

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DO PLANO EM SITUAÇÕES DE EMERGÊNCIA HIDROLÓGICA

Sandra Uemura¹; José Rodolfo Scarati Martins²; Aline Hayashi Suzuki³; Pedro Nunes Pereira⁴ & Ovídio Santos⁵

Resumo – O Plano de Ações Emergenciais – PAE – tem como finalidade apresentar e descrever os procedimentos necessários à atuação em situações de emergência. Desta forma, para sua elaboração, devem ser levados em considerações alguns fatores como, por exemplo, a quantificação dos riscos naturais, a identificação e avaliação dos impactos diretos e indiretos, o estabelecimento de ações preventivas, rotinas de treinamento e simulações de ações emergenciais, elaboração de fluxogramas de notificações e sistema de comunicações de emergência, dimensionamento de equipamentos e mão de obras necessárias no caso da ocorrência de emergências, dimensionamento de estoques de suprimentos, fontes de energia de emergência, etc. A necessidade de elaboração de um PAE deve ser específica para cada barragem, levando-se em consideração principalmente as condições de risco a jusante. Este deve descrever as ações a serem tomadas pelo proprietário da barragem no caso de emergência, deverá delegar às pessoas ou órgãos competentes as responsabilidades para cada ação a ser tomada, e deve ainda ser atualizado, publicado e distribuído àqueles a quem as responsabilidades foram delegadas. O presente trabalho tem como objetivo apresentar os principais elementos que compõem um plano de ações no caso da ocorrência de uma emergência seja ela ocasionada por uma cheia ou ocasionada pela ruptura da estrutura.

Abstract – The Emergency Action Plan - EAP - has the purpose of presenting and describing the necessary procedures for emergency situations. Thus, for its development, some factors must be taken into account such as the natural hazards quantification, the identification and evaluation of direct and indirect impacts, the establishment of preventive actions, training routines and simulations of emergency actions, the notifications flow charts and emergency communications system development, estimative of equipment and hand work needed in case of emergencies, sizing of supply stocks, emergency power sources, etc. The need for development of an EAP must be specific to each dam, taking into account mainly the downstream risk conditions. It must describe actions that would be taken by the dam owner in case of emergency, besides delegating to people or entities the responsibilities for each action to be taken, and must still be updated, published and distributed to those to whom responsibilities are delegated. This paper aims to present the fundamental elements that works in a Emergency Response Plans for dams, for the occurrence of a flood or a dam failure.

Palavras-Chave – Plano de Ação Emergencial, Mapas de Inundação, Relatórios de Impacto

¹ Mestre Engenheira da FCTH. Av. Pedroso de Morais, 1619 cj. 507/508; 05419-000 São Paulo, SP. Fone: (11) 3039-3169. E-mail: sandra@fcth.br

² Professor Doutor da EPUSP. Av. Prof. Luciano Gualberto, tr. 3, nº 380, 05508-970 São Paulo, SP. Fone: (11) 3091-5581. E-mail: scarati@usp.br

³ Engenheira da FCTH. Av. Pedroso de Morais, 1619 cj. 507/508; 05419-000 São Paulo, SP. Fone: (11) 3039-3169. E-mail: aline@fcth.br

⁴ Gerente Adj. de Eng. Civil e Segurança de Barragens da Duke-Energy. Rod. Chavantes Rib. Claro, km10 Chavantes SP Fone: (14) 3342-9019 E-mail: pnpereira@duke-energy.com

⁵ Engenheiro da Duke-Energy. Rod. Chavantes Rib. Claro, km10 Chavantes SP Fone: (14) 3342-9023 E-mail: ovidio.santos@duke-energy.com

INTRODUÇÃO

O Plano de Ações Emergenciais – PAE – tem como finalidade apresentar e descrever os procedimentos necessários à atuação em situações de emergência. Desta forma, para sua elaboração, devem ser levados em considerações alguns fatores como, por exemplo, a quantificação dos riscos naturais, a identificação e avaliação dos impactos diretos e indiretos, o estabelecimento de ações preventivas, rotinas de treinamento e simulações de ações emergenciais, elaboração de fluxogramas de notificações e sistema de comunicações de emergência, dimensionamento de equipamentos e mão de obras necessárias no caso da ocorrência de emergências, dimensionamento de estoques de suprimentos, fontes de energia de emergência, etc.

De maneira geral, a literatura e a legislação (Lei nº 12.334 de 20/09/2010) correlata estabelecem que a segurança de uma barragem está diretamente associada ao risco e ao gerenciamento das ações a serem tomadas antes, durante e depois da detecção de uma possível situação de perigo para uma obra. Desta forma, cabem aos responsáveis das estruturas (barragem e propriedades a jusante), estarem munidos de ferramentas que auxiliem no caso da ocorrência de eventos que requerem medidas emergenciais.

A gestão de emergências devem englobar aspectos que procuram, antes de qualquer coisa, evitar ou reduzir o risco de ruptura de estruturas já implantadas, incluindo as chamadas medidas preventivas, como as inspeções das estruturas e dos equipamentos, a instrumentação da barragem, treinamento da operação e realização das manutenções preventivas e corretivas. São ações que visam eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência de falhas.

Considerando fatores como o porte da barragem, sua idade e histórico de inspeções e manutenções, condições geológicas e hidrológicas locais e a evolução observada da bacia a montante e a jusante, a gestão de eventuais emergências exige a elaboração de planos de ações rotineiras e emergenciais. No primeiro são realizadas tarefas de preparação e simulação para tratamento de emergências reais, e no segundo, são organizadas as estruturas para comando, comunicações, salvamento, normalização e reparação de danos.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar os principais elementos que compõem um plano de ações no caso da ocorrência de uma emergência seja ela ocasionada por uma cheia ou ocasionada pela ruptura da estrutura.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada neste trabalho buscou apresentar a definição das etapas de elaboração de um plano de ações emergenciais, bem como a definição dos estados críticos representados por cenários a serem definidos através da simulação em modelos matemáticos (uma cheia com vazões

maiores ou iguais às estabelecidas no Sistema de Operação em Situações de Emergência – SOSEm [CENEC, 2008] - (conjunto de normas e procedimentos de operação e manutenção que envolvem aspectos técnicos, organizacionais e administrativos com o objetivo de garantir a segurança da operação hidráulica dos reservatórios de algumas entidades como Duke Energy), e as provocadas por uma ruptura da barragem) e a elaboração de produtos como por exemplo mapas temáticos (com as manchas de inundação) e os relatórios de impacto para cada situação.

A necessidade de elaboração de um Plano de Ações Emergenciais deve ser específica para cada barragem, levando-se em consideração principalmente as condições de risco a jusante. Um PAE deve descrever as ações a serem tomadas pelo proprietário da barragem no caso de emergência, deverá delegar às pessoas ou órgãos competentes as responsabilidades para cada ação a ser tomada, e deve ainda ser atualizado, publicado e distribuído àqueles a quem as responsabilidades foram delegadas.

Conteúdo de um Plano de Ações Emergenciais Interno de um Empreendimento

A elaboração de um plano de ações emergenciais deve ser restrita a cada barragem e este deve conter desde as características físicas e hidráulicas do empreendimento, os estudos hidrológicos, os estudos de rompimento das estruturas, os mapas de inundação decorrentes da propagação da onda de cheia, uma lista com os possíveis pontos a serem atingidos, o fluxograma de notificação, os sistemas de comunicação a serem utilizados e o dimensionamento de materiais e equipamentos a serem utilizados na ocorrência de situações de emergência.

A seguir são listadas as etapas que devem ser consideradas na elaboração de um plano de ações emergenciais:

1. Identificação das situações ou eventos que necessitem de uma preocupação especial, ou seja, situação aquela que possibilite o início de uma situação de emergência. As situações de emergências podem ser caracterizadas com as cheias regulares (cheias de 5, 10 e 25 anos de período de retorno), cheias de projeto (cheias de 50, 100, 500 e 1000 anos de período de retorno), cheias excepcionais (cheias de 10.000 anos de período de retorno, a PMP – Precipitação Máxima Provável e acidentais) e cada situação está associada um tipo de ação a ser tomada como por exemplo, nas cheias regulares a eliminação dos impactos ao passo que para as demais, faz-se necessário o mapeamento dos impactos, a previsão de sua ocorrência e a gestão da emergência. Essas situações de emergência podem ser definidas através de cenários, que, devem representar situações como: a ocorrência do rompimento da barragem seja por ruptura seca (piping) ou associada a um evento hidrológico (overtopping), a ocorrência de uma cheia excepcional ou até mesmo as cheias de projeto. Os cenários podem ser representados através de modelos matemáticos que calculam além do rompimento das

estruturas, a propagação da onda de cheia efluente. Estes modelos por sua vez associados a suportes informáticos, que facilitam a “entrada” e manipulação de extensas quantidades de dados, bem como a organização dos resultados de forma clara e concisa, tem sido feito em todo o mundo com o objetivo de verificação, projeto e manutenção de obras hidráulicas. Para simulação de rompimento de barragens podem-se citar inúmeros modelos clássicos de referência, como por exemplo, o modelo desenvolvido por FREAD (1998) e para a NWS, dentre outros. A Tabela 1 a seguir apresenta alguns dos modelos matemáticos existentes para a simulação do rompimento das estruturas (barragens).

Tabela 1 - Lista de modelos matemáticos para ruptura de barragens e propagação da onda de cheia efluente.
Fonte: Adaptado de Uemura, 2009

AGÊNCIA	NOME DO MODELO
Usa/National Weather Service	FLDWAV
Usa/National Weather Service	DAMBREAK
Usa/National Weather Service	SMPBRK
Boss	BOSS DAMBRK
Haested Methods	HAESTED DAMBRK
Binnie & Partners	UKDAMBRK
Departament Of Water Affairs And Forestry Pretoria, South Africa	DWAF-DAMBRK
Usa/Coe Hec	MODELOS HEC
Tams	LATIS
Iprheh - China	DKB1
Iprheh - China	DKB2
Instituto De Tecnologia De Estocolmo	TVDDAM
Cemagref	RUBAR3
Cemagref	RUBAR20
Cemagref	CASTOR
Delft Hydraulics	WENDY
Delft Hydraulics	DELFO/DELQUA
Consulting Engenners Reiter Ltd.	DYX10
Anu-Reiter Ltd.	DYNET-ANUFLOOD
Enel Centro Di Ricerca Idraulica	RECA5
Enel Centro Di Ricerca Idraulica	FLOOD2D
Enel Centro Di Ricerca Idraulica	STREAM
Intituto De Hidraulica Da Dinamarca	MIKE11
Eth Zurique	FLORIS
Intituto De Hidraulica Da Dinamarca	MIKE21
Edf - Laboratorio Nacional De Hidraulica - França	RUPTURE
Edf - Laboratorio Nacional De Hidraulica - França	TELEMAC
Fundação Centro Tecnológico De Hidráulica	CLIV PLUS
Fundação Centro Tecnológico De Hidráulica e Duke-Energy	DUKE DAMBRK

Uma vez estabelecidos os cenários é possível determinar os hidrogramas resultantes da simulação dos eventos críticos de interesse e os correspondentes limnigramas, como exemplificados nas Figura 1e Figura 2 a seguir.

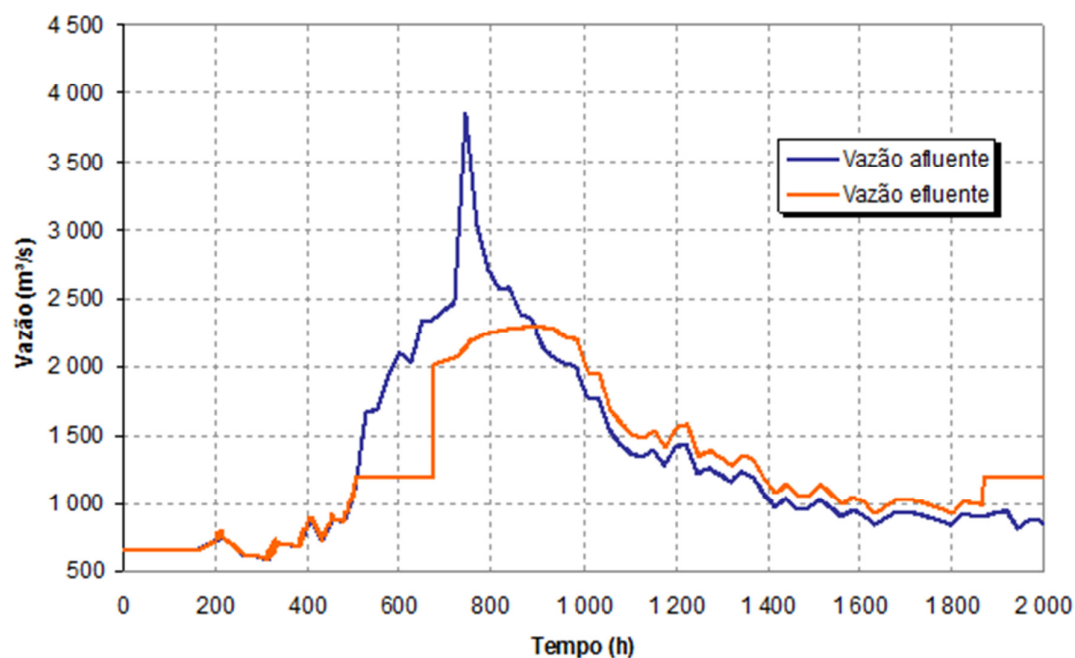


Figura 1 - Hidrograma de vazões afluyente e efluente, resultantes da simulação da cheia decamilenar para a UHE Jurumirim - São Paulo/BR (Duke-Energy) em modelo matemático. Fonte: FCTH, 2009

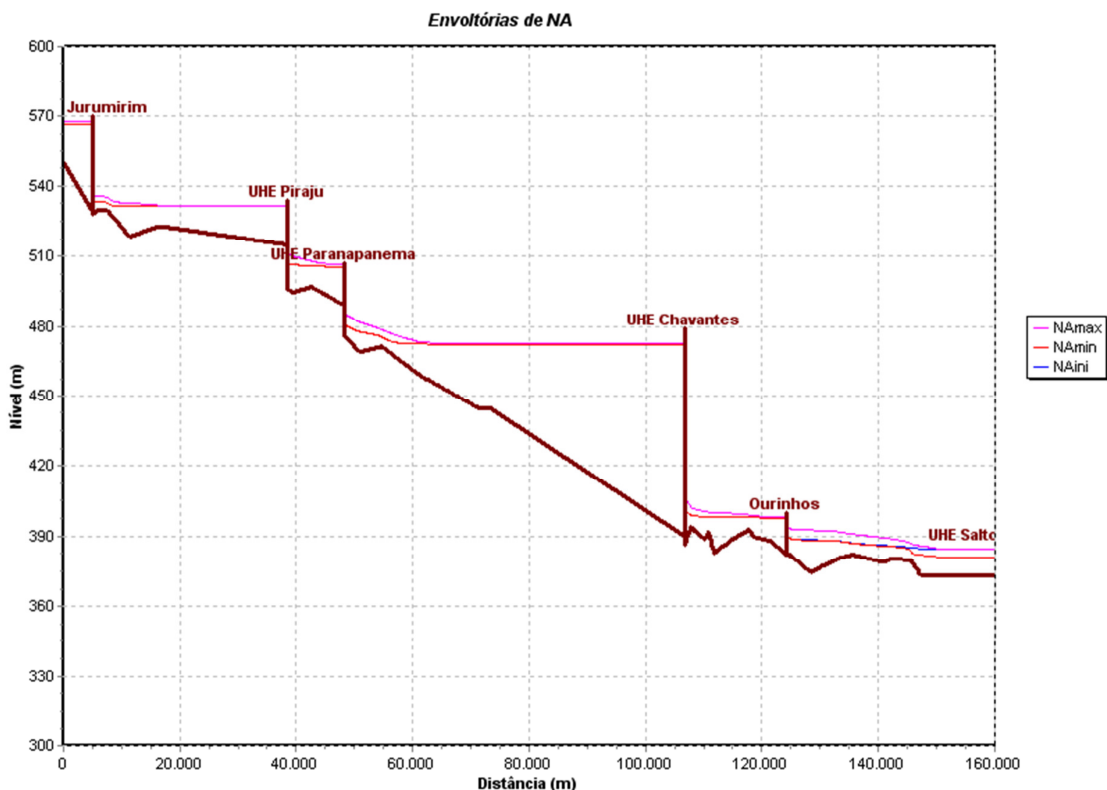


Figura 2 - Níveis d'água máximos e mínimos resultantes da simulação de propagação de uma vazão de restrição estabelecida pelo SOSEm da UHE Chavantes - São Paulo/BR (Duke-Energy) em modelo matemático. Fonte: FCTH, 2009

2. Identificação de todos os locais e pessoas que podem ser afetadas na ocorrência dos eventos listados no item anterior. Para esta identificação, se faz necessária a elaboração de “mapas

temáticos” e de relatórios de impacto, contendo informações suficientes para que os responsáveis pela aplicação do plano possam agir na ocorrência de uma situação emergencial. Os mapas devem estar associados às simulações de propagação da onda de cheia (item 1) e às zonas de inundação definidas por cores. As cores das zonas de inundação estão relacionadas às profundidades sejam elas:

- Zona de Auto-Salvamento (ZAS - Azul): Corresponde às áreas inundadas de profundidades máximas iguais ou inferiores a 0,5m, possibilitando assim, a locomoção das pessoas que ocupam essa área sem auxílio de um profissional na área de resgate. Sendo assim, a ação consiste em avisos diretos à população de forma que esta se responsabilize pela própria evacuação do local.
- Zona de Resgate (ZRG - Amarela): Corresponde às áreas inundadas com profundidades máximas entre 0,5m e 1,5m. Neste caso, a população consegue se locomover, porém necessita do auxílio de um profissional da área de resgate durante a ocorrência do evento. A população situada na ZRG deverá receber um aviso para que haja uma segura evacuação do local.
- Zona de Remoção (ZRE - Vermelha): Corresponde às áreas inundadas com profundidades iguais ou superiores a 1,5m, comprometendo a locomoção da população que ocupa essa área. Assim como na Zona de Resgate e na Zona de Auto-Salvamento, a população recebe um aviso antecipado sobre a ocorrência do evento, de forma a evacuar a área minimizando os impactos decorrentes dos eventos simulados. Como forma preventiva adicional, a remoção é realizada de porta em porta, para a certificação de que toda população esteja consciente da situação.

Além das zonas de inundação, os mapas devem conter os pontos notáveis/críticos (estruturas ou estradas/rodovias).

A Figura 3 a seguir apresenta o mapa de inundação com as zonas de inundação e os pontos notáveis para a simulação em modelo matemático de uma cheia ocorrida em 1983 no Rio Paranapanema/SP. Para a elaboração desses mapas é fundamental o conhecimento da topografia do terreno e esta representada por um MDT - Modelo Digital de Terreno (como apresentado Figura 4 por exemplo), de fotografias aéreas ou imagens de satélite para identificação dos pontos a serem atingidos, bem como uma base de dados contendo a identificação e localização de pontos notáveis/críticos.

Os relatórios de impacto, por sua vez, apresentam a identificação dos pontos notáveis/críticos, sua localização, descrição, a cota do terreno, o nível máximo atingido e a profundidade máxima alcançada para cada situação. A Figura 5 a seguir apresenta o relatório de impacto elaborado para a cheia ocorrida em 1983, na região do Rio Paranapanema/SP.



Figura 3 - Mapa de Inundação com pontos notáveis representando a cheia ocorrida em 1983 – região próxima ao município de Piraju/SP (Duke-Energy). Fonte: FCTH, 2009 e Adaptado de Google Earth

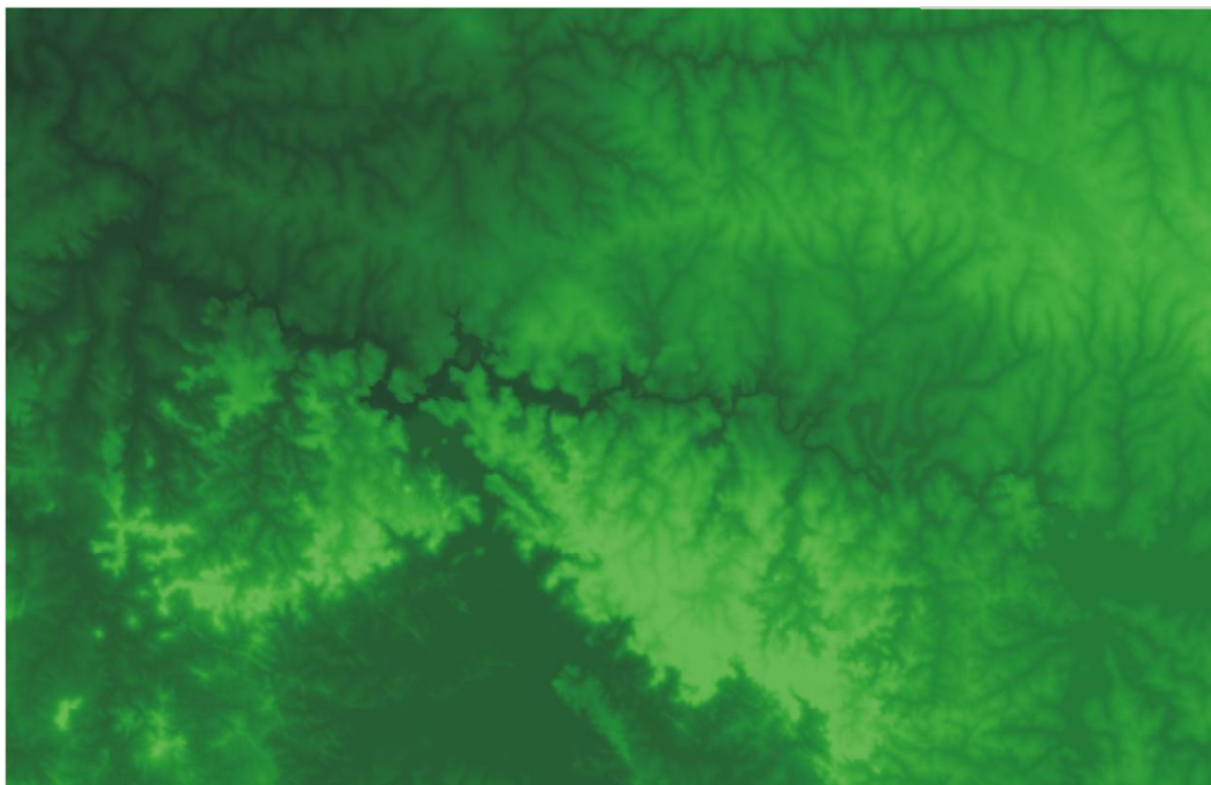


Figura 4 - Modelo Digital de Terreno gerado da região entre as UHE Jurumirim e UHE Chavantes no Rio Paranapanema. Fonte: FCTH, 2009

Id	UTM Norte (m)	UTM Leste (m)	Descrição	Cota Terreno (m)	Inundação Máxima	
					NA Máximo (m)	Prof. Máxima (m)
AI18-03	7.437.656,50	665.993,94	Acesso à Ponte Raposo Tavares - ME	510,00	510,33	0,33
AI19-05	7.434.893,50	665.393,25	UHE Paranapanema - Acesso MD	506,00	507,70	1,70
G8-05	7.456.746,00	611.734,44	Propriedade rural	386,00	388,28	2,28
G8-06	7.456.687,00	611.775,63	Propriedade rural	386,00	388,32	2,32
G8-07	7.456.536,50	611.877,63	Propriedade rural	386,00	388,35	2,35
G8-08	7.456.809,00	611.621,69	Propriedade rural	386,47	388,28	1,81
H12-01	7.449.658,50	613.577,63	Barro	389,16	391,33	2,17
H12-02	7.449.626,50	613.721,50	Chácara do Salmem	391,15	391,37	0,22
I12-01	7.448.254,00	615.998,38	Propriedade Rural	390,68	391,60	0,92
I12-04	7.449.196,50	614.449,06	Ponto de Área Azul	388,00	391,51	3,51
I12-05	7.448.945,50	614.016,88	Ponto de área Paulista	389,00	391,44	2,44
I12-06	7.449.154,00	614.018,44	Posto de saúde	389,19	391,42	2,24

Figura 5 – Relatório de Impacto elaborado para cheia ocorrida em 1983 na região do Rio Paranapanema/SP. Fonte: FCTH, 2009

3. Identificação dos sistemas de comunicação internos (entre os funcionários/equipe da barragem) e externos (entre a equipe da barragem e as agencias externas).
 - a. Para os sistemas de comunicação internos devem ser elaborados fluxogramas de notificações contendo os nomes das pessoas com os devidos contatos (telefone, e-mail, etc);
 - b. Para os sistemas de comunicação externos devem ser elaborados fluxogramas de notificações entre os responsáveis da barragem e as entidades que tomarão as devidas providencias nas áreas situadas a jusante. Estas por sua vez, devem levar em consideração as áreas onde estão localizadas pessoas que possuem tempo hábil de locomoção sem ajuda e aquelas que necessitam de ajuda para se locomover e/ou se salvar.
4. Definição dos estados de emergência para cada um dos cenários, bem como as atribuições de cada componente dos fluxogramas de notificações (interno e externo). A Figura 6 apresenta um exemplo simplificado de um fluxograma de ações no caso da ocorrência de uma situação de emergência.

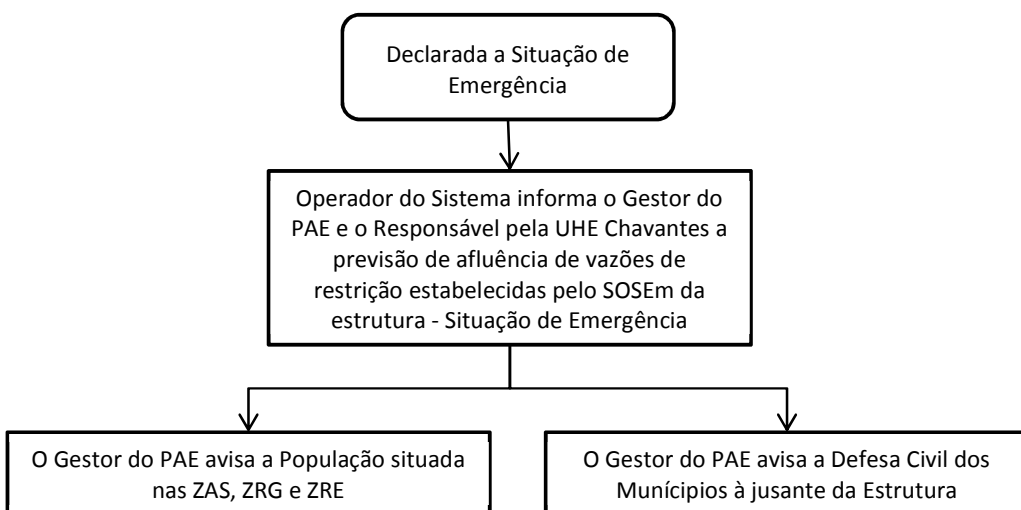


Figura 6 – Exemplo de fluxograma de ações no caso da ocorrência de uma emergência.

Subsídios Técnicos para Elaboração do Plano de Ação Externo de um Empreendimento

O Plano de Ações Externo deve ser uma complementação do Plano de Ações Interno e deve atender às preocupações no âmbito das ações a serem executadas antes, durante e depois da ocorrência de uma emergência nos locais situados a jusante dos empreendimentos, com objetivo de minimizar os impactos causados pela mesma, permitindo que os responsáveis pela segurança da população (Defesa Civil) possa dispor de informações suficientes para agir diante de uma situação de emergência.

O conteúdo e o desenvolvimento do Plano de Ações Externo devem ser de responsabilidade das entidades responsáveis pela segurança da população localizada a jusante da UHE Chavantes, bem como promover o resgate e a remoção destas na ocorrência de uma emergência.

Desta forma, o Plano de Emergências Externo deve conter informações suficientes para que as entidades responsáveis pela segurança das áreas localizadas à jusante dos empreendimentos possam atuar minimizando os impactos gerados na ocorrência de uma situação de emergência.

Cabe ressaltar que a elaboração, execução e manutenção do Plano de Ações Externo é de competência das entidades responsáveis pela segurança da população localizada à jusante dos empreendimentos. Os itens relacionados a seguir documento são sugestões e estes devem ser complementados e atualizados de maneira a minimizar os impactos causados por uma situação de emergência.

- Monitoramento hidrometeorológicos - Para que seja possível a identificação e a previsão de eventos que possam caracterizar uma situação de emergência, recomenda-se que haja pontos de monitoramento hidrológicos suficientemente distribuídos na região de interesse;
- Descargas nas estruturas - É de fundamental importância que as entidades responsáveis pela segurança das áreas localizadas à jusante dos empreendimentos o conhecimento das descargas e dos níveis d'água do reservatório das estruturas. Desta forma, a Defesa Civil dos municípios situados à jusante dos empreendimentos, devem manter constante contato com a entidade responsável pela operação;
- Fluxograma de atuação - Estabelecimento de um fluxograma de atuação na ocorrência de uma situação de emergência para facilitar a tomada de decisões. Este fluxograma deve conter o contato de cada um dos participantes na atuação das etapas.
- Agentes e responsabilidades - O PAE deve conter a identificação dos agentes de proteção civil que atuarão no caso da ocorrência de uma emergência e suas responsabilidades, bem como a identificação de outros agentes relevantes na gestão de uma emergência, como por exemplo: órgãos municipais/estaduais que atuarão na ocorrência de uma emergência (Bombeiros, Guarda Civil, etc.).

- Pontos de Impacto - As entidades responsáveis pela segurança das áreas localizadas a jusante dos empreendimentos devem possuir uma listagem com a identificação dos pontos que podem ser atingidos na ocorrência de uma emergência.
- Caracterização da região a jusante do Empreendimento – É de fundamental importância o conhecimento e a caracterização da região a jusante das estruturas levando em consideração os seguintes aspectos:
 - Levantamento de seções transversais no canal Paranapanema;
 - Realização de uma vistoria (relatório fotográfico) dos principais pontos notáveis da região;
 - Localização através das imagens de satélite (com o auxílio do aplicativo Google Earth) dos pontos passíveis de serem atingidos;
 - Localização das principais estruturas de acesso (pontes, rodovias, etc.);
 - Elaboração do Modelo Digital de Terreno para a região.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou os principais elementos que podem compor um Plano de Ações Emergenciais, tendo em vista o cumprimento da Lei nº 13.334 de 20 de setembro de 2010 onde o PAE deve ser um documento que estabelece as ações a serem tomadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência, bem como identificar os agentes a serem notificados a uma ocorrência extrema.

O Plano de Ação Emergencial é um documento que deve estar sempre ao alcance do responsável para que este possa agir com rapidez minimizando os impactos que possam vir a ocorrer em uma situação de emergência.

Cabe ressaltar que a concretização destes planos exige o emprego de ferramentas como, por exemplo, o emprego de softwares de simulação de escoamento hidrodinâmico para propagação da onda de cheia ao longo dos vales a jusante, o emprego de modelos digitais de terreno para elaboração da mancha de inundação e outros instrumentos de engenharia. Tais ferramentas tornam-se de grande importância, pois a superposição entre os resultados obtidos com os modelos matemáticos e os modelos digitais de terreno oferecem uma detalhada visualização quando aplicadas a ferramentas de GIS (como o Google Earth) para o planejamento de ações preventivas e emergenciais.

Desta forma, é de grande importância que os Planos de Ações (Plano de Ação Interno e Plano de Ação Externo) sejam revisados e atualizados constantemente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CESP Companhia Energética de São Paulo (1985) “A Cheia no Paranapanema em 1983”. Série CESP conta sua história. São Paulo-SP.

CNEC (2008) “SOSEm - Sistema de Operação em Situação de Emergência. Manual Geral para as Usinas Hidrelétricas de Jurumirim e Chavantes”, Rev. 07, São Paulo

CNEC (2008) “SOSEm - Sistema de Operação em Situação de Emergência. Manual Geral para as Usinas Hidrelétricas de Salto Grande, Canoas II, Canoas I, Capivara, Taquaruçu e Rosana”, Rev. 12, São Paulo

CNEC (2008) “SOSEm - Sistema de Operação em Situação de Emergência. Manual de operação Hidráulica do Reservatório UHE Chavantes”, Rev. 01, São Paulo

CNEC (2008) “SOSEm - Sistema de Operação em Situação de Emergência. Manual de operação Hidráulica do Reservatório UHE Jurumirim”, Rev. 01, São Paulo

CNEC (2008) “SOSEm - Sistema de Operação em Situação de Emergência. Manual de operação Hidráulica do Reservatório UHE Salto Grande”, Rev. 01, São Paulo

FCTH Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (2009) “Estudo de Metodologias Associadas À Adoção de Medidas Emergenciais em Situação de Cheias” – Relatório Final – São Paulo-SP.

FCTH Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (2001) “Modelação da propagação de cheias ocasionadas por rompimento de barragens na cadeia de geração do Rio Paranapanema” - Relatório Final - São Paulo-SP

FCTH Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (2002) “Modelação da propagação de cheias ocasionadas por rompimento de barragens na cadeia de geração do Rio Paranapanema - Relatório Final de Conclusão dos Estudos para Estabelecimento de Modelos de Ruptura em Barragens de Terra e Enrocamento” São Paulo-SP

FREAD, D. L., & LEWIS, J. M. (1998). “NWS FLDWAV Model. Theoretical Description & User Documentation” - National Weather Service NOAA.

Lei nº 12.334 de 20/09/2010 – Estabelece a política Nacional de Segurança de Barragens destinadas á acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais.

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil – Departamento de Hidráulica e Ambiente (2008) “Plano de Emergência Interno da Barragem de Pedrógão” Volume I Tomo I. Lisboa 123p.

UEMURA, S. (2008) “Instrumentos de Avaliação e Gestão de Impactos Gerados por Rupturas de Barragens”.Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo São Paulo-SP.

WISEU, M.T.F.(2008) “Segurança dos Vales a Jusante de Barragens – Metodologias de apoio à gestão do risco.” Tese (doutorado) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa , Lisboa 2008. 377p.