície atingidas.

Charco: Água estagnada e imunda. Poça de água repleta de resíduos orgânicos.

Coroamento: a superfície que delimita superiormente o corpo da barragem.

Crista: Porção localizada na parte superior ao talude.

Dreno de pé: Para a linha de saturação manter-se abaixo do pé de uma barragem de terra, isto é, dentro de seu corpo, ou para reduzir a sub pressão hidráulica, pode-se recorrer ao uso de drenos, colocados, geralmente, no terço final do talude de jusante, ou mesmo construindo-se um enrocamento de pedras no final deste (dreno de pé). Os drenos devem ser construídos de modo que as águas de infiltração possam sair sem causar erosão no aterro, funcionando como filtros inversos, As camadas periféricas devem ser de areia grossa, e cascalho miúdo, aumentando-se o tamanho do material à medida que se caminha para o centro.

Enrocamentos: Um maciço de pedras que serve para proteger aterros ou estruturas contra erosão.

Erosão regressiva (Piping): Ruptura de barragem, onde a água percola pelo interior do maciço com elevada carga hidráulica e aflora à superfície sob pressão. Essa ruptura ocorre por processo por erosão regressiva, de jusante para montante, em formato tubular, originado do carreamento de silte e argila.

Fundação: A superfície inferior de contato com o fundo do rio.

Freeboard: A cota da crista do barramento é definida a partir do nível da água máximo somado a uma sobre elevação denominada borda livre (free board), cujo objetivo é impedir que ondas formadas pelo vento ultrapassem a crista da barragem.

Galgamento: Ocorre quando a água da barragem transborda, passando por cima do topo da barragem.

Intemperismo: É o conjunto de fenômenos físicos e químicos que levam à degradação e enfraquecimento das rochas.

Mancais: Dispositivo mecânico onde se apoia um eixo girante.

Paramento: Superfícies mais ou menos verticais que limitam o corpo da barragem: o paramento de montante, em contato com a água, e o paramento de jusante.

Piezômetro: Piezômetros são os instrumentos mais comuns e mais simples instalados numa barragem. Servem para medir a pressão d'água.

Rip-rap: Forma de proteção ao talude de montante contra ações de intempéries. Consiste em uma camada dimensionada de blocos de pedra, lançada sobre um filtro de uma ou mais camadas, de modo que este atue como zona de transição granulométrica, servindo como obstáculo à fuga dos materiais finos que constituem o maciço.

Sangradouro: é uma estrutura hidráulica que pode ser utilizada para diferentes finalidades, como medição de vazão e controle de vazão, sendo estes os principais usos.

Solapamento: Queda das encostas provocadas pelo aprofundamento das calhas fluviais e erosões das margens dos cursos d'água.

Sumidouro: O sumidouro é um poço sem laje de fundo que permite a infiltração (penetração) da água.

Taludes: São as faces laterais e inclinadas, paralelas ao eixo do maciço sendo, talude de montante o lado que fica em contato com a água, e jusante, o do outro lado, sem contato com a água. O talude de montante deve ser mais inclinado que o de jusante, para permitindo assim maior estabilidade do aterro, devido ao decréscimo da componente horizontal da força, que tende empurrar o maciço da barragem. Recomenda-se inclinações de 2, 5:1 e 2:1 para os taludes de montante e jusante respectivamente.

Tomada d'água: Estrutura ou local cuja finalidade é controlar, regular, derivar e receber água, diretamente da fonte por uma entrada d'água construída a montante.

Vazão afluyente: é definida como sendo a vazão que chega a um determinado ponto, em particular um aproveitamento hidrelétrico, e é determinante na avaliação da energia disponível. A vazão afluyente depende das condições hidrológicas naturais da bacia hidrográfica e dos aproveitamentos existentes a montante.

Vertedouro: O vertedouro serve para escoar a água em excesso que chega ao reservatório durante o período de chuvas; funciona como um dispositivo de segurança. Descarta a água que não é utilizada na geração.

Voçoroca na crista: fenômeno geológico que consiste na formação de grandes buracos de erosão, causados pela água da chuva e intempéries, em solos onde a vegetação não protege mais o solo, que fica cascalhento e suscetível de carregamento por enxurradas.