

MARCELO MEDEIROS MARTINS

**GERENCIAMENTO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO DO PAE - ETAPA
DE INSTALAÇÃO DAS ROTAS DE FUGA E SIRENES FIXAS.**

Artigo Científico apresentado ao **curso de Especialização em Segurança de Barragens: Aspectos Técnicos e Legais** Programa de Pós-Graduação em Segurança de Barragens; Escola Politécnica; Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Especialista.

Orientador: Prof. MSc. Luis Edmundo Prado de Campos
Universidade Federal da Bahia

Salvador
2024

Gerenciamento do sistema de comunicação do PAE da UHE- Funil- etapa de instalação das rotas de fuga e sirenes fixas.

Marcelo Medeiros Martins
mmartin@eletrobras.com

Resumo

A presente pesquisa versa sobre uma barragem no vale do rio de contas, situado na região sudeste a Bahia, analisando as etapas de implantação dos respectivos sistemas de comunicação, incluindo as rotas de fuga, pontos de encontro, e instalação de sirenes de alerta, observando dificuldades e peculiaridades encontradas durante as etapas de aprovação destas. Entende-se necessário que tais aspectos listados acima constem do plano de ações para as emergências em qualquer barragem conforme a Lei 12.334 de setembro de 2010, que estabelece a PNSB -Política Nacional de Segurança de Barragens. O objetivo geral é o de relatar sobre a implantação do sistema de comunicação e o gerenciamento ds etapas de implantação das rotas de fuga e dos PRAS -Posto de Repetição e Anunciação Sonora, para as situações de emergências, com objetivos específicos de definir os procedimentos de comunicação com a população potencialmente envolvida.Os objetivos propostos foram alcançados durante o desenvolvimento da pesquisa, quanto a implantação dos sistemas de comunicação do PAE.

Palavras-chave: Segurança de barragem, PAE, Etapas de comunicação, Rotas de fuga, Sirenes

Abstract

Present study relates about in Contas River, located in southeastern Bahia, analyzing implementation communication systems stages of the respective, escape routes management, meeting points and installation and noting difficulties encountered during the stages of route approval and siren installation. It is considered necessary that these aspects listed above be included in the action plan for emergencies in any dam, according to Law 12.334 of September 2010, which establishes the PNSB. The general objective is to report the implementation of communication system and manage stages implementation escape routes and PRAS - Sound Repetition and Annunciation Station, for emergency situations, with specific purpose of define communication procedures with the population potentially involved in an emergency situation. To this end, data from the PAE in the implementation phase were collected, and the stages were monitored. The proposed objectives were achieved during this research, regarding the systems proposed in the PAE, such as escape routes and sirens.

Keywords: Dam Safety, PAE, Communications steps, Sacape Rout

1. Introdução

Para o desenvolvimento humano, torna-se necessário o acúmulo de água através da construção de barragens, obras que permeiam ao longo dos séculos para suprir as necessidades humanas. O acúmulo da água é necessário para consumo humano e animal, irrigação dos cultivos e a proteção das populações contra cheias de rios e lagos. Com a evolução humana, as barragens passaram a ter novas finalidades, sociais e econômicas, como a geração de energia, piscicultura, navegação e a retenção de detritos sólidos resultantes da mineração.

Contudo por se tratar de uma obra de Engenharia, independente do porte, as barragens cumprem funções sociais, ambientais e comerciais, atendendo demandas das populações locais ou de abrangências regionais e até binacionais. Estas obras em terra ou concreto, estão suscetíveis a falhas no projeto, na manutenção periódica ou operação de equipamentos hidráulicos, manutenções inadequadas ou insuficientes, e a possibilidade da ocorrência de eventos extremos do tipo sismográficos, chuvas deca milenar e terrorismo.

As estruturas das barragens são de grandes dimensões com a possibilidade de falhas, que incorrem em danos significativos às populações no vale a jusante da barragem. *A falha em uma barragem pode incorrer em danos humanos, materiais, ambientais e sociais, desde pouco significativo até situações irreparáveis, a depender das características da falha, das estruturas e do entorno (OLIVEIRA. Lais, 2022, p.13).*

Os trágicos acidentes com barragens que ocorreram nas últimas décadas no Brasil, citando como referência o rompimento das barragens de Camará em 2004, do fundão em Mariana -MG, em novembro de 2015, da barragem nº.01 em Brumadinho-MG em janeiro de 2019, estimularam a criação de uma Legislação Federal para regulamentar a segurança de barragem, no que tange à prevenção, a preparação e a respostas dos empreendedores e Defesas Cíveis a eventos emergenciais desta natureza. A entrada em vigor da Lei 12.334/2010 estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragem -PNSB, e criou também o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens -SNISB, estabelecendo no artigo "6º - os instrumentos do PNSB, e dentre eles no inciso II, o Plano de Segurança de Barragem -PSB.

De acordo com a resolução nº. 236/2017, (alterada pela RN 121/2022 da ANA) cabe ao empreendedor, a obrigação de elaborar o Plano de Ação de Emergencial - PAE, ainda na fase de implantação e operacionalização, buscando identificar as situações de emergência em potencial da

barragem, contendo procedimentos de resposta a adotar quando houver ameaças as estruturas, para mitigar os impactos a jusante da barragem, numa região definida como Zona de Auto Salvamento -ZAS.

Para funcionar, o PAE tem que ser um documento prático e objetivo. As ações nele previstas devem ser factíveis e aderentes á realidade do local da barragem e ao seu vale a jusante. Portanto é uma boa prática envolver representantes de todo o público potencialmente afetado, seja da própria equipe atuante na barragem, seja do poder público local e população do vale a jusante. (OLIVEIRA. Lais, 2022, p.13).

Em decorrência da deficiência do sistema de proteção e defesa civil das prefeituras Municipais, muitas vezes ausentes a depender da condição econômica do Município ou mesmo com uma infraestrutura mínima inclusive de pessoal técnico, sem capacidade de atuação adequada principalmente nas regiões potencialmente impactadas por estudos de inundação, galgamento ou rompimento de barragem, tornou-se necessário a promulgação da Lei 14.066/2020, com o objetivo de detalhar melhor o conteúdo mínimo do PAE, incorporando ao documento muitas ações até então tomadas ou definidas pelos agentes de proteção e defesa civil.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é analisar etapas da implantação do PAE de uma barragem situada no município de Ubaitaba-Ba, interpretando o ciclo de gerenciamento de riscos e emergências, propondo uma reflexão sobre as dificuldades encontradas durante a implantação das rotas de fuga, pontos de encontro, construção das bases em concreto e montagem das estruturas e equipamentos dos PRAS—(Pontos de Repetição e Anunciação Sonora), necessárias a materialização da infraestrutura para o enfrentamento do pior cenário definido no PAE.

1.2 Objetivos Específicos

- Descrever sucintamente o gerenciamento de riscos nas etapas de implantação de rotas de fuga, pontos de encontro e PRAS.
- Abordar dificuldades encontradas durante as etapas de aprovação e implantação das rotas de fuga e liberação das áreas para instalar os PRAS, tanto em áreas privadas quanto públicas;
- Relatar o empenho das equipes internas e externas em implantar as etapas, superando as dificuldades hora apresentadas.

2.0 Revisão da literatura

A Lei 12.334/2010 que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragem -PNSB, cria também o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens -SNISB, e estabelece no artigo 6º - os instrumentos do PNSB. No inciso II do referido artigo, estabelece o Plano de Segurança da Barragem, incluído o PAE; [\(Redação dada pela Lei nº 14.066, de 2020\)](#), e detalha no Artigo 8º as informações mínimas necessárias para composição do “Plano de Segurança da Barragem”.

A ANEEL é o Órgão regulador para barragens de geração de energia e estabelece em sua Resolução Normativa nº 1064/2023, que o PAE deverá contemplar a previsão da instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, nos locais habitados nas ZAS-(Zona de Auto Salvamento), contendo a avaliação de sua abrangência e cabendo ao empreendedor a implantação, operação e manutenção articulada com os órgãos locais de proteção e defesa civil.

2.1 Ciclo de Gestão

O Ciclo de Gestão de Risco e Desastre de acordo com a Legislação Brasileira é composto por quatro fases: Prevenção, Preparação, Recuperação e Resposta. Por sua vez a **Gestão do Risco** envolve as etapas de **Prevenção e Preparação**. O gerenciamento de uma barragem consiste na adoção de um plano de segurança que visa identificar e caracterizar situações que ameaçam as estruturas e, quando o risco é considerado inaceitável, promover a sua reabilitação através da adoção de medidas estruturais (BALBI.D.2008. pág. 36)

Figura 1 – Ciclo de fases da gestão de risco



Fonte: Autora (2020)

Figura 1 - Fonte: Rodrigues. Brenda Arielly Mendonça. 2021.pag.22.

- **Prevenção:** De acordo com Balbi (2008), “tem ‘por objetivo de impedir o desastre’. Cabe ao empreendedor monitorar a barragem através de instrumentos de auscultação e até de uma central de monitoramento, dependendo do tipo e dimensões da barragem. É necessário programar e realizar a manutenção contínua da recuperação estrutural, e também o planejamento de como agir em uma emergência. Interagir junto aos órgãos de Defesa Civil e da administração pública sobre o estudo das áreas de risco, o uso e ocupação do solo principalmente na APP, e ações de educação da população situada a jusante do vale.
- **Preparação:** Consiste em tomar medidas para otimizar as ações de resposta, minimizar danos e perdas decorrentes do desastre. Deve ser realizada junto à prevenção, atuando na diminuição da vulnerabilidade da região. (RODRIGUES.B. Fortaleza 2021. pg 22). É obrigatório a elaboração de Planos de Ação Emergencial e de Contingência, bem como o mapeamento de áreas de risco e a implementação de sistemas de alerta. “Ao mantenedor da barragem compete comunicar as ocorrências excepcionais a todos os envolvidos nas ações de emergência e se manter preparado e de prontidão ao ser detectada uma anomalia (BALBI, 2008. Pág. 34)

2.2. Estudo de cenário das ZAS e ZSS.

A Resolução 1064/2023 -ANEEL, estabelece no inciso §2º que deverá ser elaborado o estudo de rompimento e de propagação da cheia associada, contemplando o mapa de inundação para os possíveis cenários de ruptura da barragem, considerando o pior cenário identificado.

- O mapa de inundação representa o produto de um estudo que compreende a delimitação geográfica do vale a jusante, com áreas inundadas por eventual vazamento ou ruptura da barragem e seus possíveis cenários associados, objetivando facilitar a notificação eficiente para a evacuação de áreas afetadas de acordo com o que estabelece a Lei Federal 12.334/2010.
- A mancha de inundação representa uma caracterização geral da área a ser inundada no vale a jusante da barragem, descrevendo a localização das populações e a infraestrutura da comunidade em risco, de modo a permitir ao sistema de Defesa Civil a informação detalhada do acordo com as necessidades e o dano potencial envolvido. O Projeto delimita as áreas de inundação preferencialmente sobre cartografia na escala 1:25.000 para zonas rurais que geralmente apresentam baixa densidade populacional e de 1:5.000 para regiões mais populosas. Recomendado intervalos de 1,0 km nos primeiros cinco quilômetros. Necessário que apresentem seções transversais que contemplem:
 - o instante de chegada da frente de onda;
 - a cota máxima a atingir;
 - a duração da cheia;
 - o instante de chegada do pico da onda de inundação;
 - a velocidade máxima da onda de inundação em m/seg.;
 - a vazão máxima atingida em m³/seg.

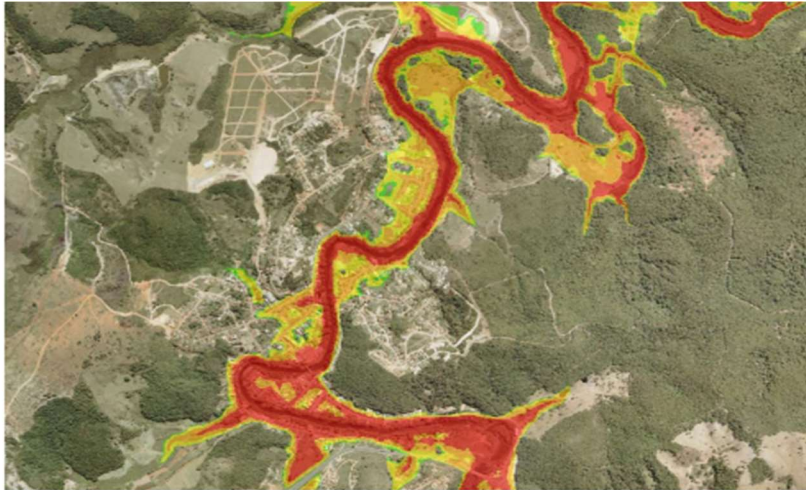


Figura 2 – Mancha de inundação “área urbana no município de São Gonçalo - Fonte. Balbi 2008,pg 244.

O Zoneamento do risco possui diversas classificações de acordo com a legislação federal e dependendo do tempo de chegada da onda, permite estimar o período necessário para a evacuação. As áreas são divididas em ZAS – Zona de Autossalvamento e ZSS -Zona de Salvamento Secundário.

- ZAS – (Zona de Autossalvamento): Corresponde região a jusante da barragem, em, que o aviso a população é de responsabilidade do empreendedor e os estudos consideram não haver tempo suficiente para intervenção dos órgãos da Defesa Civil, Bombeiros, SAMU, Polícia Militar. A Resolução nº. 236 define a distância de 10km a partir da barragem ou a distância referente a pluma de chegada no intervalo de 30 minutos. (ANA 2017).
- ZSS – (Zona de Salvamento Secundária): Corresponde a área posterior a ZAS, definida em conjunto com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância correspondente ao tempo de chegada da onda de inundação após os trinta minutos ou a distância superior a 10 km.

2.3 Rotas de Fuga e Pontos de Encontro

De acordo com o que estabelece o Caderno de Orientação do SEDEC – (Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil), as rotas de fuga devem ser planejadas de maneira a permitir um caminho rápido e seguro até os pontos de encontro.

- Rotas de Fuga são caminhos destinados a evacuação da população em caso de emergência, em condições adequadas para locomoção de pessoas, devidamente

sinalizadas por placas de rotas de fuga, e de conhecimento da população a conduzir para o ponto de encontro.

Devem ter trajetos que minimizem as dificuldades de deslocamento, permitir a saída da população no menor tempo possível da área de impacto, sinalizadas por placas com pinturas reflexivas, para a possibilidade de deslocamentos noturnos.

- Pontos de Encontro -PE, consistem de locais seguros para que as pessoas em deslocamento pela rota de fuga, possam acomodar-se e permanecer até a vinda das equipes da Defesa Civil e demais setores responsáveis, para recepção e encaminhamento aos abrigos.

2.4 Sistema de alarme

Nível de Perigo	Situações
NORMAL	<p>Probabilidade de acidente desprezível.</p> <p>Plano de Segurança da Barragem - monitoramento rotineiro e ações corretivas de deteriorações que não comprometem a segurança estrutural.</p> <p>Quando não foram encontradas anomalias ou as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo.</p> <p>As previsões meteorológicas não indicam condições adversas.</p>
AMARELO OU ATENÇÃO	<p>Probabilidade de acidente baixa.</p> <p>Quando as anomalias encontradas não comprometem a segurança da barragem a curto prazo, mas devem ser controladas, monitoradas ou reparadas ao longo do tempo.</p> <p>Obriga a um estado de prontidão na barragem onde serão necessárias as medidas preventivas e corretivas previstas e os recursos disponíveis para evitar um acidente.</p> <p>Eventual rebaixamento do reservatório (depende da avaliação técnica da situação).</p> <p>O fluxo de notificações do PAE é apenas interno, a menos que sejam necessárias descargas preventivas ou o rebaixamento do reservatório.</p> <p>É conveniente testar os sistemas de comunicação neste momento.</p>
LARANJA OU ALERTA	<p>Probabilidade de acidente elevada.</p> <p>Cenário excepcional e de alerta</p> <p>"Espera-se que ações a serem tomadas evitem a ruptura, mas pode sair do controle."</p> <p>A exploração do reservatório deverá ser interrompida. Esvaziamento do reservatório.</p> <p>Entende-se que a segurança do vale à jusante está gravemente ameaçada e será necessário acionar os procedimentos de comunicação e notificação externos previstos no PAE.</p> <p>Avaliar a necessidade de evacuação interna.</p> <p>A Defesa Civil avalia a necessidade de evacuação externa.</p>
VERMELHO OU EMERGÊNCIA	<p>Acidente inevitável - catástrofe iminente.</p> <p>A ruptura é iminente, inevitável, já iniciou ou já ocorreu.</p> <p>Segurança do vale à jusante está gravemente ameaçada. Acionar os procedimentos de comunicação e notificação previstos no PAE e as ações emergenciais previstas no PEE das comunidades à jusante.</p> <p>Evacuação necessária.</p>

Fonte: Adaptado de Balbi, 2008.

Figura 3 – Níveis de segurança e situações de ativação. -Fonte Balbi 2008

A Legislação da ANA n.º 236/7 conceitua no inciso XXI, que o Sistema de Alerta, para o vale a jusante, seja constituído de um conjunto de equipamentos ou recursos tecnológicos para informar à população potencialmente afetada na Zona de Autossalvamento quando da ocorrência

de um perigo iminente. Define também no artigo 28 que cabe ao empreendedor da barragem alertar a população potencialmente afetada na ZAS, caso se declare o nível de resposta 2 (laranja) e 3 (vermelho).

A Resolução ANEEL1064/2023 estabelece a obrigatoriedade ao empreendedor, de instalar nos locais habitados na ZAS, o sistema de alarme sonoro, em combinação com as instituições locais de proteção e Defesa Civil e responsabilizar-se pela operacionalização e manutenção das instalações e equipamentos. O SEDEC no apoio a elaboração dos planos de contingência Municipais, para Riscos em barragens, estabelece em seu caderno de Orientações critérios mínimos para projeto e instalação.

3.0 Metodologia

Tendo em vista o conteúdo apresentado na revisão bibliográfica e pautada nos procedimentos de gestão de riscos para regiões a jusante da barragem no município de Ubaitaba-Ba, o presente trabalho desenvolve a partir da análise do ciclo de gerenciamento de riscos e emergências, uma reflexão sobre as atividades de implantação das rotas de fuga, pontos de encontro e torres dos PRAS -Pontos de Repetição e Anunciação Sonora, e as dificuldades encontradas nas negociações, para a materialização da infraestrutura necessária ao atendimento do pior cenário definido no PAE.

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho organiza-se nas seguintes etapas:

- Abordagem sobre a legislação Brasileira referente à segurança de barragens e planejamento de emergências contra inundações provenientes de ruptura
- Aplicação da metodologia proposta em um vale a jusante de uma barragem a um estudo de caso

3.1 Estudo de caso - Vale do rio de contas.

O município de Ubaitaba, está localizado na região centro-sul do estado da Bahia, microrregião da costa do cacau, entre Ilhéus e Itabuna, numa área de 181.102 km², altitude de 52m, tendo como principais vias de acesso as BR 101 e 330, limitando-se com os municípios de, Ubatã, Ibirapitanga, Gongogi, Aurelino Leal, Camamu e Itacaré.

A Usina hidroelétrica do Funil, está localizada na bacia do rio de contas, no município de Ubaitaba, Bahia, cujo aproveitamento localiza-se na latitude 14° 11' Sul e longitude 39° 28' Oeste, e a aproximadamente 20km da cidade de Ubatã, tendo como principal via de acesso a BR 330, e BA 652, com acessos pavimentados, sem obstáculos importantes em casos de emergências.

O aproveitamento hidroelétrico, consta de uma barragem em concreto tipo gravidade, com extensão de 293m, altura máxima de 60,0m, casa de força abrigada, com três unidades geradoras com capacidade para 30 Mw.

A barragem funciona a fio d'água, com reservatório da ordem de 53 milhões de metros cúbicos, alimentado pela restituição da barragem da Pedra a jusante e da bacia intermediária entre PEDRA e Funil num intervalo de 100km. O sistema extravasor possui oito comportas, tipo segmento com dimensões 8,60 x 10m, NA-Nível de Água), máximo do reservatório 95,50m, com vazão máxima de 4.125 m³/seg.

As comportas são acionadas por suprimento de energia com sistema de redundância quanto ao fornecimento de energia elétrica em 220v, do gerador do serviço auxiliar, motor elétrico, circuito auxiliar vindo da subestação SE FUNIL ou operação manual.

O PAE da UHE Funil descreve as situações que podem afetar a segurança da barragem e gerar uma emergência, associado ao respectivo nível de resposta, conforme a classificação dos níveis de emergência estabelecidos. A tabela a seguir mostra os quatro níveis de resposta definidos para a barragem, utilizados para graduar as situações que possam comprometer a sua segurança e as ocupações a jusante, ativando um processo de emergência.

TABELA 4.1– NÍVEIS DE RESPOSTA COM RESPECTIVAS CARACTERIZAÇÕES

NÍVEIS DE RESPOSTAS	CARACTERIZAÇÃO	PLANO
NÍVEL DE RESPOSTA 0 NORMAL (verde)	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometem a segurança da barragem, mas devem ser controladas e monitoradas ao longo do tempo.	Procedimentos internos de Operação e Manutenção
NÍVEL DE RESPOSTA 1 ATENÇÃO (amarelo)	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem não comprometerem à segurança da barragem no curto prazo, mas exigirem monitoramento, controle ou reparo ao decurso do tempo.	
NÍVEL DE RESPOSTA 2 ALERTA (laranja)	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco à segurança da barragem, exigindo providências para manutenção das condições de segurança.	
NÍVEL DE RESPOSTA 3 EMERGÊNCIA (vermelho)	Quando as anomalias ou a ação de eventos externos à barragem representem risco de ruptura iminente, exigindo providências para prevenção e mitigação de danos humanos e	PAE – Plano de Ação de

Quadro 01- Níveis de resposta com as respectivas caracterizações – PAE. Ver 08-30/11/2022.

Após o diagnóstico e enquadramento do nível de segurança da barragem, o Coordenador do PAE, deve declarar para o nível 3 a emergência e executar as ações descritas no PAE.

3.2 Gestão do risco - Detecção e avaliação de eventos e anomalias

Seguindo o ciclo do processo contínuo de gerenciamento do risco no vale e barragem, podemos destacar os **procedimentos preventivos** que tem a finalidade de garantir a integridade das estruturas e a manutenção do nível de segurança de modo a evitar situações que ponham em risco a usina e a área a jusante. Os procedimentos de Gestão de Segurança da barragem se baseiam no monitoramento e na manutenção das estruturas. Atualmente utiliza-se o sistema SYSDAM, que opera como um banco de dados, armazenando e integrando todas as informações de monitoramento das estruturas civis da usina, possibilitando análises e avaliação da estabilidade do barramento. O SYSDAM é um software de apoio à gestão do risco, segurança e emergência, de estruturas Geotécnicas e de Concreto, para os setores de geração de energia, mineração e indústria, otimizando o processo de coleta, organização e a gestão dos dados de inspeção, monitoramento,

ações de correção e reparos, emissão de alertas quando ocorrem desvios nas leituras de auscultação por exemplo.

3.2.1 – Observação do Comportamento da barragem

O monitoramento da barragem do Funil é realizado por profissionais qualificados e treinados para identificar desvios em relação ao seu comportamento, capacitados para analisar anomalias que possam se desenvolver ou afetar a segurança das estruturas. São realizadas inspeções visuais regulares, leitura de instrumentos de auscultação, ambas visando antever comportamento insatisfatório das estruturas. A UHE Funil é monitorada por marcos superficiais, medidores triortogonais, medidores de vazão, piezômetros e drenos de fundação. As leituras dos instrumentos são plotadas em gráficos, com limites de referência, e armazenados no Sistema de Gestão da Segurança de Barragens. Mensalmente elabora-se o Relatório de Segurança da Barragem e para o gerenciamento da Segurança e Gestão do risco utiliza-se o sistema SYSDAM.

O SYSDAM é um software de apoio à gestão do risco, segurança e emergência, de estruturas Geotécnicas e Concreto, para os setores de geração de energia, mineração e indústria, otimizando o processo de coleta, organização e a gestão dos dados de inspeção, monitoramento, ações de correção e reparos, emissão de alertas quando ocorrem desvios nas leituras de auscultação por exemplo.

3.2.2 Equipamentos Hidrodinâmicos

Os equipamentos hidrodinâmicos de acionamento das oito comportas, são monitorados e inspecionados periodicamente com realização de leituras operacionais. As comportas são acionadas por motores. A alimentação dos motores de acionamento das comportas é proveniente dos barramentos em 220V dos serviços auxiliares da UHE Funil. Na ausência destas fontes, existe um gerador de emergência, que supre as cargas principais, incluindo o acionamento das comportas dos sistemas extravasores.

3.2.3 Efeitos sísmicos

A UHE Funil é monitorada continuamente quanto a atividades sísmicas, com estação sismográfica da própria Eletrobrás Chesf, possuindo também contrato com uma empresa especialista em sismologia. Quando da ocorrência de sismos locais a empresa contratada para o

monitoramento apresenta em caráter excepcional boletins com análises dos registros sísmicos para conhecimento pela equipe de segurança de barragem que avalia a necessidade de medidas adicionais como uma maior frequência de leituras, inspeções específicas, Relatórios dentre outras.

3.2.4 Precipitação local

A intensidade de precipitação sobre o barramento, e a pluma deslocada em direção a uma barragem a fio d'água podem levar a anomalias em taludes e a erosões nas margens, tanto a jusante quanto a montante. A Usina possui acompanhamento pluviométrico constante através da Divisão de Operação de monitoramento de recursos hídricos, monitoramento com piezômetros e drenos, medidores de vazão, além das inspeções visuais constantes para avaliar a situação das estruturas.

3.2.5 Estudo de cenário - Mapa de inundação – ZAS /ZSS.

A avaliação da propagação da onda de cheia e dos mapas de inundação foi realizada a partir da utilização do modelo hidrodinâmico HEC-HAS (Hydrologic Engineering Center -River Analysis System), versão 5.06 de novembro de 2018. O modelo digital do terreno MDT foi gerado a partir das ferramentas disponíveis no RAS Mapper, que é um módulo do HEC-RAS, o qual permite a visualização das extensões da planície de inundação, sem usar outro programa como o QGIS ou CAD. (PAE Funil. 2022. versão 08. Pg 21).

No vale a jusante da UHE Funil, cinco municípios são parcialmente atingidos na hipótese de ruptura da barragem. Para o caso da UHE Funil foi adotado como condição de contorno do modelo à jusante o limite do MDT levantado, portanto a modelagem hidrodinâmica do PAE tem o segmento de amortecimento da onda de cheia até o final da área urbana dos municípios de Ubaitaba e Aurelino Leal-BA.

3.2.5 A zona de Autossalvamento –

A ZAS, foi delimitada a partir do cenário 3 – Hidrograma com vazão de pico igual a $Q = 8.500 \text{ m}^3/\text{seg.}$ e Hidrograma TR10.000 no afluente. Em relação a sua extensão máxima a mancha compreendida a um raio de até 10km da barragem principal e transversalmente a mancha correspondente a um tempo de chegada de quatro horas. A ZAS possui uma área equivalente a $7,73\text{km}^2$. foi definido também uma zona de primeiro impacto mais próxima ao leito do rio, que compreende toda a extensão da ZAS, abrangendo como distância transversal a mancha o tempo de chegada da onda de até 30 minutos.

De acordo coma legislação, a Zona de Segurança Secundária -ZSS corresponde ao trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS. Nesse contexto a ZAS e a ZSS, correspondem a um total de 75 km, desde a barragem até a foz no município de Camamu.

Figura 4 -Mancha de inundação e rota de fuga -Fonte PAE ver. 08 -30-11-2022

O Sistema de Aviso Sonoro na ZAS, é constituído de 07 unidades de Pontos de Repetição e Anunciação Sonora -PRAS, dos quais, cinco na zona rural e dois na zona urbana nos municípios de Ubaitaba e Aurelino Leal. Estas unidades dos PRAS, tem por objetivo alertar a população da ZAS para seguir de imediato através das rotas de fuga, até os Pontos de Encontro -PE, que são locais seguros, previamente estabelecidos . As sirenes serão acionadas a partir da comunicação da situação do cenário no nível de resposta nº.3, projetadas para atingir o volume de até 70 DB nas áreas delimitadas.

Após a publicação, a etapa seguinte consiste na implantação do plano (PAE), através da materialização dos recursos e da infraestrutura necessária, visando atender ao pior cenário que foi identificado no Plano de Ação Emergencial.

4.1 -Rotas de Fuga

A rota de fuga é o caminho mais rápido e seguro para a população vulnerável do cenário de risco iminente. Para a definição das rotas, foram utilizadas plantas de inundação no formato kmz, em seguida com a utilização do google-maps foi possível um primeiro entendimento da equipe de segurança de barragem, para identificar melhor as edificações residenciais, praças, prédios públicos e de serviços essenciais. Na sequência com as plantas impressas, foram realizadas visitas técnicas em campo, com os representantes da Defesa Civil para avaliar em conjunto, as observações e sugestões e posterior validação das respectivas rotas pela Administração Municipal.

Após as etapas de nivelamentos das equipes, foram elaborados os projetos das rotas de fuga no formato QGIS, (figura 05), como forma de exercício desta pesquisa, para auxiliar a instalação das placas em campo. Posteriormente foi elaborado um desenho definitivo no formato KMZ, inserindo as coordenadas dos pontos de encontro -PE.

Definidas as rotas de fuga, os modelos das placas de sinalização foram apresentados aos respectivos representantes da Defesa Civil e Gestores do Município para sugestões. Após aprovação utilizou-se também para prática do estudo desta pesquisa o programa livre QGIS, auxiliando na localização e instalação das placas de rotas de fuga e pontos de encontro em campo. As placas foram instaladas em barrotes de madeira e reforço com cantoneiras para suporte. Atualmente as rotas estão lançadas no software SYSDAM definindo o posicionamento e arquivos em kmz.

- A definição ocorreu a partir do planejamento prévio com base no mapa de inundação, inspeções em campo por parte da equipe da Chesf em Funil, para conhecimento das rotas de acesso, havendo também contribuição e validação por parte dos representantes dos órgãos de Municipais relacionados à Defesa Civil e Meio-ambiente, durante as etapas de implantação do COMDEC Municipal.
- Na etapa de planejamento buscou-se o trajeto mais rápido, minimizando quando possível as dificuldades dos deslocamentos em função da topografia local e condições das vias de circulação internas na zona rural de Ubaitaba-Ba;
- Durante a fase de definição o objetivo foi o de evitar inclinações excessivas nas rotas da zona rural quando possível e também nas sedes dos distritos, tentando-se assim

evitar ao máximo acessos com cancelas ou outras barreiras, nos povoados de Piraúna, e Oricó.



Figura 5 - modelo aprovado junto a Administração Municipal e Defesa civil de Ubaitaba.- Fonte: PAE - Rev. 08 de 30/11/2022 – Classificação do domínio público

Rota de fuga: RF-4 e Ponto de Encontro: RE-4



Figura 1.4: Demonstração de Rota de fuga, ponto de encontro e placa indicativa de direção a seguir.



Figura 6 – Detalhamento da posição de instalação das placas de rotas de fuga utilizando o QGIS.

4.2 Pontos de Encontro -PE

Para a definição e implantação dos pontos de encontro foram observados os seguintes aspectos: Se o local é seguro, fora da área de inundação, em condições de acesso para o socorro e assistência á população a abrigar, até a chegada da Defesa Civil e Unidades de apoio como bombeiros, Polícia Militar, guarda Municipal .

4.3 Sistema de alarme:

O Ponto Remoto de Anunciação Sonora, é composto por um equipamento instalado em uma base civil em concreto armado, numa área de 3,0 x 3,0m, protegido por gradil e concertina, cuja torre é composta de um poste metálico, dividido em três partes, com alturas definidas de acordo a cota do terreno e posição, entre 15 a 18m, com painel elétrico de comando, baterias, placas solares para alimentação autônoma, antenas de comunicação UHF, giro led de sinalização, câmera, sistema de proteção contra descargas atmosféricas, conjunto de cornetas que podem ter 4, 8 ou 16 sirenes, com toques diferentes e reprodução de mensagens gravadas.

Para o projeto executivo contratou-se a empresa TECAL Ltda, responsável por construir as bases em concreto armado, fornecer e instalar torres e equipamentos, barreiras de proteção da área de 30, x 3,0m, testes e manutenção anual das instalações remotas.



Figura 7 – Localização prevista para as sirenes -Fonte: Fonte: PAE - Rev. 08 de 30/11/2022 –

Classificação do domínio público

-

Coube a equipe do fundiário da Eletrobrás -Chesf a responsabilidade de negociar a autorização e regularização da documentação de áreas públicas ou em propriedades privadas, para as atividades de instalação das sirenes.

Houve a necessidade da equipe de Segurança de barragens se integrar a equipe do fundiário face as dificuldades em se obter autorização e regularização das respectivas áreas, pelo fato desta ter maior acesso às comunidades, conhecimento dos agentes públicos locais, decorrente de eventos anteriores relacionados a implantação do PAE.

Na zona rural do município, os pontos foram locados em fazendas e áreas que preferencialmente ofereçam segurança como por exemplo nas proximidades ou dependências de prédios públicos.

UFL - FUNIL			
ORDEM	PONTOS	LOCAL	IMAGEM SATÉLITE LOCAL
2	PRAS_02	Fazenda São Félix - Ubaitaba	
3	PRAS_03	Fazenda São Carlos - Ubaitaba	
4	PRAS_04	Creche Pirauna	

Figura 8 -Identificação dos PRAS -Posto de Repetição e Anunciação Sonora, na zona rural do município
Fonte: Do próprio Autor

5.0 Conclusão e considerações finais

No presente estudo buscou-se analisar o Gerenciamento do sistema de comunicação do PAE da UHE Funil, em particular quanto a definição e instalação de Rotas de Fuga, pontos de encontro e dos PRAS, e suas dificuldade de implantação, na zona rural do município de Ubaitaba, e também sede dos municípios de Ubaitaba e Aurelino leal.

Quando da aprovação da primeira versão do PAE, surgiram dificuldades quanto ao recebimento e aprovação do volume VII - PAE porque o CONDEC Municipal estava na fase de implantação e os contatos foram feitos junto aos Secretários e Gestor Municipal da época, até que ocorresse a nomeação para o representante da Defesa Civil local.

Com a alteração da LEI 12.334/2010 pela Lei 14.066/2020 e atuação e apoio dos órgãos de Defesa Civil Estadual e Federal os municípios começaram a desenvolver os seus respectivos CONDEC.

- Rotas de fuga, sinalização e sirenes:

Nesta etapa, contando com o apoio do novo coordenador da Defesa Civil, houve a necessidade de treinar novamente os participantes e reapresentar o PAE e os respectivos projetos de sinalização de rotas de fuga, pontos de encontro, e instalação das sirenes, para aprovação por parte dos novos Gestores Municipais de Ubaitaba e Aurelino leal. Para consolidação das definições nestas etapas foram importantes as participações da Secretaria de Governo do município de Ubaitaba.

Em paralelo foram feitas inspeções conjuntas em campo, visitando as comunidades envolvidas, a participação dos líderes comunitários e o coordenador da Defesa Civil de Ubaitaba, para aceite das rotas e Pontos de Encontro, e aprovação do Gestor Municipal.

Observações:

- A sinalização ocorreu com a instalação de placas ao longo do trajeto, em linha reta e a cada mudança de direção;
- As placas foram confeccionadas com tintas refletivas, para facilitar a visualização durante a noite com a utilização de lanternas se for o caso.

- Expectativa quanto a realização do primeiro simulado, para avaliar a demanda por necessidades especiais para pessoas da comunidade;

Quanto aos Pontos de Encontros, estes também foram avaliados em conjunto com as comunidades e coordenador da Defesa Civil, durante a etapa de validação das rotas de fuga. Foram observados critérios quanto a facilidade de acesso, segurança e localização fora da mancha de inundação.

Apresentados os projetos dos Postos de Repetição e Anúnciação Sonora – PRAS, as equipes de Segurança de barragem e do Fundiário, foram a campo para obtenção de áreas em propriedades públicas e particulares nas zonas rurais e sede dos municípios. As dificuldades encontradas nesta etapa, foram referentes a definição conjunta entre a empresa instaladora, representante da CONDEC, representante da comunidade para posterior concordância do Gestor Municipal.

Etapa 01 – Aprovação dos locais escolhidos em áreas públicas:

Os representantes das comunidades do Oricó e Piraúna inicialmente não concordaram com os locais escolhidos para instalação das torres das sirenes, ambas em praça pública, com jardins floridos e urbanizados. Houve então a necessidade da pesquisa por novos locais de consenso, o que levou a novas visitas em campo, contando sempre com a proatividade de todos os envolvidos, principalmente do Coordenador da Defesa Civil de Ubaitaba. Na localidade de Oricó após a comunidade discordar do primeiro local escolhido na praça principal defronte a escola municipal, foram feitas novas solicitações até a concordância de uma área privada, situada ao lado da igreja da comunidade, que foi cedido para o uso pelo proprietário. Na comunidade de Piraúna após várias tentativas e desviando das áreas de inundação houve a aprovação de uma área ao fundo da creche municipal. Todas estas áreas públicas tiveram que ser aprovadas pelo Gestor Municipal.

Na sede de Ubaitaba foram oferecidas três áreas públicas do município, porém somente após a terceira tentativa houve a aprovação técnica por parte da TECAL, (empresa responsável por instalar as torres), e também a aprovação por parte da Defesa Civil, da Secretária de Governo e do Prefeito Municipal. Note-se que para cada alteração do local, tornou-se necessário por parte da empresa projetista (TECAL) refazer os cálculos da amplitude sonora e do enlace de alcance entre as torres para repetição do sinal.

Etapa 02 - Dificuldades em áreas Privadas.

A locação dos PRAS 02 e 03, coincidiu com áreas situadas em fazendas de criação de gado para frigorífico, havendo então dificuldade de negociação, porque estas áreas estavam judicializadas em seção de herança, necessitando da autorização do advogado e do Juiz, e somente após a concordância dos herdeiros as respectivas áreas foram cedidas para cessão de uso. Estas autorizações demoraram a acontecer por se tratar de ações Judiciais...

Em paralelo no aguardo da aprovação das áreas dos Pras 02 e 03 fora solicitado a outra propriedade criadora de gado em grande escala para um frigorífico, um pedido de cessão das respectivas áreas, por correspondência e relato do equipamento a ser instalado, porém não houve consenso de aprovação por parte da Administração da empresa em tempo hábil.

Em resumo pretendeu-se apresentar resumidamente uma abordagem sobre a Gestão do risco e as dificuldades inerentes a locação das rotas de fuga, dos pontos de encontro e postos de anúncio sonora, numa das etapas de implantação do PAE da UHE Funil.

6. REFERÊNCIAS

- Lei Federal nº 12.334/2010, alterada pela Lei nº. 14.066/2020.

- Resolução 1064/2023 – ANEEL.

- Resolução nº. 236, alterada pela Resolução nº 121/2022.

- Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens. Volume IV – ANA. Agência Nacional de Águas.

PAE- Plano de Ação Emergencial-Vol VII- Eletrobrás -Chesf. Revisão 08 -2022

-RODRIGUES, M.B. **Proposição de metodologia para o traçado de rotas de fuga em0 caso de falha em barragem.** 2021. 82f. TCC -Graduação (Curso de Engenharia Civil) -Centro de Tecnologia – universidade Federal do Ceará. Orientada prof. Dr. Bruno Vieira Bertoncini.

- OLIVEIRA, L.A.P. **Fluxo de implantação do Plano de Ação Emergencial de barragens de armazenamento de água sob a ótica das diretrizes legais Brasileiras.** 2022. 114 fl. Dissertação Mestrado. Universidade Estadual Paulista -Faculdade de Engenharia de Ilha solteira. Orientador Jefferson nascimento de Oliveira

Balbi, Diego Antonio Fonseca. Metodologias para elaboração de planos de ação emergenciais para inundações induzidas por barragens. Estudo de caso. 2008 336f. Dissertação. (Mestrado). – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Orientador Nilo de Oliveira Nascimento

- Revista Brasileira de Engenharia de Barragens- Ano VII, Edição nº. 11 – Outubro 2021.