



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

VÍTOR HUGO PEREIRA DE MORAIS

**SISTEMA DE GESTÃO COMO INSTRUMENTO DE
INTEGRAÇÃO ENTRE A SEGURANÇA DE
BARRAGENS E VALES A JUSANTE**

CAMPINAS
2020

VÍTOR HUGO PEREIRA DE MORAIS

**SISTEMA DE GESTÃO COMO INSTRUMENTO DE
INTEGRAÇÃO ENTRE A SEGURANÇA DE
BARRAGENS E VALES A JUSANTE**

Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil na área de Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Tiago Zenker Gireli

Co-orientador: Prof. Dr. Alberto Francato

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE
DEFENDIDA PELO ALUNO VÍTOR HUGO PEREIRA DE MORAIS
E ORIENTADO PELO PROF. DR. TIAGO ZENKER GIRELI.**

CAMPINAS

2020

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

M792s Morais, Vitor Hugo Pereira de, 1983-
Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante / Vitor Hugo Pereira de Morais. – Campinas, SP : [s.n.], 2020.

Orientador: Tiago Zenker Gireli.

Coorientador: Alberto Luiz Francato.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Avaliação de riscos. 2. Barragens e açudes - Segurança. 3. Gestão integrada de riscos. I. Gireli, Tiago Zenker, 1980-. II. Francato, Alberto Luiz, 1969-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Management system as an instrument of integration between the safety of dams and valleys downstream

Palavras-chave em inglês:

Risk management

Dams and weirs - Security

Integrated risk management

Área de concentração: Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais

Titulação: Doutor em Engenharia Civil

Banca examinadora:

Tiago Zenker Gireli [Orientador]

Paulo Vatauvuk

José Gilberto Dalfré Filho

Aloysio Portugal Maia Saliba

Maria Teresa Fontelas dos Santos Viseu

Data de defesa: 29-09-2020

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-7580-3848>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/1037462944749284>

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

**SISTEMA DE GESTÃO COMO INSTRUMENTO DE
INTEGRAÇÃO ENTRE A SEGURANÇA DE BARRAGENS E
VALES A JUSANTE**

VÍTOR HUGO PEREIRA DE MORAIS

Tese de Doutorado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:

Prof. Dr. Tiago Zenker Gireli
Presidente e Orientador/Universidade de Campinas

Prof. Dr. Paulo Vatauvuk
Universidade de Campinas

Prof. Dr. José Gilberto Dalfré Filho
Universidade de Campinas

Prof. Dr. Aloysio Portugal Maia Saliba
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dra. Maria Teresa Fontelas dos Santos Viseu
Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC)

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

Campinas, 29 de setembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, pelos dons e pelas oportunidades que tive até hoje e pelas que ainda virão.

Em segundo ao meu **Pai** e minha **Mãe** por terem me dado condições de ter chegado até aqui e de terem me ensinado a não parar por aqui.

Ao meu **Pai, Édino Pereira de Moraes** pelo conhecimento, pelas discussões e pela proximidade neste processo!

À minha parceira **Mérith Yves** pela paciência e apoio!

Obrigados também aos meus irmãos **Thiago** e **Emiliana** que também sempre estiveram do meu lado.

Obrigado ao meu orientador Prof. Dr. **Tiago Zenker Gireli** e meu co-orientador Prof. **Dr. Alberto Francato** pela dedicação, apoio, por todo conhecimento a mim repassado e pela paciência durante esta pesquisa.

À liderança da CTG Brasil por atuar proativamente em relação às ações de segurança em vales a jusante de barragens e me permitir evoluir e amadurecer sobre a temática.

Obrigado a todos não citados que participaram de alguma forma.

RESUMO

A gestão de risco aplicada às barragens é constituída por um conjunto de ações que objetivam, em um primeiro estágio a manutenção das condições de segurança da barragem por meio de processos técnicos de engenharia, e em um segundo estágio, diante de uma situação de emergência, visa minimizar a magnitude dos danos no vale de jusante. É notória a magnitude e amplitude das ações a serem desenvolvidas tanto no âmbito das empresas detentoras de barragens como no âmbito do poder público, bem como, tendo em vista acidentes ocorridos em barragens, a falta de uma gestão que de fato integre as ações de segurança entre a barragem e o vale de jusante, com vistas à proteção de vidas. Em prol de melhorias e equacionamento das diversas variáveis existentes nesse processo de integração, esse estudo apresenta diretrizes para aplicação de boas práticas de gestão e integração entre os agentes responsáveis, a quem cabe de forma compartilhada garantir a segurança da população a jusante. Assume-se que a utilização de padrões definidos em normas técnicas internacionais de gestão, e tradicionalmente aplicadas à diferentes segmentos e áreas de atuação, permite a padronização e uniformização de um sistema integrado de gestão a ser aplicado em vales a jusante de barragens com vistas a dar a robustez necessária à uma efetiva gestão da segurança. Como resultado desta pesquisa apresenta-se uma Diretiva técnica para integração da segurança da barragem e do vale de jusante.

Palavras-chave – Gestão de risco, segurança de barragem, vale de jusante, emergência, normas técnicas e diretrizes.

ABSTRACT

The risk management applied to the dams is achieved by a set of actions that aim, in a first stage, to maintain the safety conditions of the dam through technical engineering processes, and in a second stage, in the face of an emergency, aims to minimize the magnitude of damage in the downstream valley. It is notorious the magnitude and breadth of the actions to be developed both within the companies that own dams and within the scope of the government, as well as, in view of accidents occurring in dams, the lack of management that in fact integrates as safety actions between the dam and the downstream valley, with a view to protecting lives. In order to improve and address the various variables that exist in this integration process, this study presents guidelines for the application of good management and integration practices among the responsible agents, who are responsible for ensuring the safety of the downstream population in a shared manner. It is assumed that the use of standards defined in international technical management standards, and traditionally applied to different segments and areas of activity, allows the standardization and uniformity of an integrated management system to be applied in values and downstream of dams with a view to give the necessary strength to the effective security management. As a result of this research, a technical Directive is presented for the integration of the safety of the dam and the downstream valley.

Keywords – Risk management, dam safety, downstream valley, emergency, technical standards and guidelines.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Rompimento de barragem de acumulação rejeito. Fontes: AGP (2019) - esquerda e (SBP,2019) – direita.....	14
Figura 2. Rompimento de barragem de acumulação e água para fins de irrigação. Fonte: (CABAR, 2020).....	14
Figura 3. Rompimento de barragem de acumulação e água para fins de geração e energia elétrica. Fontes: (DN, 2020) - esquerda e (ABC, 2020) - direita.....	15
Figura 4. Matriz de Classificação de Barragens (ANEEL, 2015).....	26
Figura 5. Especificações para a construção de foles - <i>De Re Metallica</i> (1556). Fonte: ABNT (2011)..	29
Figura 6. Número de certificações ISO14001 por setor da economia em 2018. Fonte: Próprio autor de ISO (2020).....	44
Figura 7. Estrutura, princípios e processos de gestão de risco. Fonte: Modificado de NBR ISO 31000 (2018).....	59
Figura 8. Local onde procurar ajuda. Fonte: Modificado de AVELAR (2019).....	67
Figura 9. Atitudes tomadas em caso de acidentes com barragens. Fonte: Modificado de AVELAR (2019).....	67
Figura 10. Colaboração entre Empreendedores de barragens e Gestores de Emergência a níveis Federal, Estaduais e Municipais. (Adaptado de FEMA, 2019).....	73
Figura 11. Número de vítimas fatais esperadas em função do tempo de aviso (GRAHAM, 1998, extraído de VISEU (2008).	79
Figura 12. Relação entre tempo de aviso e redução de danos. Fonte: Adaptado de SCHRÖTER <i>et. al.</i> (2008) apud de TSIRKUNOV <i>et. al.</i> (2011).....	80
Figura 13. Divulgação do alerta de emergência baseado em mensagens por telefone. Fonte: Adaptado de EA (2020).	85
Figura 14. Guia de elaboração do Plano de Evacuação de Emergência_1. Fonte: Adaptado de CAIRNS (2020).	86
Figura 15. Guia de elaboração do Plano de Evacuação de Emergência_2. Fonte: Adaptado de CAIRNS (2020).	87
Figura 16. Sistema multi-soluções. Fonte: Adaptada de EENA (2019).....	88
Figura 17. Aplicativo SwissAlert. Fonte: Adaptado de SWISSALERT (2020)	91
Figura 18. Situações de gatilhos e mensagens de alertas durante situações de risco (Adaptado de UCD, 2010).	93
Figura 19. Comunicações de um IPAWS (ATI, 2017)	95
Figura 20. Mapa de evacuação e placas indicativas (Adaptado de SPU, 2017).	96
Figura 21. Localização da barragem de Oroville, condados e área evacuada (Adaptado de CRISIS, 2017).	97
Figura 22. Barragem de Oroville e falha no vertedouro principal (Adaptado de CRISIS, 2017).....	97
Figura 23. Mensagem de evacuação do Xerife do Condado de Butte (CRISIS, 2017)	98
Figura 24. Mensagem de evacuação do Xerife do Condad de Butte (Adaptado de CRISIS, 2017).....	98
Figura 25. Mensagem de evacuação do DRHC (Adaptado de CRISIS, 2017).....	99
Figura 26. Mensagem de evacuação emitida pelo Condado de Sutter (Adaptado de CRISIS, 2017). ..	99
Figura 27. Mensagem de evacuação emitida pelo Condado de Yuba (Adaptado de CRISIS, 2017). ..	100
Figura 28. Lago de Wixon e docas ao longo do reservatório seco e barragem de Endeville Fonte: DN (2020).	100
Figura 29. Cidades de Midland e Sanford em Michigan e barragem de Sanford, US. Fonte: DN (2020).	101
Figura 30. Mensagem de evacuação emitida pelo Condado de Midland. Fonte: Adaptado de MIDLAND (2020).	102
Figura 31. Sistema de alerta de emergência utilizado em Michigan and Sanford. Fonte: Adaptado de NIXLE (2020).....	103

Figura 32. Segurança da sociedade – Gestão de emergências – Diretrizes para aviso público (esquerda) Fonte: ABNT NBR ISO 22322 e Barragem e vale a jusante – Diretrizes pra gestão integrada de segurança (direita) Fonte: Próprio autor.....	107
Figura 33 - Segurança e resiliência – Gestão de emergências – Diretrizes para gestão de incidentes (esquerda) Fonte: ABNT NBR ISO 22320 e Barragem e vale a jusante – Diretrizes pra gestão integrada de segurança (direita) Fonte: Próprio autor.....	108
Figura 34. Processo coordenado de gestão de incidentes para várias organizações ISO 22320 (2020).	113
Figura 35. Sistema de Gestão de segurança entre a barragem e o vale a jusante. Fonte: Próprio autor.	116
Figura 36. Treinamento tipo e-learning do PAE da barragem da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).	121
Figura 37. Trechos do vídeo treinamento disponibilizado para as empresas terceirizadas para aplicação aos seus funcionários. Fonte: CTG Brasil (2020).....	123
Figura 38. Material de apoio utilizado em ações de capacitação e conscientização junto ao povoamento do vale a jusante - âmbito externo ao empreendimento. Fonte: CTG Brasil (2020).....	124
Figura 39. Plano de treinamento para o vale a jusante de barragens. Fonte: Próprio autor.	126
Figura 40. Imageamento de alta resolução via drone. Fonte: CTG Brasil (2020).....	127
Figura 41. Ficha de Cadastro de Propriedade (FCP). Fonte: CTG Brasil (2020).	129
Figura 42. Levantamento planialtimétrico. Fonte: CTG Brasil (2020).	130
Figura 43. Sinalização de emergência do vale a jusante – contexto interno do empreendimento. Fonte: CTG Brasil (2020).	132
Figura 44. Rota de Evacuação da vila técnica da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).	133
Figura 45. Rota de Evacuação da vila margem direita da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).	133
Figura 46. Sinalização de emergência do vale a jusante – contexto externo ao empreendimento. Fonte: CTG Brasil (2020).	134
Figura 47. Rota de Evacuação no vale a jusante da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).	134
Figura 48. Rota de Evacuação no vale a jusante da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).	135

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais variáveis de campo. Fonte: Modificado de SORIANO (2012)	16
Tabela 2. Classificação do desastre em relação à intensidade segundo Tominaga <i>et. al.</i> (2009).	53
Tabela 3. Periculosidade da cheia induzida para seres humanos (VISEU, 2008).....	61
Tabela 4. Periculosidade da cheia induzida para edificações (VISEU, 2008).....	62
Tabela 5. Sistemas de alerta quanto à difusão da mensagem (Adaptado de Rogers and Sorensen, 1998)	77
Tabela 6. Critério para estimativa de perdas de vidas em caso de ruptura de barragens. Fonte: Adaptado de GRAHAM (1998) - extraído de JONKMAN <i>et. al</i> (2008).	78

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	20
3	ESTRUTURA DO TEXTO	21
4	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	22
4.1	MARCO REGULATÓRIO DE BARRAGENS PARA FINS DE GERAÇÃO DE ENERGIA	22
4.2	CONTEXTO DA NORMALIZAÇÃO	27
4.3	NORMAS TÉCNICAS	42
4.3.1	NBR ISO 14001 – REQUISITOS DE GESTÃO AMBIENTAL.....	42
4.3.2	EN ISO 22300 – SEGURANÇA E RESILIÊNCIA – VOCABULÁRIO.....	45
4.3.3	NBR ISO 22320 – DIRETRIZES PARA GESTÃO DE INCIDENTES.....	45
4.3.4	NBR ISO 22322 – DIRETRIZES PARA AVISO PÚBLICO	46
4.3.5	NBR ISO 31000 – PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DE GESTÃO DE RISCOS	47
4.3.6	NBR ISO 26000 – DIRETRIZES PARA RESPONSABILIDADE SOCIAL	48
4.4	PROTEÇÃO SOCIAL NO BRASIL.....	49
4.5	GESTÃO DE RISCO	58
4.5.1	CONTEXTO	58
4.5.2	REVISÃO DE LITERATURA	60
5	SISTEMAS DE ALERTA PÚBLICO.....	76
5.1	CONTEXTO	76
5.2	APLICAÇÃO INTERNACIONAL	81
6.2.3	AUSTRÁLIA	81
6.2.3	SUIÇA.....	87
6.2.1	INGLATERRA E PAÍS DE GALES	91
6.2.2	ESTADOS UNIDOS	93
6	METODOLOGIA.....	104
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	106
7.1	ESTRUTURA DA DIRETIVA TÉCNICA DE GESTÃO INTEGRADA DE SEGURANÇA.....	106
7.2	TERMOS E DEFINIÇÕES	109
7.3	CONTEXTO E LIDERANÇA.....	111
7.4	SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE SEGURANÇA - SIGS	115
7.5	PROCESSOS DO SIGS	118
7.5.1	PLANEJAMENTO.....	118
7.5.2	PREPARAÇÃO	119
7.5.2.1	CONSCIENTIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO	119
7.5.2.2	CARACTERIZAÇÃO DO VALE A JUSANTE	126
7.5.2.3	CADASTRAMENTO DE PESSOAS E PROPRIEDADES.....	127
7.5.2.4	INFRAESTRUTURAS DE EMERGÊNCIA	130
7.5.2.1	PLANO DE ATENDIMENTO A VULNERÁVEIS - PAV.....	136
7.5.3	RESPOSTA.....	136
7.6	AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E MELHORIA.....	137
8	CONCLUSÕES	138
	REFERÊNCIAS	141

APÊNDICE – DIRETIVA TÉCNICA PARA INTEGRAÇÃO DA SEGURANÇA DA BARRAGEM E DO VALE DE JUSANTE.....	152
---	------------

1 INTRODUÇÃO

As barragens construídas pelo Homem, e os volumes por elas retidas, constituem potenciais fatores de risco no sentido de ocasionar acidentes graves que ponham em perigo a segurança de pessoas e bens nos vales a jusante. A principal fonte nacional para consulta de informações relacionadas à quantidade de barragens, distribuição espacial, classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associados, entidades fiscalizadoras, número e localização de acidentes e incidentes registrados trata-se do Relatório de Segurança de Barragens (RSB) emitido anualmente pela Agência Nacional de Águas (ANA).

Devido às grandes dimensões envolvidas, dos impactos provocados pela sua implantação e dos investimentos necessários, as barragens devem ser sempre seguras, pois acidentes a ela relacionados, geralmente estão ligados à liberação de grandes volumes acumulados que afetam fortemente o meio ambiente e a sociedade em geral.

Com relação aos impactos gerados pela utilização dos barramentos, segundo ALMEIDA (2001) estes foram agrupados em três ordens, conforme disposto a seguir.

- **Impacto de primeira ordem:** relativo à inundação na região de montante, na área de seu reservatório, podendo implicar na realocação de populações;
- **Impacto de segunda ordem:** caracterizado pelas modificações decorrentes das variações no regime natural de cheias ou da variação de vazão resultante da operação das barragens e;
- **Impacto de terceira ordem:** relacionado à situação de falha ou ruptura, sendo o vale de jusante ameaçado.

A possibilidade de emergência em uma barragem é fonte de risco potencial para a população localizada em seus arredores. Na ocorrência da ruptura de uma barragem o volume liberado pode atingir comunidades que, na maioria dos casos, desconhecem a proximidade com a barragem e por consequência se consideram seguras. A título de ilustração a Figura 1 apresenta os impactos causados pelo rompimento da

Barragem 1, localizada no município de Brumadinho no estado de Minas Gerais, ocorreu em janeiro de 2019 e que resultou na perda de 270 vidas (FDS, 2020). A barragem em questão era utilizada para a disposição de rejeitos de minérios extraídos da produção da Mina do Feijão.



Figura 1. Rompimento de barragem de acumulação rejeito. Fontes: AGP (2019) - esquerda e (SBP,2019) – direita.

Outra ruptura de barragem ocorreu no dia 1 de maio de 2020 no Uzbequistão. A barragem de Sardoba, utilizada pelo setor agrícola, se rompeu devido às fortes chuvas. Ao todo foram 70.000 pessoas evacuadas, 56 pessoas hospitalizadas e 5 mortes. Os danos estimados são de aproximadamente 400 milhões de dólares, representando aproximadamente 2,0 bilhões de reais considerando o câmbio atual (HYDRO, 2020).



Figura 2. Rompimento de barragem de acumulação e água para fins de irrigação. Fonte: (CABAR, 2020).

Em se tratando de barragem de acumulação de água para fins de geração de energia elétrica, no dia 22 de maio de 2020, ocorreu o rompimento de duas barragens em cascata denominadas de Endeville e Sanford, ambas localizadas no estado de

Michigan nos Estados Unidos. Ao todo foram evacuados 10.000 residentes e os danos estimados são de aproximadamente 200 milhões de dólares, que no câmbio atual, representa aproximadamente 1,0 bilhão de reais (CLAIMS, 2020).



Figura 3. Rompimento de barragem de acumulação e água para fins de geração e energia elétrica.
Fontes: (DN, 2020) - esquerda e (ABC, 2020) - direita

Diante desses acidentes é evidente que o foco da segurança de barragens não deve abranger apenas aspectos relacionados à segurança estrutural e operacional da barragem. Esse tipo de abordagem pode ser classificado como pertencente ao primeiro estágio histórico do processo de gestão de riscos. Nesse estágio, torna-se evidente a ausência de processos e ferramentas adequadas para mitigar os riscos à que o vale de jusante está exposto.

As consequências do rompimento de qualquer barragem devem ser analisadas com o objetivo de determinar regras operacionais de reservatórios, planos de evacuação da população e critérios para a ocupação das áreas que podem ser atingidas em caso de acidentes de barragens.

De modo a ilustrar a realidade brasileira, SORIANO et. al. (2012) apresentam os resultados de uma pesquisa realizada na cidade de Foz de Iguaçu, localizada imediatamente a jusante da Usina Hidrelétrica de Itaipu, e se desenvolveu através das representações sociais das impressões da população. Foram realizadas entrevistas piloto com residentes do município com a finalidade de se constatar a sua percepção e seu imaginário acerca dos riscos da barragem. As entrevistas permitiram a constatação de que a população não se encontra preparada para o caso da ocorrência de algum problema na barragem. Não se observou nenhum contato entre órgãos de

segurança do município e nem da referida empresa com a população de Foz do Iguaçu. A Tabela 1 apresenta as principais variáveis obtidas em pesquisa de campo.

Tabela 1. Principais variáveis de campo. Fonte: Modificado de SORIANO (2012)

Principais variáveis de campo	Percentual de respostas
Existe algum contato entre representantes da Defesa Civil com membros da comunidade	100% responderam que não
Alguma autoridade já dialogou com a comunidade sobre os riscos da barragem	100% responderam que não
Existe algum plano de contingência para uma situação emergencial, tanto por parte da defesa civil quanto pela empresa	100% responderam que não
Você acredita que a barragem pode se romper	74,3% acreditam que sim
Que áreas de Foz do Iguaçu seriam afetadas com um eventual colapso	82% acreditam em inundação total

SORIANO et. al. (2012) continuam, e afirmam que, o problema consiste na ausência de um diálogo e de uma preparação entre as instituições que proporcionam o risco, os sistemas peritos e a população. O reconhecimento do risco se faz necessário para que medidas preventivas sejam tomadas. Sem o reconhecimento público e discussão coletiva sobre os riscos tudo se passa, nas práticas institucionais, como se a população de Foz do Iguaçu não fosse vulnerável.

A ausência de métodos efetivos na gestão de riscos está em processo de mudanças e tem sido parcialmente corrigida com a regulamentação da Lei no 12.334/2010, a qual estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (BRASIL, 2010).

Em se tratando do Setor Elétrico Brasileiro (SEB), compete à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) ser o agente fiscalizador da segurança das barragens. Em 15 de dezembro de 2015 foi publicada a Resolução Normativa nº 696, que estabelece critérios para classificação e formulação do Plano de Segurança da Barragem, e realização da Revisão Periódica de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL.

Um dos principais instrumentos criados trata-se do Plano de Ação de Emergência (PAE). De maneira geral o PAE é uma obrigação do empreendedor da barragem no qual devem estar apresentadas as possíveis situações de emergência, bem como o detalhamento dos procedimentos técnicos e organizacionais a serem adotados em tais situações, visando controlar e/ou reduzir os efeitos e danos por elas causados às operações da empresa, população, propriedades vizinhas e ao meio ambiente, com o objetivo principal de evitar ou minimizar a ocorrência de perdas de vidas.

Atualmente o PAE vem sendo tratado como a solução de todos os problemas relacionados à segurança de barragens do SEB, mas na realidade trata-se de um documento onde são estabelecidos procedimentos técnicos e organizacionais. De fato, a inclusão do PAE como instrumento de gestão de risco pode ser considerada um avanço, entretanto, é notório que apenas o cumprimento das exigências legais e regulatórias, não é suficiente em caso de emergência e não garante a segurança das pessoas localizadas em áreas de risco em caso de emergência na barragem.

Diante da potencial extensão dos danos e magnitude das consequências proveniente de uma ruptura de barragem é evidente que o poder público tenha papel relevante nas ações de prevenção e contingência. A Lei 12.608/2012 aborda de forma prática alguns aspectos relacionados aos Planos de Contingências (PLANCONs). Dentre as competências estabelecidas aos municípios pode-se destacar a atribuição de fiscalização de áreas de risco e impedimento de novas ocupações, manter a população informada sobre as áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstância de desastres. Aos estados e à União, cabe o apoio aos municípios, sobretudo, no mapeamento das áreas de risco e elaboração dos PLANCONs. Segundo o SNPDC (2016), as ações estabelecidas nos planos de contingência, requerem a aplicação de recursos financeiros, materiais e humanos por vezes elevado dependendo da magnitude da área de impacto, constituindo um paradoxo frente à capacidade financeira dos municípios brasileiros.

Torna-se fator agravante, a realidade brasileira no que diz respeito à falta de estrutura de pessoal, equipamentos e valorização dos órgãos de proteção e defesa civil dos municípios. Dados da Confederação Nacional dos Municípios (CNM) evidenciam a

precariedade do sistema de gestão de riscos no Brasil, destacando que mais de 79% dos municípios brasileiros não possuem qualquer estrutura ou equipamentos de gestão de riscos e existem apenas 775 unidades de Corpos de Bombeiros em todo o país, o que corresponde a 14% dos 5.570 Municípios (CNM, 2015).

Diante desse contexto, é evidente a existência de uma região de intersecção entre o que é responsabilidade do empreendedor da barragem e o que se atribui ao poder público. O fato é que situações de emergência em barragens, demandarão prontidão de resposta e integração dos agentes envolvidos, sejam dos órgãos de proteção e defesa civil por meio dos PLANCONs, elaborados pelos municípios, como dos empreendedores de barragens por meio dos PAEs, com o objetivo comum de salvamento de vidas e a redução dos danos e prejuízos do vale de jusante.

Os denominados “planos”, seja o de contingência (PLANCON) ou o de ação de emergência (PAE) não englobam todas as atividades requeridas para dar consistência ao denominado ciclo de gerenciamento, instrumento reconhecidamente necessário frente aos desafios de prover segurança na amplitude e complexidade da barragem associada ao vale de jusante.

Deste modo, são evidentes as lacunas existentes para integração da segurança da barragem e do vale de jusante e torna-se latente a necessidade de desenvolver solução diferenciada em termos de princípios, estrutura e processos, que seja promotora da efetiva gestão da segurança nas áreas a jusante de barragens, e, especialmente, orientadora e garantidora dos investimentos eventualmente realizados pelos agentes envolvidos.

Além disso, a falta da integração ou integração mal executada entre a segurança da barragem e do vale de jusante eventualmente poderá provocar uma inversão de responsabilidades, entre empreendedores e órgãos de proteção e defesa civil, podendo resultar na desestruturação das já combatidas defesas civis municipais e imputando aos empreendedores de barragens, responsabilidades conflitantes às previamente estabelecidas em leis vigentes.

Por outro lado, de maneira geral, a temática sobre gestão de riscos e emergências tem evoluído muito e possui bases consolidadas tanto em normas técnicas nacionais como internacionais. Uma norma técnica é um documento estabelecido e aprovado por um organismo reconhecido que fornece regras, diretrizes ou características para atividades ou para seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto (MARIANI, 2006).

Esta tese tem por hipótese que a utilização de critérios e conceitos consolidados em gestão e definidos nas normas técnicas da Organização Internacional de Padronização (ISO), aplicados ao contexto de provimento de segurança aos vales a jusante de barragens, em toda sua magnitude e amplitude, pode permitir a compreensão e a prática do gerenciamento dos processos inter-relacionados e interdependentes, resultando em uma elevação do desempenho da gestão da segurança da barragem e vale de jusante.

Uma abordagem estruturada de gestão de segurança que engloba risco e emergência, também estimula e aprimora a identificação de melhores oportunidades para melhoria contínua através da inovação no gerenciamento de segurança. A abordagem de gestão estruturada e padronizada pode aparentar complexidade, por ser uma temática nova na cultura de segurança em barragens, entretanto, considerada por este autor como factível e exequível.

2 OBJETIVOS

O objetivo desta pesquisa é o estabelecimento de diretrizes de modo a auxiliar na integração da segurança de barragens do setor elétrico brasileiro e do vale a jusante valendo-se de critérios e conceitos estabelecidos por meio de normas técnicas da Organização Internacional de Padronização (*International Organization for Standardization - ISO*).

Neste âmbito, são também objetivos do trabalho:

- a) Auxiliar por meio de um processo estruturado de gestão, empreendedores e órgãos de proteção e defesa civil nas ações de segurança a serem desempenhadas em vales a jusante de barragens;
- b) Definição dos processos necessários à efetiva integração de segurança entre a barragem e o vale a jusante.
- c) Elaboração de uma Diretiva técnica de Integração da Segurança entre a Barragem e o Vale de Jusante;
- d) Trazer o estado da arte de sistemas de alerta públicos utilizados para situações de emergência em barragens.

Ressalta-se que o objetivo não é trazer à luz solução pronta, o que seria de fato inviável em virtude das particularidades de cada caso, deste modo, buscou-se prover, às instituições responsáveis, uma estrutura para proteção e segurança de vales a jusante de barragens e possibilitar uma abordagem eficaz antes, durante e após uma situação de emergência.

3 ESTRUTURA DO TEXTO

Para facilitar a compreensão do texto e criar uma harmonia entre os diferentes tópicos retratados, o presente trabalho será dividido em sete capítulos, já incluído os três primeiros que serviram para dar um panorama geral do tema desta tese e este de apresentação da estruturação do texto.

O Capítulo 4 apresenta uma revisão de literatura englobando o contexto regulatório, aspectos relacionados à normalização técnica, questões de proteção social no Brasil e métodos e metodologias relacionados à temática de gestão de risco em barragens e vales localizados a jusante.

O Capítulo 5 traz uma revisão bibliográfica sobre sistemas de alerta públicos utilizados para emergência no contexto global e o Capítulo 6 apresenta a metodologia utilizada para atingir os objetivos propostos. Já o Capítulo 7 traz os resultados obtidos.

O Capítulo 8 é dedicado às conclusões e considerações finais. Ao final, Capítulo 9, são citadas as referências bibliográficas utilizadas no presente estudo.

Para finalizar, no Apêndice são apresentadas as diretrizes para a gestão integrada de segurança no formato de uma Diretiva.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 MARCO REGULATÓRIO DE BARRAGENS PARA FINS DE GERAÇÃO DE ENERGIA

➤ LEGISLAÇÃO FEDERAL

O marco de referência no Brasil no tocante à segurança de barragens é a Lei Federal nº 12.334 de 20 de setembro de 2010 que:

“Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000”.

O âmbito de aplicação deste marco são os reservatórios e barragens que apresentem pelo menos uma das seguintes características: altura do maciço superior ou igual a 15 m; reservatório com capacidade maior ou igual a 3 hm³; reservatório contendo resíduos perigosos ou que apresente categoria de dano potencial associado médio ou alto. Para este conjunto de barragens, a referida Lei:

- Define os objetivos e os fundamentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e institui o Plano de Segurança da Barragem (PSB) como um dos instrumentos desta política;
- Indica, no Art. 5º, que para empreendimentos cujo uso preponderante é o aproveitamento hidrelétrico, a fiscalização da segurança de barragens caberá à entidade que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico;
- Em seu Art. 7º, estipula que as barragens deverão ser classificadas pelos agentes fiscalizadores por categoria de risco, dano potencial associado e volume do reservatório, utilizando como base critérios a serem definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH);

- Determina que o órgão fiscalizador definirá as situações em que o PSB deverá apresentar o Plano de Ação de Emergência (PAE), com base na categoria de risco e no dano potencial associado à barragem, devendo, no entanto, exigí-lo sempre que a mesma for classificada como de alto dano potencial e;
- Delibera que as barragens que não atenderem aos requisitos de segurança estabelecidos deverão ser recuperadas ou desativadas pelo empreendedor, estando os infratores sujeitos às penalidades previstas na legislação pertinente.

➤ **CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH**

Conforme antes referido, a Lei nº 12.334/2010 atribuiu ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) a competência de estabelecer critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco (CRI), dano potencial associado (DPA) e pelo volume do reservatório, o que foi concretizado por meio da Resolução do CNRH nº143, de 10 de julho de 2012. No que se refere ao CRI, a Resolução define que as barragens deverão ser classificadas em função dos elementos da estrutura que influenciem a possibilidade de ocorrência de acidente, a saber: características técnicas da barragem; estado de conservação e atendimento ao PSB.

No que diz respeito ao DPA, estabelece os seguintes critérios gerais para classificação:

- Existência de população no vale de jusante, com potencial de perdas de vidas humanas;
- Existência de unidades habitacionais ou equipamentos urbanos e comunitários;
- Existência de infraestrutura ou serviços, incluindo equipamentos de serviços públicos essenciais;
- Existência de áreas legalmente protegidas e;
- Natureza dos resíduos armazenados e volume do reservatório.

Quanto ao volume do reservatório, determina que deverão ser consideradas as classes:

- Pequena (Volume $\leq 5 \text{ hm}^3$);
- Média ($5 < \text{Volume} \leq 75 \text{ hm}^3$);
- Grande ($75 < \text{Volume} \leq 200 \text{ hm}^3$);
- Muito grande (Volume $> 200 \text{ hm}^3$).

Cabe observar que a Resolução nº 143 permite que o órgão fiscalizador utilize critérios complementares para classificação por categoria de risco e dano potencial associado, desde que tecnicamente justificáveis.

A fim de tornar mais objetiva a classificação de barragens de acumulação de água, a Resolução supracitada sanciona a utilização de matrizes multicritério contendo sistema de pontuação. Assim, para cada critério presente na matriz é atribuído uma pontuação condizente. O somatório da pontuação obtida por cada critério conduz à pontuação final em cada um dos dois quesitos (CRI e DPA).

➤ **AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL**

A Lei nº 12.334 atribuiu à ANEEL a responsabilidade de fiscalização da segurança de barragens com uso preponderante para fins de geração hidrelétrica. Desde sua publicação, em 2010, esta Agência vem trabalhando na regulamentação da referida Lei no âmbito do setor elétrico brasileiro. Nesse sentido, foram publicadas diversas Notas Técnicas, derivadas de reuniões internas entre as unidades organizacionais da ANEEL e de contribuições recebidas através de audiências públicas, com vistas a subsidiar as decisões. Dentre estas Notas Técnicas, merecem destaque:

- Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL, de 20 de agosto de 2013, que apresenta proposta de regulamentação do PAE a ser aplicado pelo Setor Elétrico Brasileiro;
- Nota Técnica nº 76/2013-SFG/ANEEL, de 29 de outubro de 2013, referente à regulamentação dos critérios para classificação dos empreendimentos de energia elétrica por Categoria de Risco e Dano Potencial Associado;
- Nota Técnica nº 77/2013-SFG/ANEEL, de 29 de outubro de 2013, referente à regulamentação do conteúdo mínimo do PSB, características e periodicidade

dos tipos de inspeção, Revisão Periódica de Segurança e obrigações do empreendedor;

- Nota Técnica nº 58/2015-SRG-SFG/ANEEL, de 25 de junho de 2015, referente à regulamentação da Lei nº 12.334/2010 no âmbito do Setor Elétrico Brasileiro.

Ressalta-se que, à exceção da Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL, os principais temas tratados nestes documentos foram posteriormente consolidados através da Resolução Normativa ANEEL nº 696/2015, regulamentação vigente do setor elétrico e detalhada na sequência.

Visando consolidar os principais temas abordados pelas notas técnicas apresentadas anteriormente, a ANEEL, em 15 de dezembro de 2015, editou a Resolução Normativa nº 696, que estabeleceu critérios para classificação de barragens, formulação do Plano de Segurança, elaboração do PAE, realização das inspeções de segurança (regular e especial) e da Revisão Periódica de Segurança em barragens por ela fiscalizadas.

Em conformidade com a Lei nº 12.334, as barragens sujeitas à Resolução em questão são as que possuem pelo menos uma das seguintes características: altura do maciço superior ou igual a 15 m; reservatório com capacidade maior ou igual a 3 hm³ ou que apresente categoria de dano potencial associado médio ou alto.

A Resolução institui a classificação das barragens fiscalizadas pela ANEEL em 3 níveis (A, B ou C), determinados em função da CRI e do DPA. A Categoria de Risco depende de:

- Características técnicas da barragem: altura do barramento, comprimento do coroamento, tipo de material de construção, tipo de fundação, idade da barragem, tempo de recorrência da vazão de projeto do vertedor e arranjo da casa de força;
- Estado de conservação: confiabilidade das estruturas extravasoras e de adução; percolação, ocorrência de deformações e recalques, deterioração dos taludes e existência de eclusa;

- Adequação ao Plano de Segurança de Barragens: existência de documentação de projeto, estruturação e qualificação do corpo técnico responsável pela segurança da barragem, existência de procedimentos rotineiros de inspeção de segurança e monitoramento, existência de regra operacional para os dispositivos de descarga, periodicidade de emissão de relatórios de inspeção com análise e interpretação.

Já o Dano Potencial Associado é definido com base no volume do reservatório, no potencial de perdas de vidas humanas e na magnitude dos impactos socioeconômico e ambiental na área afetada pela barragem, em caso de rompimento. Ainda no que diz respeito à classificação das barragens, a Resolução define que, quando houver mais de um barramento no empreendimento, deverá ser aplicada a classificação mais desfavorável ao conjunto e estabelece os prazos para classificação barragens bem como a periodicidade com que esta classificação deve ser reavaliada.

A Figura 4 apresenta a matriz de classificação estabelecida pela referida Resolução.

Categoria de Risco	Dano potencial associado		
	Alto	Médio	Baixo
Alto	A	B	B
Médio	B	C	C
Baixo	B	C	C

Figura 4. Matriz de Classificação de Barragens (ANEEL, 2015)

Quanto ao Plano de Segurança de Barragens e às Inspeções de Segurança, a Resolução Nº 696/2015:

- Mantém o conteúdo mínimo do PSB já previamente previsto pela Lei nº 12.334/2010, devendo ter detalhamento compatível com a complexidade da barragem;
- Consolida o conteúdo mínimo e a periodicidade das inspeções de segurança (regular e especial), bem como os prazos para execução da primeira inspeção de segurança;

- Destaca que a inspeção de segurança especial deve ser realizada após eventos excepcionais, tais como, abalo sísmico, galgamento, chuvas de altas magnitudes, etc.

Quanto à Revisão Periódica de Segurança, retoma o conteúdo mínimo definido em lei e regulamenta a periodicidade de realização em função da classe da barragem, cabendo ao empreendedor sua execução. Por fim, no que tange ao PAE, as prescrições da Resolução Normativa são limitadas, já que se julga que o mesmo deverá ser objeto de Resolução específica, a ser elaborada com base na Nota Técnica nº 59/2013-SFG/ANEEL.

4.2 CONTEXTO DA NORMALIZAÇÃO

Neste capítulo buscou-se apresentar a evolução do processo de normalização e padronização no Brasil desde sua origem até os dias atuais. Para isso os registros apresentados na sequência foram extraídos de ABNT (2011).

Seja para uso pessoal, seja para uma troca econômica, não basta, para começar, que apenas um homem saiba produzir tais objetos. Também não adianta que ele seja capaz de fazê-lo apenas uma vez. Na realidade, o conhecimento teórico ou prático, desprovido dos meios para sua conservação e transmissão, pouco significa em si mesmo. O trabalho humano se torna material por meio de procedimentos, regras, instruções, modelos, que podem ser repetidos, ensinados e aprendidos. Ensinar e aprender a criar são atos que requerem uma linguagem comum.

A escala social dos empreendimentos humanos, no campo da batalha e na economia, tornou evidentes os ganhos em eficiência oferecidos pela melhor organização do “saber fazer”. O que antes era regulado pelo hábito ou costume começou a ser impresso em livros e transmitido.

A partir desta transformação, a norma técnica, em seu sentido moderno, começava a nascer. Primeiro, naturalmente, por estímulo direto do Estado; depois, pelas exigências crescentes da manufatura industrial, fosse permitindo a construção de

marinhas de guerra e de armamentos em série, ou oferecendo simplesmente maior confiança na aquisição e no uso de produtos industriais, o “como fazer”, no sentido técnico da expressão, começava a ser publicado, divulgado e preservado de forma sistemática.

Compreender a trajetória da Norma Brasileira, portanto, exige o exame de muitos detalhes: as práticas sociais que regem a absorção e a transmissão do conhecimento, os diferentes estágios da civilização material, as relações entre a sociedade e o Estado, o papel social do cientista e do intelectual, do artífice e do engenheiro.

Antes do século XIX, um registro histórico preciso das tecnologias empregadas pelas sociedades humanas é raro. O mero curso do tempo, as guerras e as revoluções políticas

fizeram desaparecer prédios, documentos, objetos e bibliotecas. O próprio progresso tecnológico contribuiu para apagar o passado. O moderno triunfa e o obsoleto e atrasado perecem. Quando os enciclopedistas franceses decidiram, no final do século XVIII, publicar volumes contendo descrições detalhadas das técnicas produtivas de seu tempo, a iniciativa foi considerada ousada e potencialmente revolucionária.

A codificação do conhecimento tecnológico, por razões de ordem prática e por considerações de lucro e de segurança, sempre foi a exceção nas sociedades humanas e não a regra. O primeiro exemplo de uma exposição detalhada e coerente de um ramo tecnológico capaz, pela precisão de suas especificações e dos desenhos de equipamentos, de ser reproduzido por terceiros talvez seja a obra de George Agricola, *De Re Metallica*.

Esta obra é tão precisa na sua capacidade de transmitir informações técnicas que, por vários séculos, em regiões mineiras do Velho e do Novo Mundo, seus exemplares fizeram parte do cotidiano de mineradores e autoridades governamentais, merecendo as mais variadas traduções ao longo de seguidos séculos. Suas centenas de ilustrações são célebres por sua qualidade artística e técnica e tiveram um impacto duradouro sobre o desenho dos equipamentos de exploração mineral. A Figura 5 apresenta a obra de George Agricola.

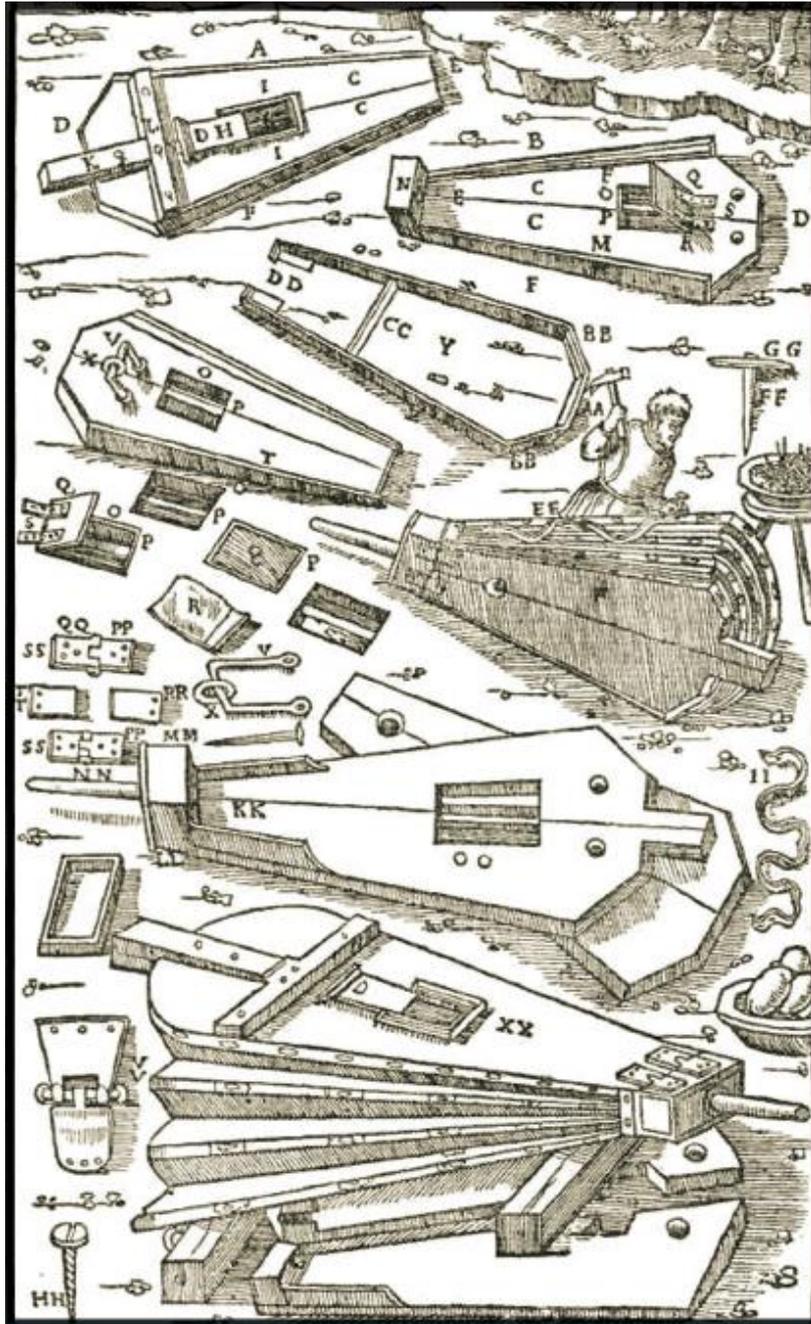


Figura 5. Especificações para a construção de foles - *De Re Metallica* (1556). Fonte: ABNT (2011)

Além dos metais preciosos, vários outros bens de alto valor unitário despertaram o interesse do Estado moderno, motivando a criação de manufaturas de sua propriedade. Tecidos de luxo, armas especiais, relógios, instrumentos científicos e objetos de arte atraíram, em várias circunstâncias nacionais, o interesse estatal, seja pelo rendimento financeiro, seja pela facilidade de controlar um processo produtivo de alta complexidade. Sua comercialização regular, contudo, exigia qualidade e, por via

de consequência, procedimentos para o treinamento da mão de obra e para a uniformização dos processos produtivos.

Em qualquer desses casos, porém, a natureza do produto e as características de sua produção faziam do artesão o personagem central de todo o processo. Sua habilidade, conhecimento e experiência eram a verdadeira substância de qualquer esforço de padronização. No fundo, o sucesso do empreendimento econômico, por maior que fosse o empenho do Estado, continuava a depender de fatores imponderáveis como a reprodução da mão de obra ou da qualidade do processo de aprendizado.

Um exemplo muito mais importante de conjugação do interesse do Estado com o uso mais consistente da uniformização de processos é oferecido pela produção de equipamentos militares. Nesse caso, a utilidade do registro documental de procedimentos compensava os seus riscos e a escala da produção tendia a reduzir o peso do artesão individual. O controle sobre a produção de armas e navios de guerra ofereceu, assim, a oportunidade para uma primeira forma de codificação dos procedimentos produtivos e dos materiais empregados.

Se os limites das primeiras experiências europeias com a padronização de equipamentos, navios e armamentos são bem reconhecidos, a mera sugestão de um estudo da normalização no Brasil colonial pode soar exagerada. A escala e a natureza das atividades econômicas indicariam a prevalência de técnicas herdadas e transmitidas pelo costume, em um espaço econômico caracterizado pela produção local e artesanal, específica de cada território geográfico.

Naturalmente, o Brasil colonial, sem universidades, vivendo sob vigilância estrita em matéria de publicações e isolado do comércio mundial, estava longe de ser um ambiente propício para a difusão do conhecimento científico, mas, nesse tempo, poucos lugares no mundo eram. Seu mero crescimento econômico, contudo, a partir da descoberta do ouro em Minas Gerais, gerava pressões inevitáveis sobre seus sistemas produtivos.

Por menos ilustrada que fosse a sociedade colonial em termos de difusão do conhecimento científico e por mais dispersa que fosse a própria atividade produtiva

no território, as exigências econômicas dos mercados internacionais e a gestão de um processo complexo, para os termos da época bastavam para induzir uma lenta uniformização de equipamentos, plantas e processos.

A história da normalização brasileira começaria, contudo, a ser contada quando, nas primeiras décadas do século XX, o interesse das elites brasileiras no transporte ferroviário foi substituído pelo entusiasmo com o automóvel e com a civilização urbana criada pela estrada de rodagem. Não é por acaso, que em 1899 é formalmente criado a primeira instituição de pesquisa tecnológica do Brasil: o Gabinete de Resistência de Materiais da Escola Politécnica. Em 1905, o Grêmio Politécnico já publicava um Manual de Resistência de Materiais. Ao final da década, as primeiras construções de prédios e pontes em concreto armado, com o uso de cálculos científicos e testes de materiais, são registradas no Brasil.

A expansão do uso do concreto armado também contou com o direto interesse de escritórios estrangeiros no mercado de construção brasileiro. A importância e o pioneirismo do uso do concreto armado no Brasil proporcionaram uma extensa lista de recorde na construção de estruturas. Todo o material de construção seria nacional; as pontes de concreto de uma estrada, ao contrário das pontes de aço, podiam ser construídas em qualquer ordem e o transporte dos materiais podia ser feito de forma bem mais simples.

O avanço da ciência e a expansão do comércio mundial são condições necessárias para a institucionalização da elaboração de normas técnicas, mas não bastam, por si mesmos, para iniciar esse processo. Foi necessário que as relações econômicas entre as nações envolvessem produtos de maior sofisticação e conteúdo técnico para que emergisse a necessidade de compatibilizar diversas estruturas tecnológicas e sociais.

Em vários setores da economia, havia pressões para a harmonização de processos e produtos, canalizadas pelo comércio e pelo consumo, mas o elemento decisivo seria o desenvolvimento da siderurgia e do uso da energia elétrica na Europa e nos Estados Unidos. Estes setores tornaram indispensável a normalização.

A primeira experiência de normalização internacional foi, assim, conduzida como um esforço de cooperação voluntária, construído a partir de uma fronteira tecnológica em plena expansão: o uso da eletricidade, uma indústria nova e de alto conteúdo científico. Suas exigências específicas de coordenação estão na raiz da criação da Comissão Eletrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission - IEC*). Um núcleo limitado de cientistas, de engenheiros e também de líderes empresariais foi capaz de estabelecer um mínimo de cooperação para o estabelecimento de normas técnicas, sem a necessidade de envolver governos e prometendo ganhos econômicos imediatos. Ao fim do Congresso Internacional de Eletricidade, realizado em 1904, delegados de vários países aprovaram a proposta de cooperação técnica entre todas as organizações de engenheiros e cientistas com vistas à uniformização dos termos técnicos e das características de equipamentos e instrumentos elétricos.

O Relatório da Reunião Preliminar (*Report of Preliminary Meeting*) elaborado no Congresso de fundação da IEC informa que os trabalhos da entidade seriam conduzidos por meio de correspondência entre seus membros. Além disso, a entidade deveria estar aberta à participação de todas as nações.

A produção e o consumo de energia elétrica não foram, naturalmente, os únicos setores da economia a colher benefícios do processo de normalização. Na medida em que a contribuição de cientistas e técnicos para os processos produtivos aumentava, também crescia a percepção dos ganhos gerais para toda a sociedade. Tal percepção terminava contribuindo para estimular o envolvimento dos estados nacionais com a normalização.

Nos Estados Unidos, a instituição responsável pela normalização teve e mantém uma matriz estritamente privada. A criação, em 1918, do Instituto Nacional Americano de Padronização (*American National Standards Institute - ANSI*) resultou de um processo de cooperação entre várias entidades: o Instituto Americano dos Engenheiros Eletricistas (*American Institute of Electrical Engineers - AIEE*), a Sociedade Americana de Engenheiros Mecânicos (*American Society of Mechanical Engineers - ASME*), o então Instituto Americano de Mineração e Metalurgia (*American Institute of Mining and Metallurgical Engineers - AIME*) e a Sociedade Americana de Ensaio de

Materiais (*American Society for Testing and Materials - ASTM*). Seu objetivo oficial era estabelecer um corpo imparcial para coordenar o desenvolvimento de normas, aprovar normas nacionais e reduzir a confusão em torno de sua aceitação. A associação assumiu o formato original de um mero Comitê Americano de Normas de Engenharia (*American Engineering Standards Committee, AESC*).

Sua primeira norma, sobre conexões para tubos, seria aprovada ainda em 1919 e, no ano seguinte, a organização assumiria a responsabilidade pela coordenação de códigos nacionais de segurança. Em 1921, seria aprovada uma norma de segurança para a proteção de trabalhadores industriais, sendo logo seguida por normas nacionais para a engenharia elétrica, mecânica e de minas, assim como para a construção de prédios e estradas de rodagem.

Com o crescimento de suas atividades, foi necessário mudar o formato de comitê e, em 1928, nasceu a Associação Americana de Normas (*American Standards Association - ASA*). Apesar disso, seja como AESC, seja como ASA ou ANSI, a entidade foi credenciada como representante dos Estados Unidos nos esforços de normalização internacional, desde a formação da IEC até a criação da Organização Internacional de Padronização (*International Standardization Organization – ISO*).

Na Alemanha, a I Guerra Mundial foi o evento decisivo para que a indústria aceitasse o processo de normalização. A aquisição de material bélico pelo governo facilitou a imposição de regras, e a primeira iniciativa, em termos históricos, foi precisamente na produção para a artilharia. Um Comitê de Normas para a engenharia mecânica (*Normenausschuss der Deutschen Industrie, NADI*) foi criado ainda em 1917, em Berlim, e primeira norma foi publicada em 1918.

Na França, o trabalho de normalização tomou caminhos familiares, começando, na passagem para o século XX, pelo setor de energia elétrica e pelos produtores de equipamentos para o transporte ferroviário. O impulso decisivo, porém, veio com os planos de recuperação econômica após a I Guerra Mundial. As compras de material bélico permitiram ao governo uniformizar os produtos siderúrgicos e materiais de construção e, em junho 1918, o Ministério do Comércio estabeleceu uma Comissão Permanente de Normalização (*Standardization Permanent Commission - CPS*).

Na verdade, bastou um mínimo acúmulo de normas industriais nacionais para que se tornasse inevitável uma uniformização em escala global. O quadro de cooperação oferecido pela estrutura da IEC já não era suficiente e então foi criada em Nova Iorque, no ano de 1926, a Federação Internacional das Associações Nacionais de Normalização (*International Federation of the National Standardizing Associations – ISA*).

Novamente, um conflito bélico e a necessidade de cooperação internacional, durante e depois do confronto no campo de batalha, criariam as condições ideais para o progresso da normalização. No caso específico da II Guerra Mundial, essas condições seriam ampliadas pela disposição dos Aliados em reconstruir a ordem política e econômica internacional em um novo patamar de cooperação.

A normalização internacional começou a ser reconstruída no Comitê das Nações Unidas para a Coordenação de Normas (*United Nations Standards Coordinating Committee -UNSCC*).

O passo seguinte foi a realização da conferência internacional que fixaria as bases para a criação da *International Organization for Standardization* (ISO). Realizada em 1946, a conferência fez parte do amplo conjunto de iniciativas de reconstrução da cooperação internacional, que incluía, entre outras, a criação do Fundo Monetário Internacional (1944) e do Banco Mundial, bem como a assinatura do Tratado Geral de Tarifas e Comércio (GATT). As línguas oficiais da nova instituição seriam o francês, o inglês e o russo. Em seus primeiros anos de existência, a ISO limitou-se a cumprir seu espírito original, editando Recomendações que representavam apenas a consolidação, no plano internacional, de normas elaboradas no plano nacional.

Não demorou muito até que a demanda maior por Normas Internacionais se transformasse em problemas organizacionais. Em junho de 1968, um novo Secretário Geral foi indicado, o sueco Ollen Sturen. Com Sturen na secretaria-geral, a primeira tarefa a ser cumprida foi restabelecer as conexões com as demais organizações internacionais que compunham o sistema das Nações Unidas. A nova direção passou a viajar mais, visitando a Ásia e a América e buscando reduzir a preponderância

européia na ISO. A decisão mais importante, porém, viria em 1971, com a mudança de definição dos documentos elaborados pela ISO.

Com a expansão do comércio internacional, as empresas multinacionais, os organismos nacionais de normalização e as autoridades governamentais pediam regras realmente efetivas, e o trabalho técnico da instituição deixou de ser publicado no formato de meras Recomendações, passando a assumir o formato de Normas Internacionais (*International Standards*).

De acordo com as regras da ISO, é necessário o apoio de cinco países membros para a oficialização do estudo de uma nova norma. Tomada esta decisão, deve ser formado um Grupo de Trabalho, no âmbito de um comitê ou de um subcomitê, com a responsabilidade pela elaboração de um documento inicial, o Resumo do Trabalho (*Working Draft*). A partir desse material, a tarefa é transferida ao Comitê Técnico, que conduz a consulta ao corpo de países membros, oferece um novo documento técnico (*Committee Draft*) e providencia o registro da votação. Ao fim desse processo é então publicada uma nova Norma Internacional.

O modelo consensual de elaboração das normas internacionais funciona, em primeiro lugar, pelo tipo de pressão criada sobre empresas e organizações nacionais. Em segundo lugar porque os organismos nacionais de normalização e, em decorrência, a ISO, terminam servindo de ponto de encontro para as pessoas capazes de convencer os atores relevantes – governos e empresas - de que alguma norma é necessária.

As transformações impostas pela mudança de patamar das atividades da ISO eram visíveis para inúmeros engenheiros brasileiros, que percorriam a Europa em visitas técnicas a laboratórios e instituições de pesquisa. Diante da clara manifestação da influência das nações desenvolvidas, apenas cinco países (Grã-Bretanha, França, Estados Unidos, Alemanha e Suécia) controlavam a secretaria executiva de dois terços dos comitês técnicos e esse cenário chamou atenção do Brasil diante da meta da ISO de passar de 4 mil para 12 mil normas internacionais.

A melhor razão para promover a participação do Brasil na normalização internacional foi descrita com a maior clareza por Alberto Pereira de Castro:

“Porque a norma técnica é uma das maneiras mais eficientes de transferência de tecnologia. E não só a norma, como todo o custoso trabalho de coleta de elementos e de justificativas necessárias para atingi-la. CASTRO (1971) apud ABNT (2011)”.

Além desse ganho importante e imediato, a normalização internacional oferecia também, para os países em desenvolvimento, um caminho mais curto para organizar sua própria estrutura de normas (de empresas, nacionais, regionais e internacionais).

Além disso, qualquer norma precisa demonstrar tecnicamente sua relevância econômica, social ou mesmo ambiental e, nesses campos, dificilmente as escolhas são neutras. A influência técnica e econômica das nações desenvolvidas sofre, por sua vez, o contrapeso natural dos votos das nações em desenvolvimento, e nenhuma Norma Internacional é viável sem ao menos uma discussão ampla de todos os pontos de vista.

É evidente, contudo, que essa discussão será conduzida em torno de parâmetros técnicos, e as nações em desenvolvimento, para conquistar influência real, precisam se habilitar para tanto.

As implicações políticas da elaboração de Normas Internacionais também são ampliadas pelos novos campos de atuação da ISO. Na década de 1970, teve início a preocupação com normas ambientais e foram criados dois Comitês Técnicos específicos – Qualidade do Ar e Qualidade da Água –, logo seguidos pelo Comitê de Energia Solar (1980). Normas Internacionais para o controle da qualidade começaram a ser discutidas no ano de 1978, e um Comitê sobre gestão da qualidade foi incorporado à estrutura da ISO.

A continuidade de sua operação requeria apenas condições políticas e econômicas favoráveis, como a ausência de conflitos mais graves entre as grandes potências e o crescimento constante do comércio internacional. A partir de certo momento, a demanda por normalização foi quase automática, um reflexo da complexidade das relações econômicas entre as nações

No Brasil, a criação de uma organização nacional de normalização terminou ligada ao desenvolvimento da construção civil e a um domínio técnico bem específico - o uso do concreto armado. De maneira até surpreendente, os engenheiros civis brasileiros tiveram condições de avançar de modo pioneiro em termos mundiais e puderam perceber, de forma imediata e relativamente autônoma, as necessidades e o potencial da normalização.

A existência de normas e especificações variadas para o uso do concreto armado havia sido detectada pela Associação Brasileira de Cimento Portland e provocava discrepâncias nos ensaios levados a cabo nos laboratórios nacionais. Em 1937 técnicos e engenheiros foram convidados a participar da 1ª Reunião de Laboratórios de Ensaio de Materiais. No dia marcado, cerca de 40 especialistas compareceram à reunião e foi então formulada a primeira proposta de constituição de uma Entidade Nacional de Normalização. Em abril de 1939, foi estabelecido o consenso em torno da criação de uma entidade permanente de normalização denominada de Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

As reuniões anuais do Conselho Diretor podiam viajar pelo país, mas, naqueles anos, o trabalho técnico da ABNT ficava a cargo de seções especializadas, divididas em grupos de estudos organizados no Rio de Janeiro e São Paulo. A relação das 17 seções especializadas oferecia um panorama das atividades de normalização no período: açúcar e álcool; elementos de máquinas; códigos de instalações hidráulicas; material ferroviário; produtos químicos industriais; solos; tecidos; códigos de obras; couros; cacau; desenho técnico; estruturas de madeira; módulos de construção; petróleo; vocabulários técnicos; óleos e gorduras vegetais; e sabão.

Em termos quantitativos, o boletim da ABNT, publicado em março de 1948, reportava a existência de um acervo com 50 especificações de produtos, 100 métodos de ensaio e 10 modos de execução, de acordo com a terminologia seguida na época. O boletim também passava a trazer, de forma sistemática, uma relação das normas técnicas de outros países que estavam à disposição dos interessados tanto em sua sede, no Rio de Janeiro, como no escritório paulista, então funcionando no Instituto de Engenharia.

Várias mensagens, inseridas ao longo de suas matérias, recomendavam às empresas associadas que anunciassem a seus consumidores a obediência de seus produtos às normas da entidade. Os consumidores, por sua vez, eram estimulados a exigir produtos que utilizassem as normas.

A publicação de novas normas manteve um bom ritmo, mas o advento do regime militar logo exigiria uma nova transição de poder na ABNT. O que poderia parecer uma influência indevida do regime militar em uma associação privada terminou representando um momento importante de sua história. A gestão de Artur Levy marcou, por exemplo, o primeiro envolvimento direto da Petrobrás com a normalização brasileira. Em sua gestão também ocorreu a primeira mudança importante na sistemática de trabalhos da ABNT, com a criação dos primeiros Comitês Brasileiros, além da adoção do modelo dos Comitês Técnicos Setoriais da ISO e nos primeiros anos da nova década, a associação reportava uma participação intensa nos comitês da ISO. Os relatórios desse período trazem uma longa lista de técnicos e especialistas responsáveis pela definição do chamado “ponto de vista do Brasil” nos projetos em debate nos Comitês Técnicos da ISO (*Technical Committees*).

As áreas de maior interesse para a normalização industrial eram os produtos siderúrgicos, a construção naval, a indústria têxtil, os condutores elétricos, as máquinas-ferramenta, as tintas, os fios de algodão, as embalagens para produtos de exportação, os contêineres e etc. A normalização de contêineres, por sinal, representava um caso clássico do impacto da atividade sobre o comércio exterior, e a iniciativa brasileira representava um alinhamento significativo com a normalização internacional (MURPHY e YATES, 2009 apud ABNT, 2011).

No campo específico da normalização, o marco mais importante do novo cenário econômico e tecnológico talvez tenha sido o acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (*Technical Barriers to Trade, TBT*), aprovado em 1995. O conjunto de regras e instituições do comércio internacional mudara, incorporando uma nova ênfase na normalização. O tratado sobre barreiras técnicas marcava o reconhecimento oficial da importância econômica da profusão de normas e regulamentos técnicos em todo o mundo e de seu impacto sobre a vida das empresas e das sociedades.

A elaboração de normas e regulamentos técnicos nos dias de hoje já requer mais do que metrologia e avaliação da conformidade, avançando também para o campo da informação tecnológica, da propriedade intelectual e das tecnologias de gestão.

Ao mesmo tempo em que se amplia o âmbito da atividade de normalização, aumenta o peso das escolhas feitas no plano internacional. Nasce uma dupla exigência para as organizações de normalização nacionais: é preciso absorver rapidamente a Norma Internacional e também desenvolver a capacidade de participar de forma efetiva na sua elaboração.

Em 1995 a ABNT foi credenciada para emitir certificados relativos a Sistemas de Gestão da Qualidade, de acordo com as normas da série ABNT NBR ISO 9000. Um segundo momento relevante veio em junho de 1996 quando o Brasil sediou a Reunião Plenária da ISO, que aprovou a ISO 14000, norma sobre gestão ambiental.

A consolidação era necessária, pois a atividade de normalização não mais se reduzia ao mero mapa das tecnologias industriais. Se ao longo dos anos 1990 considerações econômicas convencionais ainda prevaleciam na determinação de seus planos de trabalho, no início do século XXI o campo da normalização expandia-se praticamente em todas as direções. Em 2005, segundo (MURPHY e YATES, 2009 apud ABNT, 2011) o Comitê de Gestão Técnica da ISO definia como áreas prioritárias de atuação a normalização nos campos da segurança, da responsabilidade social, dos sistemas de gestão, da segurança de alimentos, do turismo, da nanotecnologia e das mercadorias de segunda mão.

O caso da norma de gestão ambiental, a ISO 14001, teve especial relevância para as condições brasileiras. Este tipo de norma, com seus custos difusos para a economia e requisitos de transparência para as empresas, nunca foi recebido com simpatia por países como os Estados Unidos, mas a experiência recente mostrou que, para os países em desenvolvimento, sua adoção é importante como parte de sua definição de identidade e, portanto, de sua estratégia de mercado.

No contexto da globalização, em que as transações comerciais sofrem a influência crescente de considerações de natureza política e social, por motivos legítimos ou

estratégicos, a adoção de normas ambientais ofereceu, no mínimo, um sinal de obediência às melhores práticas. Para um país como o Brasil, buscando espaço nos mercados externos e vulnerável a um noticiário polêmico sobre a devastação da Amazônia e sobre questões sociais, a Norma Internacional oferecia uma oportunidade e tanto.

No caso mais recente, envolvendo a responsabilidade social, as empresas brasileiras tiveram um papel pioneiro. Participaram da elaboração da Norma Brasileira de Responsabilidade Social, contribuindo para que a ABNT conquistasse posição de liderança na elaboração da Norma Internacional. A aprovação da ISO 26000 é um assunto naturalmente polêmico, por incluir temas relacionados às relações entre capital e trabalho, e porque iniciativas anteriores conduzidas pela ONU ou por organizações não governamentais (ONG) registraram pouco progresso.

Um relatório preparatório, apresentado em 2004 ao Comitê de Gestão Técnica da ISO, autorizou o início do debate sobre a norma de responsabilidade social e este Comitê passou a ter coordenação compartilhada por dois países: um do norte desenvolvido, a Suécia, por meio de seu organismo nacional de normalização (SIS); e outro do sul emergente, o Brasil, por meio da ABNT.

Estabeleceu-se um processo aberto e amplo, incluindo todos os interesses relevantes, em sete temas principais: governança organizacional, meio ambiente, direitos humanos, práticas trabalhistas, práticas operacionais justas, questões de consumidores e envolvimento com a comunidade e seu desenvolvimento (MURPHY e YATES, 2009, apud ABNT, 2011). A nova norma, que não exige avaliação da conformidade, foi publicada em 2010.

Há problemas evidentes na elaboração de uma norma de responsabilidade social, desde seu uso pelos governos nacionais como instrumento de pressão sobre empresas, até as divergências estruturais entre o Norte e o Sul em matéria de proteção do trabalho. Se a norma vier a funcionar, contudo, será pelos mesmos motivos que levaram ao sucesso das normas sobre gestão da qualidade e gestão ambiental: a pressão do mundo econômico e a necessidade de se conformar a

padrões de comportamento aceitáveis aos olhos do cidadão consumidor-eleitor, agora em escala mundial.

Outro aspecto importante é que não é possível conduzir o processo de normalização nesses campos sem promover o envolvimento da sociedade. Assim, é natural esperar que essas novas exigências tenham seu impacto sobre o formato organizacional das entidades de normalização. Sem isso, corre-se o risco de perda de legitimidade, no plano nacional ou internacional.

Em 2005, a ABNT obteve, pela primeira vez, um assento no Corpo de Gerenciamento Técnico (*Technical Management Board* - TMB) da ISO por um período de dois anos. Com isso, a Associação foi chamada a participar do seleto grupo de organismos de normalização dos países desenvolvidos, que comandam a definição das políticas da entidade. Não por acaso, começaram nesse ano os trabalhos da ISO sobre a Norma Internacional de Responsabilidade Social, coordenados pela ABNT, em parceria com a Suécia.

Em vários sentidos, a história da normalização no Brasil está ainda em seu início, apesar dos 70 anos completados pela ABNT. Ela faz parte da história da reação brasileira ao progresso tecnológico das economias desenvolvidas e, nesse campo, o passo decisivo ainda não foi completado: uma integração eficaz entre sociedade, empresas e governo, que torne autônomo o fluxo de conhecimento entre todas as suas partes. Esse fluxo não acontece sem uma intensa atividade de normalização.

Segundo ABNT (2020) as normas têm uma contribuição enorme e positiva para a maioria dos aspectos de nossas vidas. São inúmeros os benefícios trazidos pela normalização para a sociedade, mesmo que ela não se dê conta disso. São exemplos de benefícios técnicos, econômicos e sociais obtidos com as normas em setores da vida e do trabalho:

- A padronização das roscas de parafusos ajuda a fixar cadeiras, bicicletas para crianças e aeronaves, bem como resolve os problemas de reparo e manutenção causados pela falta de padronização, que antes eram um grande problema para os fabricantes e usuários de produtos;

- Sem as dimensões padronizadas de contêineres de carga, o comércio internacional seria mais lento e mais caro;
- Símbolos normalizados fornecem avisos de perigo e informações através das fronteiras linguísticas;
- A normalização dos requisitos de desempenho ou de segurança de equipamentos garante que as necessidades dos usuários serão atendidas;
- Um acordo sobre métodos de ensaio permite comparações significativas de produtos, ou desempenha um papel importante no controle da poluição, por ruído, vibração ou emissões de poluentes.

Ainda segundo ABNT (2020), todos se beneficiam com as normas. Para as empresas a adoção de normas significa que os fornecedores podem desenvolver e oferecer produtos e serviços que atendam às especificações que têm ampla aceitação em seus setores.

Empresas que utilizam normas internacionais podem competir em muito mais mercados ao redor do mundo. Para os consumidores, a conformidade dos produtos e serviços de acordo com as normas oferece garantias sobre sua qualidade, segurança e confiabilidade. Para qualquer pessoa, as normas contribuem para a qualidade de vida, em geral assegurando que o transporte, máquinas e ferramentas utilizados sejam seguros. Para o planeta que habitamos, as normas sobre a qualidade do ar, da água e dos solos, sobre as emissões de gases e de radiação e sobre os aspectos ambientais de produtos, podem contribuir para os esforços em preservar o meio ambiente.

4.3 NORMAS TÉCNICAS

4.3.1 NBR ISO 14001 – REQUISITOS DE GESTÃO AMBIENTAL

A NBR ISO 14001 foi publicada em sua terceira edição pela ABNT em outubro de 2015 e trata requisitos para sistemas de gestão ambiental, sendo assim, caracterizada como uma norma auditável e passível de certificação.

Segundo a norma, sua utilização ajuda as organizações a melhorar seu desempenho ambiental através do uso mais eficiente de recursos e redução de desperdício, obtendo uma vantagem competitiva e a confiança das partes interessadas. Um sistema de gestão ambiental ajuda as organizações a identificar, gerenciar, monitorar e controlar suas questões ambientais de maneira "holística".

A norma é adequada para organizações de todos os tipos e tamanhos, sejam eles privados, sem fins lucrativos ou governamentais e requer que uma organização considere todas as questões ambientais relevantes para sua operação como poluição do ar, água e esgoto questões, gestão de resíduos, contaminação do solo, mitigação e adaptação às mudanças climáticas, e uso e eficiência de recursos (NBR ISO 14001, 2015).

Como todos os padrões do sistema de gerenciamento da Organização Internacional de Padronização - ISO, a NBR ISO 14001 inclui a necessidade de contínua melhoria dos sistemas de uma organização e abordagem às preocupações ambientais uma vez que há muitas razões pelas quais uma organização deve adotar uma abordagem estratégica para melhorar seu desempenho ambiental, variando desde o aumento do envolvimento da liderança e engajamento dos funcionários, passando pela implementação de iniciativas proativas para proteger o meio ambiente de danos e degradação até a adição de uma estratégia de comunicação focada nas partes interessadas.

Organizações podem colher muitos dos benefícios de usar a norma sem passar pelo processo de certificação credenciado. No entanto, a certificação de terceiros - onde um organismo de certificação independente audita suas práticas em relação aos requisitos da norma - é uma maneira de sinalizar para seus compradores, clientes, fornecedores e outras partes interessadas que você implementou a norma adequadamente. A Figura 6 apresenta o número de certificações realizados em 2018 para alguns países.

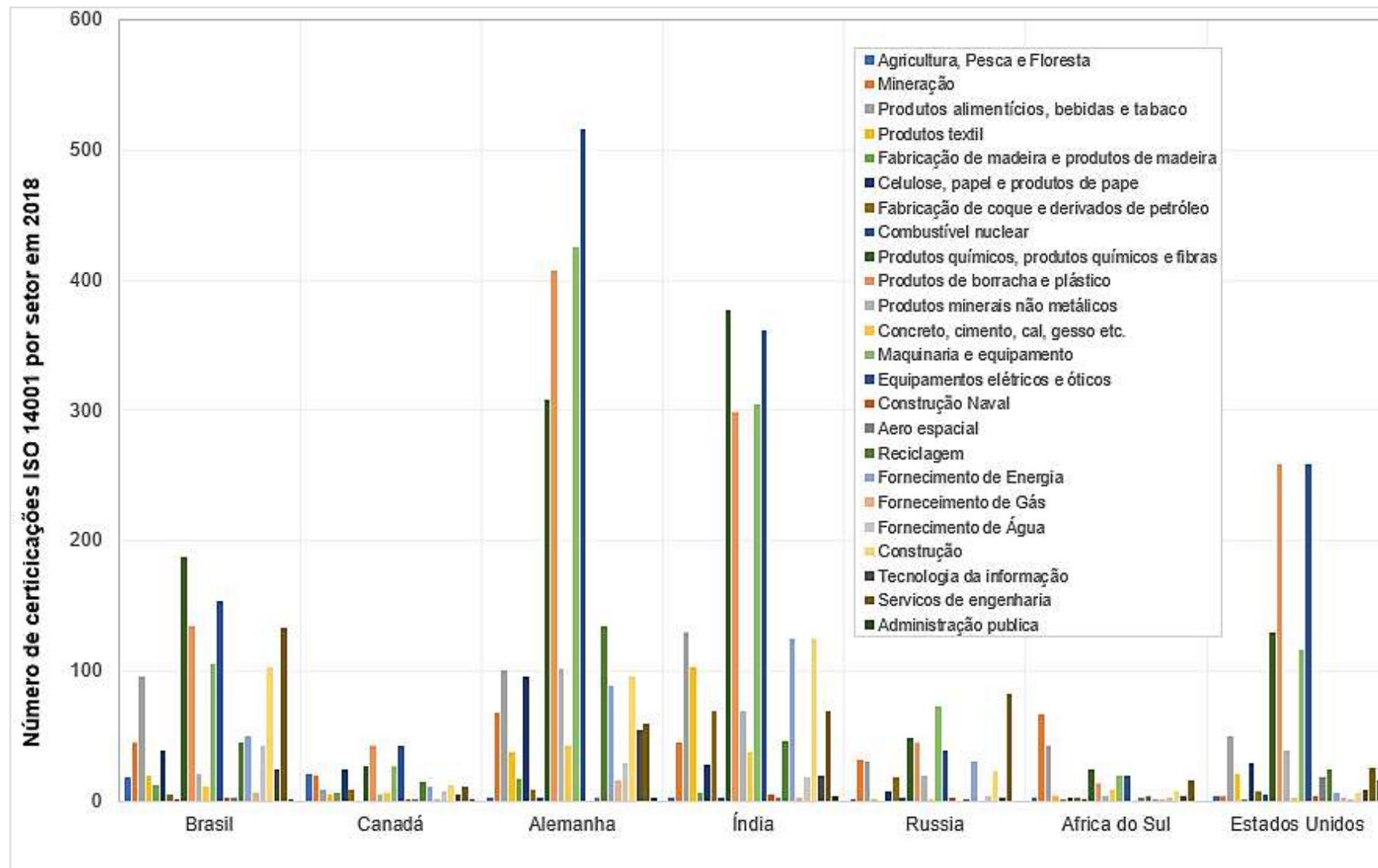


Figura 6. Número de certificações ISO14001 por setor da economia em 2018. Fonte: Próprio autor de ISO (2020).

4.3.2 EN ISO 22300 – SEGURANÇA E RESILIÊNCIA – VOCABULÁRIO

A EN ISO 22320 publicada em 2018 objetiva a substituição da primeira edição publicada em 2012 e trata de segurança e resiliência estabelecendo um vocabulário e uma terminologia para o tratamento dos aspectos voltados à segurança.

Segundo EN ISO 22300 (2018) a norma define os termos usados nos padrões de segurança e resiliência.

4.3.3 NBR ISO 22320 – DIRETRIZES PARA GESTÃO DE INCIDENTES

A NBR ISO 22320 foi publicada em sua primeira edição pela ABNT em junho de 2020 e trata de segurança e resiliência, gestão de emergências e estabelece diretrizes para a gestão de incidentes.

Segundo a NBR ISO 22320 (2020), embora no passado o foco da gestão de incidentes tenha sido nacional, regional ou dentro de organizações individuais, hoje e no futuro há uma necessidade de uma abordagem multinacional e multiorganizacional. Esta necessidade é motivada por relacionamentos e interdependências entre governos, organizações não governamentais (ONG), organizações da sociedade civil (OSC) e o setor privado internacionalmente. Fatores como aumento da urbanização, dependências e interdependências de infraestruturas críticas, dinâmica socioeconômica, mudança ambiental, doenças animais e humanas, e aumento do movimento de pessoas e bens em todo o mundo aumentaram o potencial de interrupções e desastres.

Espera-se que a assistência entre regiões ou fronteiras entre organizações durante a gestão de incidentes seja apropriada às necessidades da população afetada e que seja culturalmente sensível. Portanto, a participação de múltiplas partes interessadas, que foca no envolvimento da comunidade no desenvolvimento e implementação da gestão de incidentes, é desejável, quando apropriado. As organizações envolvidas requerem a capacidade de compartilhar uma abordagem comum entre fronteiras geográficas, políticas e organizacionais.

A NBR ISO 22320 é aplicável a qualquer organização responsável pela preparação ou resposta a incidentes nos níveis local, regional, nacional e possivelmente, internacional, incluindo aqueles que são responsáveis e participam da preparação para incidentes, oferecem orientação e direção na gestão de incidentes, são responsáveis pela comunicação e interação com o público e realizam pesquisas no campo da gestão de incidentes.

A NBR ISO 22320 fornece diretrizes para a gestão de incidentes, incluindo princípios que comuniquem o valor e expliquem a finalidade da gestão de incidentes; componentes básicos da gestão de incidentes, incluindo processo e estrutura, com foco em papéis e responsabilidades, tarefas e gestão de recursos, e trabalho conjunto por meio de direção e cooperação conjuntas.

A norma é aplicável a qualquer organização envolvida em responder a incidentes de qualquer tipo e escala. Este documento é aplicável a qualquer organização com uma estrutura organizacional, bem como a duas ou mais organizações que optem por trabalhar em conjunto enquanto continuam a usar a sua própria estrutura organizacional ou usam uma estrutura organizacional combinada.

4.3.4 NBR ISO 22322 – DIRETRIZES PARA AVISO PÚBLICO ¹

A NBR ISO 22322 foi publicada em sua primeira edição pela ABNT em junho de 2020 e trata de segurança da sociedade, gestão de emergências e estabelece diretrizes para aviso público.

Segundo a NBR ISO 22322 (2020), desastres, ataques terroristas e outros incidentes consideráveis precisam de uma resposta eficaz a incidentes para salvar vidas, mitigar prejuízos e danos. As organizações de resposta a emergências precisam responder rapidamente a uma situação de emergência em desenvolvimento. O tempo para se comunicar é limitado e, frequentemente, uma mensagem específica envolvendo ação

¹ **Aviso público:** mensagens de notificação e alerta divulgadas como uma medida de resposta a incidentes para permitir que as equipes de resposta e as pessoas em risco tomem medidas de segurança (ISO 22300)

prática deve ser disseminada para um grande grupo. Procedimentos simples que enviam a mensagem de forma eficiente e criam a resposta desejada podem salvar vidas, proteger a saúde e impedir grandes interrupções.

A proteção de pessoas em risco de danos é uma parte importante de uma resposta a incidentes. O aviso público possibilita que as organizações de resposta alertem suas equipes de resposta e permite que as pessoas em risco tomem medidas de segurança para reduzir o impacto de incidentes. Um aviso público eficaz que consiste em alerta e notificação pode prevenir reações de pânico e apoiar as organizações de resposta a otimizar suas respostas e mitigar o impacto.

A resposta eficaz a incidentes precisa de um aviso público estruturado e pré-planejado. O aviso público é baseado em duas funções: monitoramento de perigos e disseminação de avisos. Também é necessário estabelecer um mecanismo para identificação de riscos, monitoramento de perigos, tomada de decisões, disseminação de avisos, e avaliar e melhorar (NBR ISO 22322, 2020).

A NBR ISO 22322 fornece diretrizes para o desenvolvimento, gestão e implementação de avisos públicos antes, durante e após incidentes.

4.3.5 NBR ISO 31000 – PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DE GESTÃO DE RISCOS

A NBR ISO 31000 foi publicada em sua primeira edição pela ABNT em novembro de 2010 e trata de princípios e diretrizes para a gestão de riscos. Em 2018 foi publicada a segunda edição.

Segundo a NBR ISO 31000 (2018) Todas as atividades de uma organização envolvem risco. As organizações gerenciam o risco, identificando-o, analisando-o e, em seguida, avaliando se o risco deve ser modificado pelo tratamento do risco a fim de atender a seus critérios de risco. Ao longo de todo este processo, elas comunicam e consultam as partes interessadas e monitoram e analisam criticamente o risco e os controles que o modificam, a fim de assegurar que nenhum tratamento de risco adicional seja requerido.

Embora todas as organizações gerenciem os riscos em algum grau, a NBR ISO 31000 (2018) estabelece um número de princípios que precisam ser atendidos para tornar a gestão de riscos eficaz e recomenda que as organizações desenvolvam, implementem e melhorem continuamente cuja finalidade é integrar o processo para gerenciar riscos na governança, estratégia e planejamento, gestão, processos de reportar dados e resultados, políticas, valores e cultura em toda a organização.

Ainda segundo a NBR ISO 31000 (2018) o sucesso da gestão de riscos irá depender da eficácia da estrutura de gestão que fornece os fundamentos e os arranjos que irão incorporá-la através de toda a organização, em todos os níveis. A concepção e a implementação de planos e estruturas para gestão de riscos precisarão levar em consideração as necessidades variadas de uma organização específica, seus objetivos, contexto, estrutura, operações, processos, funções, projetos, produtos, serviços ou ativos e práticas específicas empregadas.

4.3.6 NBR ISO 26000 – DIRETRIZES PARA RESPONSABILIDADE SOCIAL

A NBR ISO 26000 foi publicada em sua primeira edição pela ABNT em novembro de 2010 e trata de diretrizes para responsabilidade social, sendo assim caracterizada como sendo uma norma não certificável.

Segundo a NBR ISO 26000 (2010) organizações em todo o mundo, assim como suas partes interessadas, estão se tornando cada vez mais cientes da necessidade e dos benefícios do comportamento socialmente responsável. O objetivo da responsabilidade social é contribuir para o desenvolvimento sustentável e a característica essencial da responsabilidade social é a disposição da organização de incorporar considerações socioambientais em seus processos decisórios, bem como a prestação de contas pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente. Isso implica em um comportamento transparente e ético que contribua para o desenvolvimento sustentável, que esteja em conformidade com as leis aplicáveis e que seja consistente com as normas internacionais de comportamento. Também implica que a responsabilidade social esteja integrada em toda a organização, seja praticada em suas relações e leve em conta os interesses das partes interessadas.

A norma visa ser útil para todos os tipos de organizações nos setores privado, público e sem fins lucrativos, sejam elas grandes ou pequenas, com operações em países desenvolvidos ou em desenvolvimento. Reconhecendo que as organizações se encontram em diferentes estágios de entendimento e integração da responsabilidade social, a norma foi concebida para ser utilizada tanto pela organização que começa a abordar o tema da responsabilidade social como aquela mais experiente em sua implementação (NBR ISO 26000, 2010).

Para a definição do escopo de sua responsabilidade social, identificação de questões relevantes e estabelecimento de suas prioridades, convém que a organização aborde os temas centrais como governança organizacional, direitos humanos, práticas de trabalho, meio ambiente, práticas leais de operação, questões relativas ao consumidor e envolvimento e desenvolvimento da comunidade.

Segundo a norma ISO 26000, ao abordar e praticar a responsabilidade social, o objetivo mais amplo da organização é maximizar sua contribuição para o desenvolvimento sustentável e recomenda o respeito aos princípios a seguir:

- Responsabilização por seus impactos na sociedade, economia e no meio ambiente;
- Transparência e comportamento ético;
- Respeito pelos interesses das partes interessadas e pelos direitos humanos e;
- Respeito pelo estado de direito, pelas normas internacionais de comportamento

4.4 PROTEÇÃO SOCIAL NO BRASIL

A proteção social é compreendida hoje como a garantia de direito do cidadão, oferecida pelo estado frente às inseguranças sociais decorrente dos acidentes de riscos naturais ou tecnológicos. Organizações em todo o mundo, assim como suas partes interessadas, estão se tornando cada vez mais cientes da necessidade e dos benefícios do comportamento socialmente responsável.

O objetivo da responsabilidade social é contribuir para o desenvolvimento sustentável (NBR ISO 26000:2010). Ainda, de acordo com a norma citada, o desempenho de um

empreendimento em relação à sociedade em que opera e ao seu impacto no meio ambiente se tornou uma parte crucial na avaliação de seu desempenho geral e de sua capacidade de continuar a operar de forma eficaz. Isso, em parte, reflete o reconhecimento cada vez maior da necessidade de assegurar ecossistemas saudáveis, igualdade social e boa governança organizacional. A percepção e a realidade do desempenho em responsabilidade social do empreendimento podem influenciar, além de outros, os seguintes fatores:

- Vantagem competitiva;
- Reputação;
- Capacidade de atrair e manter trabalhadores e/ou conselheiros, sócios e acionistas, clientes ou usuários;
- Manutenção da moral, do compromisso e da produtividade dos empregados;
- Percepção de investidores, proprietários, doadores, patrocinadores e da comunidade financeira; e
- Relação com empresas, governos, mídia, fornecedores, organizações pares, clientes e a comunidade em que opera.

No contexto da responsabilidade social entende-se que o empreendimento de barragem é responsável pelos impactos positivos e/ou negativos sobre a população, meio ambiente e economia.

Desde 1945 a Organização das Nações Unidas (ONU) tem liderado os países membros no apoio a países afetados por desastres. Ações pioneiras para redução dos riscos de desastres tem sido proposta e formulada contribuindo para um mundo mais seguro. Conferências internacionais para redução de riscos de desastres, nos quais se incluem os incidentes de barragem, são realizadas há décadas. Tais iniciativas representam marcos para a cooperação internacional, promovendo a articulação institucional, arranjo governamental e a concepção de políticas públicas e de estratégias nacionais. (LOPES, 2017).

Segundo UNISDR (2015), os desastres continuam a produzir grandes custos e, como resultado, o bem-estar e segurança de pessoas, comunidades e países como um todo são afetados. Desastres, muitos dos quais são agravados pelas mudanças climáticas

e que estão se tornando mais frequentes e intensos, impedem o progresso para o desenvolvimento sustentável.

O autor continua e ressalta que evidências indicam que a exposição de pessoas e ativos em todos os países cresce mais rapidamente do que a redução da vulnerabilidade, gerando novos riscos e um aumento constante em perdas por desastres, com significativo impacto sobre a economia, a sociedade, a saúde, a cultura e o meio ambiente, a curto, médio e longo prazo, especialmente nos níveis local e comunitário.

Ainda segundo UNISDR (2015) sugere-se que deve haver uma abordagem mais ampla e centrada nas pessoas para prevenir os riscos de desastres. As práticas de redução do risco de desastres precisam ser multissetoriais e orientadas para uma variedade de perigos, devendo ser inclusivas e acessíveis para que possam se tornar eficientes e eficazes.

Reconhecendo seu papel de liderança, regulamentação e coordenação, os governos devem envolver as partes interessadas, inclusive mulheres, crianças e jovens, pessoas com deficiência, pessoas pobres, migrantes, povos indígenas, voluntários, profissionais da saúde e idosos na concepção e implementação de políticas, planos e normas.

Ainda segundo UNISDR (2015) é necessário que os setores público e privado e organizações da sociedade civil, bem como academia e instituições científicas e de pesquisa, trabalhem em conjunto e criem oportunidades de colaboração, e que as empresas integrem o risco de desastres em suas práticas de gestão.

De acordo com o Glossário da Defesa Civil Nacional, “desastre” significa:

“Resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema, causando danos humanos, materiais e/ou ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais”.

A intensidade de um desastre depende da interação entre a magnitude do evento e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor afetado (CASTRO, 1998). A conceituação

adotada pela UNISDR (2009) considera desastre como uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade envolvendo perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, cujos impactos excedem a capacidade da comunidade ou da sociedade afetada de arcar com seus próprios recursos.

Os critérios objetivos adotados no Relatório Estatístico Anual do EM-DAT (*Emergency Disasters Data Base*) sobre desastres são a ocorrência de pelo menos 10 (dez) óbitos ou mais, 100 (cem) ou mais pessoas afetadas, declaração de emergência e pedido de auxílio internacional (SCHEUREN *et. al* 2008).

Segundo ALCÂNTARA (2002) a classificação dos desastres mais utilizadas distinguem os desastres quanto à origem e à intensidade. Quanto à origem ou causa primária do agente causador, os desastres podem ser classificados em: naturais ou humanos (antropogênicos).

Desastres naturais são aqueles causados por fenômenos e desequilíbrios da natureza que atuam independentemente da ação humana. Em geral, considera-se como desastre natural todo aquele que tem como gênese um fenômeno natural de grande intensidade, agravado ou não pela atividade humana. Pode-se citar chuvas intensas provocando inundações, erosões e escorregamentos, ventos fortes, tornados e furacões.

Os desastres humanos ou antropogênicos são aqueles resultantes de ações ou omissões humanas e estão relacionados com as atividades do homem, como agente ou autor. Cita-se acidentes de trânsito, incêndios urbanos, contaminação de rios, rompimento de barragens e etc. (ALCÂNTARA, 2002).

Segundo TOMINAGA *et. al.* (2009) uma adequada avaliação da intensidade dos desastres é fundamental para facilitar o planejamento da resposta e da recuperação das áreas atingidas. As ações e os recursos necessários para socorro às vítimas dependem da intensidade dos danos e prejuízos provocados. A Tabela 2 apresenta uma classificação em relação à intensidade do desastre.

Em se tratando do restabelecimento da situação de normalidade, a depender da intensidade do desastre torna-se necessária a ação coordenada dos três níveis de governo (municipal, estadual e federal) e em alguns casos, até de ajuda internacional.

O Brasil possui uma enorme quantidade de barragens distribuídas por todo o seu território. A maioria delas tem a finalidade de acumular água para diversos fins, tais como abastecimento humano, irrigação, regularização de vazões e geração de energia. Diante deste contexto e visando a segurança das áreas potencialmente atingíveis por acidentes envolvendo barragens, faz-se necessário que os municípios nesta situação preparem planos de contingência que estabeleçam procedimentos a serem seguidos e recursos a serem empregados em uma situação de emergência.

Tabela 2. Classificação do desastre em relação à intensidade segundo Tominaga *et. al.* (2009).

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastres de pequeno porte, também chamados de <u>acidentes</u> , onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo menor que 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (Prejuízos entre 5% e 10% PIB municipal)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (Prejuízos entre 10% e 30% PIB municipal)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE)
IV	De muito grande intensidade, com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízos maiores que 30% PIB municipal)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. (Estado de Calamidade Pública – ECP)

O plano de contingência é um instrumento de planejamento das ações de defesa civil frente aos cenários de risco. Nele devem estar previstos ações, recursos e responsabilidades das instituições e pessoas que desempenham algum papel nesse planejamento.

Salienta-se ainda que um plano de contingência é um esforço na tentativa de reduzir as chances de ocorrência de danos humanos em uma situação de emergência. Não há garantia absoluta de que nenhuma vítima ocorrerá, mas é certo que ao dispor de um planejamento prévio, que prepare a população exposta ao risco, bem como os agentes públicos e privados responsáveis pelas ações emergenciais, aumentam-se as chances de preservação de vidas e da integridade física das pessoas (SNPDC, 2016).

Ainda segundo SNPDC (2016) a competência legal para elaboração dos planos de contingência é dos municípios, cabendo aos Estados atividades de apoio para elaboração dos planos municipais. À União cabe apoiar tecnicamente essa e outras atividades.

Destaca-se que o normativo setorial vigente já estabelece responsabilidades ao empreendedor de barragens quanto à emergência em barragens. Em relação à fase externa da emergência, que diz respeito ao compromisso social e as responsabilidades do empreendedor frente aos riscos que o empreendimento gera à população, tanto o código civil brasileiro quanto a legislação ambiental vigente são bastante objetivos.

Desse modo, fica evidente a importância do desenvolvimento pelo empreendedor dos elementos básicos necessários à construção do plano de contingência, bem como sua participação e articulação com o poder público local na construção das ações de contingências, bem como a participação no plano. Essa participação pode ser tanto por meio de apoio técnico, como pelo custeio dos recursos a serem utilizados nessas ações (SNDPC, 2016).

A legislação vigente aborda de forma prática alguns aspectos relacionados aos planos de contingência. De modo geral, há citações em duas leis, a Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012 que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) onde dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e sobre o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC) e autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Já a Lei nº 12.983 de 2 de junho de 2014, que altera a lei nº 12.340 de 1 de dezembro de 2010 para dispor sobre

as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos Estados, Distrito Federal e Municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco e de resposta e recuperação em áreas atingidas por desastres e sobre o Fundo Nacional para Calamidades Públicas, Proteção e Defesa Civil (Funcap).

Em referência à Lei 12.608, de acordo com o Art. 2º:

“A incerteza quanto ao risco de desastre não constituirá óbice para a adoção das medidas preventivas e mitigadoras da situação de risco”.

Portanto, o desconhecimento dos riscos não mais justifica o não planejar, mas, ao contrário, exige atenção redobrada e constante, para a identificação, avaliação e controle dos mesmos, requerendo, ainda, considerá-los desde a concepção de políticas públicas, planos, programas e projetos.

Dentre essas, destacam-se algumas que de forma direta ou indireta guardam relação com as atividades atinentes aos planos de contingência. O Art. 8º da referida legislação estabelece as competências dos municípios, conforme a seguir:

- Promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas;
- Declarar situação de emergência e estado de calamidade pública;
- Vistoriar edificações e áreas de risco e promover, quando for o caso, a intervenção preventiva e a evacuação da população das áreas de alto risco ou das edificações vulneráveis;
- Organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre em condições adequadas de higiene e segurança;
- Manter a população informada sobre áreas de risco e ocorrência de eventos extremos, bem como sobre protocolos de prevenção e alerta e sobre as ações emergenciais em circunstâncias de desastres;
- Estimular a participação de entidades privadas, associações de voluntários, clubes de serviços, organizações não governamentais e associações de classe e comunitárias nas ações do SINPDEC e promover o treinamento de

associações de voluntários para atuação conjunta com as comunidades apoiadas.

O Art. 7º da Lei nº 12.608/2012 estabelece a competência aos Estados, conforme exposto a seguir e entre outras:

- Apoiar, sempre que necessário, os municípios no levantamento das áreas de risco, na elaboração dos Planos de Contingência de Proteção e Defesa Civil e na divulgação de protocolos de prevenção e alerta e de ações emergenciais.

Em relação às competências da União, o Art. 6º da Lei nº 12.608/2012 discrimina sua função, entre outras:

- Apoiar os Estados, o Distrito Federal e os Municípios no mapeamento das áreas de risco, nos estudos de identificação de ameaças, suscetibilidades, vulnerabilidades e risco de desastre e nas demais ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

Em geral, as barragens produzem riscos em áreas pertencentes a municípios pequenos, com pouca, ou nenhuma capacidade de fazer frente aos cenários de riscos gerados pelas barragens existentes em seu território.

A área de impacto potencial ou área de impacto direto, representado pelo limite geográfico, gerado a partir de um estudo técnico especializado que representa a área do vale a jusante da barragem e que pode vir a ser atingida caso haja um cenário de ruptura do barramento, é o elemento fundamental do plano de contingência, pois é ela que delimita a abrangência das ações de planejamento, preparação e resposta.

Nessa perspectiva, o conhecimento da população vulnerável é fundamental para a efetividade das ações. A partir do conhecimento e dimensionamento da população que está inserida numa área de impacto direto é que serão dimensionados todos os recursos humanos e materiais necessários às ações. É muito importante que se tenha definido o quantitativo populacional que reside na área, bem como a identificação de vulnerabilidades sociais, tais como portadores de necessidades especiais, idosos e

crianças, dentre outras. Essas limitações devem ser consideradas no planejamento das ações a serem desempenhadas nas áreas de risco do vale a jusante (SNPDC, 2016).

Além da identificação e quantificação da população, torna-se fundamental que a população seja alertada a tempo em caso de uma situação de emergência. Nesse sentido, torna-se indispensável que o empreendimento da barragem disponha de um sistema de alerta público de modo a alertar o mais brevemente possível a população.

É importante destacar que a área de impacto direto e a população vulnerável de um cenário de eventual ruptura de barragem cujo uso prioritário é a geração de energia pode se estender por centenas de quilômetros e atingir centenas de milhares de pessoas a depender do caso analisado. Nesse sentido, fica evidente tanto a necessidade de apoio a ser prestado pelos empreendedores das barragens aos municípios que podem vir a ser afetados como também é evidente que não se pode atribuir uma responsabilidade demasiadamente pesada ao empreendedor, uma vez que a depender das obrigações impostas, poderá haver a inviabilização o negócio, considerada atividade essencial – geração de energia elétrica.

Um empreendimento de barragem instalado em uma determinada área gera inevitavelmente uma série de impactos no ambiente e mudanças na vida das pessoas residentes nas comunidades próximas. De igual modo, é inegável a importância das barragens nas atividades produtivas que geram crescimento, empregos e divisas aos Municípios, Estados e União. SNPDC (2016).

Ainda segundo o SNPDC (2016), entende-se que o empreendedor tem responsabilidade em fornecer os elementos básicos necessários à elaboração do plano de contingência e parece razoável que haja apoio financeiro e/ou fornecimento dos próprios recursos necessários à realização das ações de contingência.

Embora as causas das emergências possam variar muito, os efeitos tendem a se manterem em um universo de menores variações. Por exemplo, em relação à incidentes com barragens que resultem em inundações, incêndios florestais e dispersão radiológica podem levar à necessidade da emissão de uma ordem de

evacuação. Mesmo que as características de cada perigo (por exemplo, velocidade de início, tamanho da área afetada) sejam diferentes, as tarefas gerais para a realização de operações de evacuação, busca por local seguro e abrigo são semelhantes. O planejamento de todas as ameaças e perigos garante que, ao abordar as funções de emergência, os planejadores identifiquem tarefas comuns e os responsáveis pela realização das tarefas. (FEMA, 2010).

4.5 GESTÃO DE RISCO

4.5.1 CONTEXTO

Neste capítulo objetivou-se trazer à tona referências relacionadas à temática gestão de risco de barragem e abordagens com foco em vales potencialmente atingidos por acidentes com barragens, buscando-se compor arcabouço teórico para evidenciar as lacunas existentes no que tange a metodologias de integração entre a segurança da barragem e do vale a jusante. A Figura 7 apresenta as etapas do processo de gestão de riscos e pode ser caracterizado pelas fases:

- estabelecimento do contexto;
- identificação de riscos;
- avaliação do risco e;
- tratamento de riscos.

O que se observa é o foco das ações de gestão voltadas à segurança estrutural e operacional da barragem, por meio de discussões acerca dos processos iniciais do denominado ciclo de gerenciamento, representados pelas fases de identificação e análise, muitas vezes com o objetivo de buscar métodos que permitam que os empreendedores de barragens possam detectar anomalias de maneira antecipada ou tornar mais assertivo a representatividade dos impactos provenientes de uma eventual ruptura da barragem. Neste último caso, tal tendência pode ser observada pelo enfoque dado aos estudos relacionados ao refinamento de modelos matemáticos, parâmetros de ruptura ou propagação da cheia induzida pela ruptura no vale de jusante.

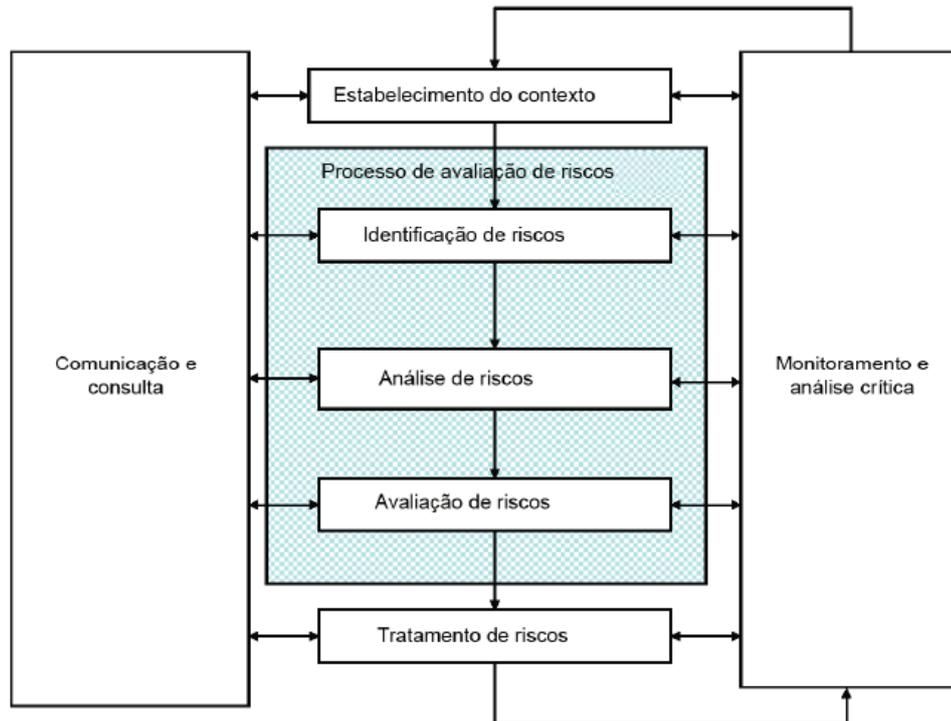


Figura 7. Estrutura, princípios e processos de gestão de risco. Fonte: Modificado de NBR ISO 31000 (2018)

No entanto, falhas nas etapas iniciais do ciclo de gerenciamento podem ocorrer e resultar no pior cenário que é o da ruptura da barragem, evidenciando a essencialidade da estruturação do ciclo completo de gestão no contexto da segurança da barragem e do vale de jusante em toda sua amplitude, incorporando de maneira sólida as fases de avaliação e tratamento de riscos.

A finalidade da avaliação de riscos é auxiliar na tomada de decisões com base nos resultados da análise de riscos, sobre quais riscos necessitam de tratamento e a prioridade para a implementação do tratamento. A avaliação de riscos envolve comparar o nível de risco encontrado durante o processo de análise com os critérios de risco estabelecidos quando o contexto foi considerado. Com base nesta comparação, a necessidade do tratamento de risco pode ser considerada (NBR ISO 31000, 2018).

A depender do contexto, o risco de ruptura de uma barragem pode ou não ser aceitável do ponto de vista de impacto no vale de jusante, exigindo, a depender do caso, assim ações de tratamento de riscos. Segundo NBR ISO 31000 (2018), o tratamento de riscos envolve a seleção de uma ou mais opções para modificar os

riscos e a implementação dessas opções. Dentre as opções, incluem-se aspectos como ações para alteração da probabilidade, alteração das consequências, retenção do risco por uma decisão consciente e bem embasada, entre outras.

Ainda segundo NBR ISO 31000 (2018), selecionar a opção mais adequada de tratamento de riscos envolve equilibrar, de um lado, os custos e os esforços de implementação e, de outro, os benefícios decorrentes, relativos a requisitos legais, regulatórios ou quaisquer outros, tais como o da responsabilidade social e o da proteção do ambiente natural. Ressalta ainda que ao selecionar as opções de tratamento de riscos, convém que a organização considere os valores e as percepções das partes interessadas, e as formas mais adequadas para se comunicar com elas. O tratamento de riscos, por si só, pode introduzir riscos. O monitoramento precisa fazer parte do plano de tratamento de forma a garantir que as medidas permaneçam eficazes.

4.5.2 REVISÃO DE LITERATURA

Em se tratando de pesquisas sobre a temática gestão de risco dentro do contexto de segurança de barragens e vale a jusante, VISEU (2008) foca sua pesquisa em três partes, a primeira trazendo uma exposição das causas de ruptura, acidentes e incidentes, listando as principais roturas que deram origem a perdas de vidas humanas e uma breve abordagem sobre estatísticas de rupturas históricas. A segunda parte é dedicada à avaliação do risco, que surge na sequência das simulações de cheias induzidas por acidentes de barragens. A autora propõe critérios para a normalização de cenários de acidentes e para o zoneamento do risco nos vales a jusante das barragens e, complementarmente, são desenvolvidos ou melhorados, validados e implementados quatro modelos numéricos de simulação de cheia induzida, que, segundo a autora, são instrumentos essenciais para a avaliação do risco.

A terceira parte da sua abordagem versa sobre a mitigação do risco, realizada através de um planejamento de emergência interno, a nível de barragem e, externo, a nível do vale de jusante, definindo assim as metodologias e identificando os meios e

recursos necessários para garantir a concretização das cinco fases consagradas de um plano de emergência de barragem, que são:

- detecção de uma situação anômala na barragem;
- tomada de decisão por parte dos agentes responsáveis;
- notificação entre entidades que fazem parte integrante da gestão de emergência e;
- o aviso à população e evacuação da mesma.

VISEU (2008) propõe cenários para simulação da cheia induzida e para a definição da respectiva periculosidade fazendo distinção entre o risco no vale a jusante e a vulnerabilidade do mesmo, tendo-se considerado que, numa primeira fase, a classificação do risco deve apenas ser feita relativamente ao número de pessoas que residem na área de risco e aos valores estimados dos bens materiais e ambientais que sofrem o impacto da cheia induzida; só em uma segunda fase deve-se contabilizar a vulnerabilidade, que se relaciona com a probabilidade de existirem perdas uma vez ocorrido o acidente. Complementarmente, a autora apresenta bases metodológicas para a realização do cálculo dos índices de risco e vulnerabilidades.

Ainda segundo VISEU (2008) o mais importante e sensível parâmetro para avaliar o grau de periculosidade é o produto das variáveis profundidade da água (h) e a velocidade do escoamento (U). Em eventos de inundações essas duas variáveis estarão atuando simultaneamente e podem dizer muito a respeito dos riscos envolvidos. A Tabela 3 e Tabela 4 apresentam a classificação proposta por VISEU (2008).

Tabela 3. Periculosidade da cheia induzida para seres humanos (VISEU, 2008).

Nível	Classe	Inundação dinâmica (HxV)
Reduzido	Verde	$HxV < 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$
Médio	Amarela	$0,5 < HxV < 0,75 \text{ m}^2/\text{s}$
Importante	Laranja	$0,75 < HxV < 1 \text{ m}^2/\text{s}$
Muito importante	Vermelha	$HxV > 1 \text{ m}^2/\text{s}$

Tabela 4. Periculosidade da cheia induzida para edificações (VISEU, 2008).

Nível	Classe	Inundação dinâmica (HxV)
Reduzido	Verde	$HxV < 3 \text{ m}^2/\text{s}$
Médio	Amarela	$3 < HxV < 5 \text{ m}^2/\text{s}$
Importante	Laranja	$5 < HxV < 7 \text{ m}^2/\text{s}$
Muito importante	Vermelha	$HxV > 7 \text{ m}^2/\text{s}$

Ênfase foi dada à modelagem numérica e computacional do escoamento provocado por cheias induzidas devido à ruptura de barragens como instrumento de análise do risco e à proposição de instrumentos para apoio à ação de mitigação do risco por meio do desenvolvimento do Plano de Emergência Interno (PEI) de responsabilidade do empreendedor da barragem e Plano de Emergência Externo (PEE) de responsabilidade do Sistema de Proteção Civil.

SALIBA (2009) apresenta uma nova abordagem para análise de ruptura por galgamento de barragens homogêneas de solo compactado. Segundo o autor, os modelos de análise de ruptura de barragens em geral tratam os processos erosivos segundo o ponto de vista da teoria de transporte de sedimentos, admitidos como não coesivos, e com granulometria bastante distinta daqueles presentes nos maciços de barragens de solo compactado. Em lugar das equações de transporte de sedimentos utilizadas nas modelagens de ruptura, a metodologia proposta valeu-se do conceito de erodibilidade, que é o resultado de condições do material, do escoamento e de geometria do problema em análise.

A metodologia previu a realização de ensaios de erodibilidade, correlacionados ao grau de compactação e às velocidades de escoamento, para determinação da função erodibilidade. Essa função substitui as equações de transporte de sedimentos nos modelos de ruptura. O autor concluiu após demonstração experimental, que não apenas as características do escoamento e geométricas da brecha são importantes na análise de ruptura, mas também o grau de compactação do maciço, cujo efeito é sensível na resistência à erosão do talude de jusante.

AGUIAR (2014), pesquisando sobre Segurança de Barragens, propõe alterações nos critérios que estabelecem o Índice de Segurança de Barragens (ISB) definido por ZUFFO (2005). As alterações propostas visam a diminuição da subjetividade e aumento na precisão e aplicação prática do método, incorporando itens exigidos pela Lei 12.334/2010 sobre segurança de barragens. O autor conclui que o ISB se apresenta como uma importante ferramenta para o gestor da estrutura, órgãos governamentais, agências de fiscalização e uma proteção extra para a sociedade, pois considera os principais elementos e características técnicas do barramento, bem como dados de projeto, planos de operação e instalações existentes na área de influência da barragem.

Ainda segundo AGUIAR (2014), considerando-se a recente aplicação da legislação brasileira de segurança de barragens e a disponibilização dos primeiros relatórios acerca do tema, constata-se que ainda há muito que se fazer no campo técnico, pois as exigências impostas pela nova lei, tanto aos empreendedores públicos quanto aos privados, levarão ao desenvolvimento e a aplicação de novas metodologias de avaliação de segurança de barragens.

SILVA (2015) apresenta uma metodologia de gestão de risco de barragem, destacando e pormenorizando a etapa de análise e apreciação do risco. Em relação à fase de análise de risco, o autor foca na classificação e apresentação dos métodos de análise de risco em qualitativo, quantitativo e semi-quantitativos, como: a) índice de risco; b) diagramas de localização, causa e indicadores das falhas (LCI); c) análise de perigos e operacionalidade (HAZOP); d) análise do modo e efeito das falhas (FMEA) e sua criticalidade (FMECA); e) análise por árvore de eventos (ETA) e f) análise por árvore de falhas (FTA).

No que tange à fase de apreciação do risco, fase na qual é realizado o julgamento quanto à aceitabilidade e tolerabilidade do risco, o autor ressalta que se considera uma das fases mais discutíveis de uma gestão de risco, uma vez que tem que conciliar interesses políticos, sociais e econômicos, compatibilizando-se com aspectos normativos, legislativos e regulamentares.

Ainda segundo SILVA (2015), é necessária uma comunicação adequada entre as diversas entidades envolvidas na gestão de risco de uma barragem, especialmente em situações de rotura, onde as medidas de emergência requerem uma rápida e eficaz reação aos acontecimentos indesejados.

VIANNA (2015) aborda metodologias de análise de risco aplicadas em planos de ação de emergência de barragens, tratando especificamente da aplicação de técnicas de análise como: a) modo de falhas e seus efeitos (FMEA) e análises por árvores de eventos (ETA), visando contribuir para o processo de tomada de decisão dos planos de ação de emergências de barragens. Segundo o autor, a aplicação de técnicas de análise de risco pode contribuir com estes processos de tomada de decisão, por meio da realização de avaliações prévias dos diversos mecanismos de falha. Estas simulações podem ser utilizadas como um indicativo da gravidade de cada cenário, favorecendo a emissão de sinais antecipados de alerta, com a respectiva remoção de pessoas das áreas de risco.

FCTH (2018) propõe uma metodologia de gestão integrada de riscos associados às emergências em barragens. Os autores ressaltam que apesar dos avanços recentes relacionado à essa temática não há uma análise integrada dos riscos relacionados ao sistema reservatório-barragem (SRB) e ao sistema vale de inundação (SVI). Neste trabalho foi proposto um método de gestão envolvendo uma avaliação semi-quantitativa do risco, estabelecendo uma análise de modos de falha (FMEA) para avaliar os riscos pertinentes à barragem, resultando em uma matriz de risco, na qual é expresso o cruzamento da probabilidade de ocorrência dos modos de falhas com a severidade de cada um deles.

Para avaliação do risco no vale de jusante, foi desenvolvido um estudo de determinação das áreas potencialmente inundáveis na ocorrência de eventos de vazões extremas, e também para cenários de ruptura da barragem. As áreas de inundação foram analisadas de acordo com o tipo de ocupação da bacia hidrográfica, de modo a quantificar as consequências dos modos de falha e o número de fatalidades associadas aos mesmos.

MENEZES (2016) destaca que no Brasil, têm-se observado o estabelecimento de uma série de medidas legais, que visam a redução da ocorrência de acidentes com barragens, por meio da aplicação da gestão do risco na estrutura. Afirma também que é necessário avaliar os possíveis danos da ruptura de barragens, de modo a se direcionar medidas adequadas para a gestão do risco no vale a jusante. Destaca ainda que a identificação de áreas atingidas, das estruturas que podem ser inundadas e a quantificação dos danos é de extrema importância para as fases de planejamento e resposta a eventos críticos e que o conhecimento do risco de inundação pode subsidiar o ordenamento do uso e ocupação do solo, com vistas a redução da vulnerabilidade dos vales a jusante de barragens.

KLIMKIEVICZ (2016), tratando de gestão de risco aplicado às obras de barragens destaca que o colapso de uma barragem pode gerar enormes danos, destruindo regiões inteiras que se encontram a jusante do acidente. Neste contexto, existe uma grande necessidade em se apurar os riscos gerados por essas estruturas e adotar medidas proativas de gestão desse risco de forma que eles nunca se concretizem ou, caso o cenário de catástrofe venha a ocorrer, que ele cause o menor dano possível. Apesar da pesquisa abordar, de acordo com próprio autor, a técnica de gestão de risco que visa quantificar e gerir os riscos em todas as fases do ciclo de vida do empreendimento, não há detalhes sobre as etapas de gestão de risco junto ao vale de jusante.

BELLADONA (2018), destaca a não existência no Brasil de um regramento oficial para o zoneamento do solo nas áreas situadas no vale a jusante de barragens e estabelece uma metodologia para atender essa carência. Para atingir seu objetivo são utilizados critérios usuais das metodologias de mapeamento de inundações, os mapas de inundação dos planos de ação de emergência e a metodologia aplicada ao mapeamento de risco em encostas. O referido autor conclui que o zoneamento do uso do solo pode contribuir para a diminuição das perdas e danos no vale de jusante de barragens e que a vulnerabilidade do vale de jusante está muito mais associada às condições econômicas, sociais e culturais do que às condições físicas do vale e das componentes hidrodinâmicas do escoamento.

AVELAR (2019) em sua pesquisa sobre vulnerabilidade e percepção de risco de acidentes, utilizou-se de dados secundários do município, da legislação vigente e do plano de ação de emergência da barragem em estudo para concluir que é importante que haja uma intervenção do poder público no sentido de realizar ações preventivas junto à população, bem como estabelecer bases para atuação deste em caso de ocorrência de eventos de ruptura de barragens. O autor destaca também que ficou evidente a descrença para com a rapidez e eficiência das ações dos órgãos do poder público.

Em relação a uma resposta a um possível acidente com a barragem, assim sendo teriam como primeira atitude buscar apoio junto aos vizinhos, demonstrando uma relação de confiança entre os membros da comunidade e apoio mútuo, podendo estar aí uma possível abordagem para as ações de prevenção e ação e que atitudes tomar em caso de desastres. A Figura 8 traz um gráfico indicativo dos locais onde os entrevistados procurariam ajuda em caso de emergência da barragem.

Ainda na linha de resposta ao desastre foi perguntado se caso houvesse algum acidente com a barragem qual seria a primeira reação tomada. A principal alternativa indicada por 67% dos entrevistados foi que sairiam de casa. Portanto, esta resposta apresentada conclui-se que a maioria dos entrevistados desconhecem a existência de uma rota de segurança e um ponto de encontro seguro para acesso em caso de um acidente com rompimento de barragem. A Figura 9 traz um gráfico indicativo das atitudes em caso de acidente na barragem.

Para concluir, AVELAR (2019) entende que a avaliação de riscos com base em uma abordagem perceptiva se mostrou como uma importante ferramenta de investigação nos estudos sobre riscos em barragens e afirma que com a aplicação dessa abordagem é possível caracterizar as relações entre sociedade e meio ambiente, sendo uma análise voltada para compreender a comunidade e o ambiente em que vive a partir de suas próprias interações e como se comportam diante de situações de risco, sendo assim possível oferecer subsídios ao planejamento e a gestão urbana na implantação de medidas preventivas mais eficazes e compatíveis com os anseios da população.

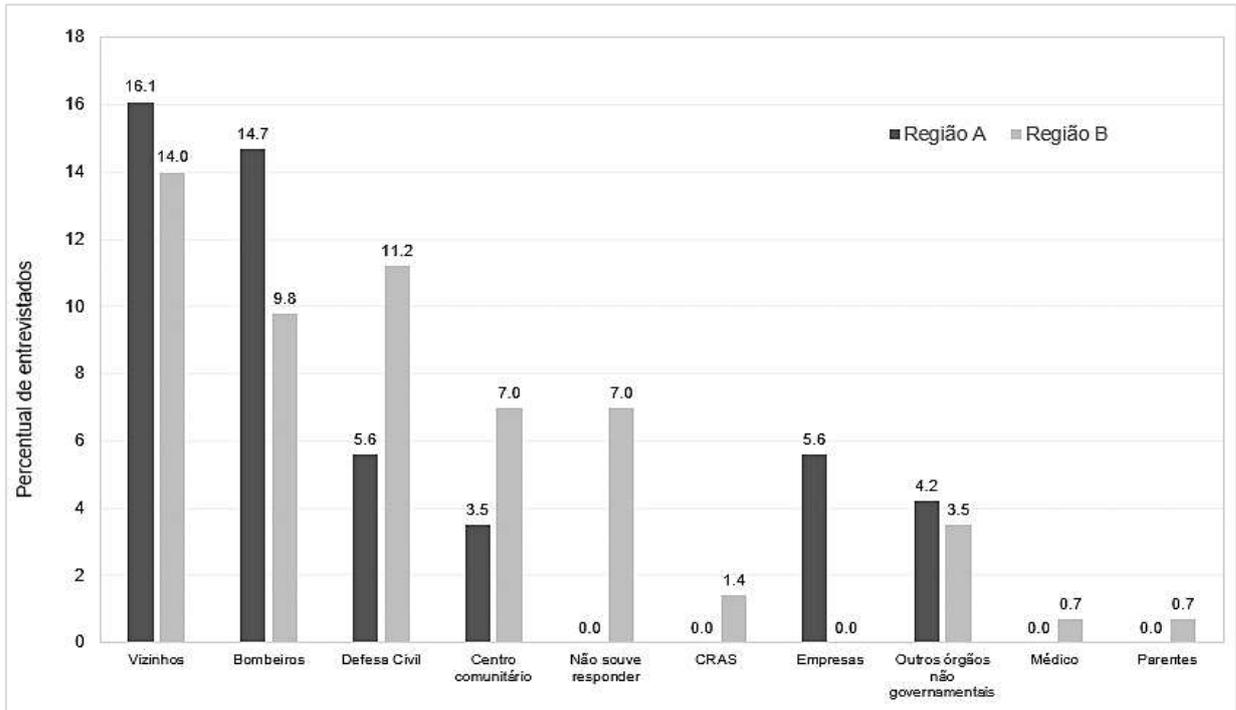


Figura 8. Local onde procurar ajuda. Fonte: Modificado de AVELAR (2019).

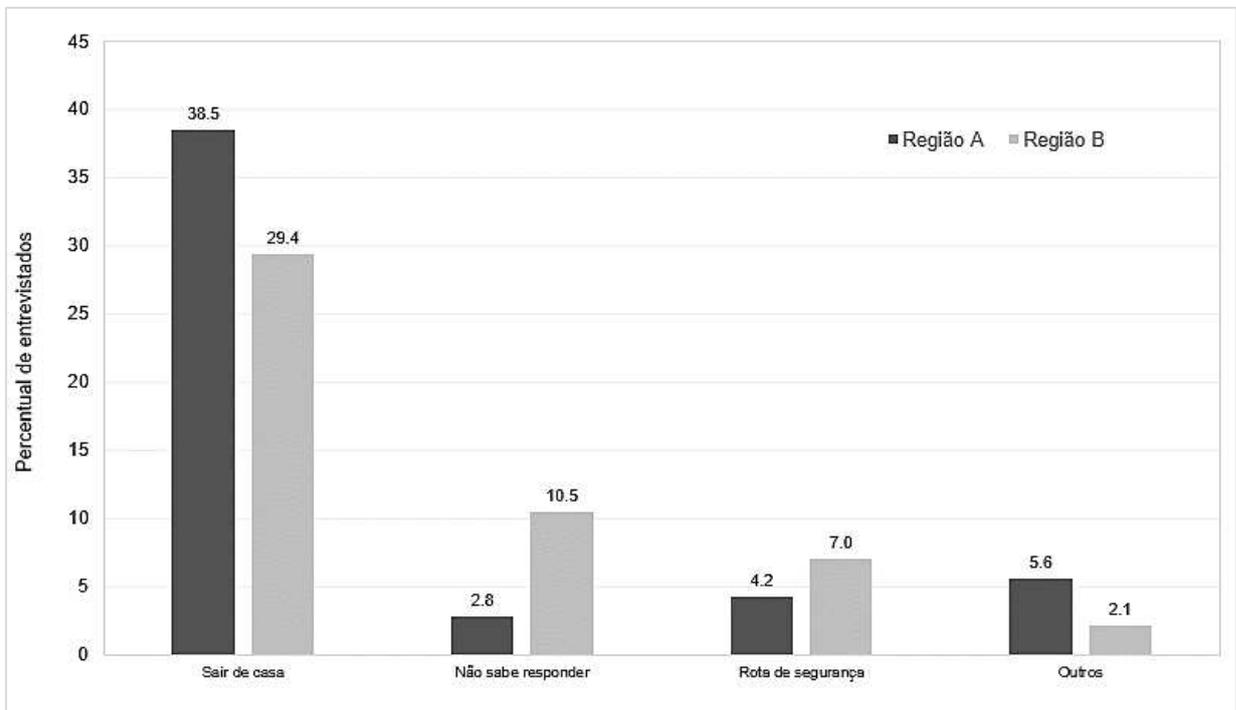


Figura 9. Atitudes tomadas em caso de acidentes com barragens. Fonte: Modificado de AVELAR (2019).

RESENDE et. al. (2019) questionam como imbuir nos operadores de barragens um comportamento cauteloso, de forma a prevenir novos rompimentos e, em ocorrendo algum risco de ruptura adotem ações emergenciais para evacuar aqueles que possam a vir a ser atingidos caso o pior cenário se confirme. Apresentou-se então a hipótese

de que a responsabilidade civil ambiental, que tem como finalidade a reparação integral do dano, seria mecanismo capaz de reparar os danos ambientais e ao mesmo tempo incutir nos empreendedores de barragens a necessidade de se agir preventivamente como forma de não permitir que barragens se rompam. Os autores, analisando os rompimentos das barragens de disposição de rejeitos de Mariana e Brumadinho, avaliam ainda que houve falhas no monitoramento, na gestão de riscos das barragens e na comunicação e evacuação das pessoas que se encontravam no caminho da onda de ruptura.

BUENO (2018) abordando a gestão da comunicação em desastres ambientais ressalta que a comunicação a ser planejada e implementada antes, durante e após a ocorrência de desastres ambientais, deve atentar para o fato de que, em muitos casos, há inúmeras circunstâncias que estão presentes nestas situações, como por exemplo: a) diferentes níveis de percepção de riscos por parte das pessoas que podem ser afetadas por uma catástrofe ambiental; b) distintos níveis de instrução, socioeconômicos e condicionantes culturais/linguísticos que caracterizam as pessoas que integram a comunidade afetada e c) a diversidade de hábitos comunicacionais (acesso regular às fontes de informação, como jornais, revistas, rádio, TV, web ou às mídias sociais).

É preciso, portanto, antes mesmo da ocorrência de um desastre ambiental, conhecer previamente os veículos ou canais efetivamente eficazes (competentes e acessíveis) para o processo de informação/esclarecimento das pessoas que, potencialmente, podem ser envolvidas. Sobretudo durante as catástrofes ambientais, é fundamental que os cidadãos afetados recebam, contínua e rapidamente, informações precisas de modo a tomar, prontamente, as decisões mais adequadas para a sua proteção e a de suas famílias.

Ainda segundo BUENO (2018), se não houver um sistema centralizado, com credibilidade e legitimidade, para coordenar as informações a serem disseminadas para a comunidade envolvida, corre-se o risco adicional de favorecer a adoção de medidas não acertadas, tomadas individualmente, e que aumentam os riscos e os danos.

O autor continua e afirma que o planejamento em comunicação antes da ocorrência de um desastre é, por este motivo, fundamental porque não apenas contribui para identificar os desafios a serem superados como para informar adequadamente e mobilizar a mídia, as organizações locais (empresas, igrejas, escolas, hospitais e etc.) para o enfrentamento dos desastres. A existência de um sistema articulado e que funcione em parceria é essencial nestas situações dramáticas.

Informações qualificadas e precisas, disseminadas rápida e amplamente, favorecem o atendimento das pessoas, normalmente desorientadas durante esta situação crítica, indicando-lhes as posturas adequadas, como a evacuação das áreas ou locais de risco, identificando os locais de socorro e assistência às vítimas, os procedimentos corretos para a prestação de ajuda aos necessitados, como os feridos, e mesmo as formas disponíveis de participação para atenuar os danos humanos e materiais.

Há um conjunto significativo de aspectos que devem ser observados para fortalecer a comunicação associada aos desastres ambientais, destacando-se:

- o protagonismo da comunidade e dos seus líderes;
- a definição da mídia como parceira;
- a coordenação das informações a serem disseminadas;
- a capacitação das fontes e a articulação entre os agentes oficiais (secretarias, ministérios, órgãos públicos em geral), de âmbito local, regional ou federal que, efetivamente, podem canalizar recursos (humanos, financeiros e etc.) para solucionar ou atenuar a crise.

O protagonismo da comunidade e de seus líderes diz respeito à necessidade de dar voz e de mobilizar os cidadãos e as entidades que os representam, para que atuem de forma direta no enfrentamento da catástrofe, convocando-os para um trabalho de parceria e de colaboração efetiva. Isso significa que a comunidade deve ter participação no próprio processo de planejamento em comunicação, com a definição precisa das responsabilidades e dos papéis a serem desempenhados antes, durante e após a emergência de um desastre ambiental. Em muitos casos, de forma

equivocada, as autoridades que coordenam as ações assumem uma perspectiva arrogante e autoritária, desestimulando a participação das pessoas envolvidas.

A gestão adequada da comunicação, que não se limita apenas a uma mera competência técnica, mas que incorpora compromisso com uma perspectiva democrática, caracterizada pela interação ágil com os públicos estratégicos e com a sociedade, além da ética e da transparência, é fundamental para agregar valor à imagem e à reputação das organizações, sejam públicas ou privadas.

Para finalizar, BUENO (2018) afirma que governos e empresas não têm dado a devida atenção à resultados obtidos em catástrofes recentes, não implementando sistemas de gestão de risco adequados que permitam evitar que elas aconteçam ou pelo menos mitigar os seus danos.

SORIANO *et. al.* (2012) afirma que um dos aspectos de insuficiência da cultura de segurança é a ausência de conhecimento e monitoramento sobre determinado fator de ameaça que permita atuação preventiva e/ou preparativa adequada. Assim, ocorre de certos eventos serem discursivamente assumidos pelas instituições de segurança como sendo “situações inesperadas”, narrativa própria para não assumir ou não enfrentar a ineficiência institucional e cujas perdas, danos e prejuízos acabam ficando na conta de fatalidades.

Para CARAPINHEIRO (2002), os riscos só alcançam o debate político quando os efeitos de sua disseminação ganham visibilidade. Esta cultura da segurança tenta institucionalizar uma ideia de que a ameaça está sobre o controle através de procedimentos e/ou protocolos de como os agentes técnicos neutralizam estes riscos.

CORREIA *et. al.* (2019) pesquisando sobre o estado da arte de ferramentas capazes de auxiliar na gestão de risco e segurança de barragens, destaca que foram identificadas diferentes ferramentas acessíveis, de ordem tecnológica, humanística e políticas, como mudanças na legislação, quantificação das incertezas, novas metodologias e mudanças no modelo de gestão adotado pelos empreendedores de barragens. Os autores destacam a gestão adequada da comunicação como ferramenta para auxiliar na gestão do risco, tratando a comunicação não apenas como

competência técnica, e sim caracterizada pela interação eficaz e eficiente com toda a sociedade.

BRASILIANO (2019), discorrendo sobre a gestão de riscos por parte da administração de barragem, no caso Brumadinho, destaca que não havia integração com todas as disciplinas de riscos, ou seja, existia uma ausência de interconectividade entre riscos por parte da administração da barragem. Na opinião do autor, daria para ser minimizado o número de mortes por meio de ações de aviso automático, como sirenes com acionamento automático, rotas de fuga, pontos de encontro sinalizados, sinergia e integração entre a defesa civil, integração do PAE da barragem com os PLANCONS dos municípios atingidos.

O autor afirma que tanto as empresas e seus executivos como órgãos públicos dão pouca importância para a operacionalização e treinamento do PLANCON, integrado com o PAE das empresas. O autor ainda avalia que faltaram recursos, principalmente pela descrença em relação ao rompimento e reafirma a falta de maturidade das empresas, seus executivos e administradores e da ausência de planejamento e integração.

Foi possível perceber por meio da revisão de literatura apresentada a ausência de métodos efetivos de gestão de vales a jusante que de fato integrem os agentes responsáveis pelo risco às ações de prevenção e resposta de modo a proteger o povoamento localizado em áreas de risco no vale a jusante de barragens.

Fatores como a recente criação dos instrumentos legais e regulatórios, datados de 2010 e 2015 e representados respectivamente pela Lei 12.334 e Resolução Normativa nº 695 da ANEEL, a ausência de uma cultura de segurança e prevenção enraizada na cultura brasileira podem representar indicativos dessa ausência de gestão de vales a jusante de barragens.

Posterior à legislação federal de 2010 que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei 12.608 de 2012 instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil atribuindo aos entes da federação responsabilidades

muitas vezes inalcançáveis tendo em vista a precarização e falta de estrutura de muitos municípios brasileiros.

Ao rigor da lei, no contexto de segurança de barragens, cabe aos municípios diversas ações preventivas e corretivas voltadas ao povoamento do vale a jusante, entretanto, por meio de avaliação rápida é possível entender que os órgãos de proteção e defesa civil municipais, concentrarão quando existentes, recursos humanos, materiais e financeiros, em situações de riscos mais prováveis e na final da gestão do risco, caracterizada pela fase de resposta à emergência.

Entre as ferramentas disponíveis para atuação na gestão da segurança do vale a jusante de barragens existe o PAE e o PLANCON, ambos caracterizados por planos de responsabilidade do empreendedor e da defesa civil municipal respectivamente. Cada plano possui suas características e devem conter procedimentos de resposta às emergências em potencial. O PAE para a barragem e o PLANCON para os municípios, devem conter ações de contingência para o caso de emergências. O PLANCON trata-se de um plano mais amplo e que deve abranger os diversos riscos aos quais o município está sujeito, como por exemplo inundações, incêndios, deslizamentos de terra, entre outros.

Os denominados Planos, a exemplo do PAE e do PLANCON, são produtos (registros) dos processos de planejamento. Geralmente esses documentos são elaborados e mantidos atualizados com o propósito de formalização e fiscalização. Trata-se de uma percepção equivocada associar a simples elaboração de planos à capacidade de mitigação, prevenção de danos no vale a jusante de barragens.

O que se observa é que pelo lado do empreendedor da barragem fica evidente o foco em estudos voltados à barragem, seja por meio da identificação de melhorias em modelos e parâmetros seja na identificação dos danos potenciais em caso de emergência com a barragem. Do ponto de vista do vale a jusante é notório, no contexto de segurança de barragem, a necessidade de aproximação do poder público ao povoamento do vale a jusante e do fornecimento de informações dentro do contexto de segurança.

De modo a corroborar com a revisão realizada até este momento, na sequência desta revisão serão abordados pontos obtidos de FEMA (2019). Ao planejar, mitigar e responder a incidentes de barragens, muitas das funções e responsabilidades são do empreendedor da barragem e órgãos de proteção e defesa civil denominados gerentes da emergência nos diferentes níveis da hierarquização governamental. A Figura 10 apresenta as principais fases e responsabilidades desses dois grupos.



Figura 10. Colaboração entre Empreendedores de barragens e Gestores de Emergência a níveis Federal, Estaduais e Municipais. (Adaptado de FEMA, 2019).

Proprietários e operadores de barragens e funcionários de gerenciamento de emergências devem garantir que indivíduos e as famílias que vivem na zona de inundação de uma barragem compreendam tanto o risco quanto o potencial arranjo de evacuação e abrigo.

Os agentes da emergência também devem tomar medidas para educar indivíduos e famílias para que eles respondam rapidamente às mensagens de ação de proteção, utilizando-se de eventuais programas de envolvimento da comunidade ou programas

específicos de barragens que comunicam papéis individuais e familiares e suas responsabilidades. Se as barragens forem usadas para propósitos além da retenção de água, tais como geração de energia, abastecimento de água ou recreação, proprietários e operadores devem discutir como a perda desses serviços afetariam a comunidade.

Os planejadores da emergência devem garantir que as comunidades tenham um entendimento claro das suposições feitas no incidente da barragem, como em mapas de inundação e como eventuais mudanças nessas premissas afetariam os requisitos de resposta. As ações de planejamento e preparação devem incorporar esses ajustes à medida em que o incidente com a barragem se desenrola.

Outro ponto de verificação é se os cenários usados para modelagem são críveis para a realidade da barragem. Não assuma fluxo de um incidente de barragem será apenas água, considere também o fluxo de detritos. Os modelos são baseados em suposições que podem não ser verdadeiras para um incidente real. Essa incerteza pode significar que os impactos diferirão um pouco ou significativamente de aqueles previstos pelos modelos e contidos nos planos.

Um incidente de barragem pode ser com aviso ou sem aviso prévio. Um incidente com aviso é aquele em que se pode prever em virtude da existência de previsões meteorológicas indicando anormalidades, da realização de inspeções rotineiras e regular da barragem ou informações sobre ameaças a uma determinada região, ou seja, em tese é possível avisar as autoridades de gerenciamento de emergência que um incidente está prestes a ocorrer. Entretanto, um incidente sem aviso prévio é aquele em que não há prazo para emissão de alertas de emergências e ocorre subitamente como por exemplo, incidentes provocados pelo homem contra a integridade da barragem é um exemplo de um incidente sem aviso prévio que as inspeções regulares de segurança da barragem não impediriam.

Ao determinar os tipos de ações de proteção a serem executadas, os gerentes de emergência devem considerar o tempo antes do impacto. Embora um incidente sem aviso prévio sempre seja uma surpresa, um incidente com aviso prévio, que envolva, por exemplo, previsão de chuvas fortes, podem fornecer dias ou mais de

antecedência. O tempo disponível antes impacto é um fator chave na tomada de decisões. Pode não ser razoável solicitar uma evacuação completa de uma população se essa população tiver apenas 20 minutos para fugir. Dependendo da situação, uma ordem de evacuação - na qual certas zonas adotam uma posição de abrigo local, até que seja seguro evacuar - pode ser preferível.

A fase de preparação para uma emergência é um compartilhamento de responsabilidades e exige o envolvimento de toda a comunidade. Trabalhando juntos, todos podem ajudar a reduzir os impactos nas vidas e propriedades provenientes de falhas de barragens. Ao encontro de uma gestão de risco adequada, órgãos de proteção e defesa civil, empreendedores de barragens devem entender o impacto que esses incidentes podem ter nas populações e nas infraestruturas e quais recursos serão necessários para responder e se recuperar desses incidentes. Para atingir esse objetivo as instituições devem colaborar antes, durante e depois de um incidente na barragem.

Diante do exposto, é notória a ausência de abordagens que integrem os aspectos envolvidos em um acidente de barragem e seus desdobramentos junto ao vale de jusante, havendo a necessidade de proposições metodológicas em gestão de modo a permitir o avanço sobre esse campo de atuação, sobretudo, devido aos recentes acidentes ocorridos no âmbito nacional.

5 SISTEMAS DE ALERTA PÚBLICO

5.1 CONTEXTO

Segundo ALEXANDER (2002) um instrumento que permite a evacuação de pessoas em risco tem a finalidade de comunicar a população vulnerável em uma situação de emergência sobre a necessidade de se deslocarem para um local seguro. Esse sistema deve estar integrado à estrutura de gestão de emergência da barragem e deve ser instalado em todas as comunidades inseridas na área de impacto direto das barragens com o objetivo de dar aos envolvidos, tempo suficiente para agir.

Segundo VISEU (2008), do conjunto de características que devem orientar a definição de sistemas de alerta e de aviso destacam-se a eficácia, robustez e credibilidade. Ressalta ainda que os sistemas de aviso às populações deverão levar em conta as características da população de modo a que as mensagens e os veículos de transmissão das mesmas sejam eficazes, e destaca os meios de alerta mais diretos:

- Alarmes domésticos, recorrendo a contatos diretos através de telefones fixos e móveis;
- Alarmes públicos através de sinais sonoros como sirenes fixas e megafones em viaturas móveis;
- Meios de comunicação social com mensagens ao público através de boletins de rádio, televisão e mídias sociais;
- Publicação e afixação de comunicados de avisos e;
- Aviso “porta a porta”.

ALMEIDA (2001) explicita que fatores como recursos econômicos, cultura, atributos psicológicos, atividade profissional, experiência, atributos fisiológicos e deficiências físicas ou mentais tendem a interferir em uma resposta adequada às mensagens de aviso e alerta.

Complementarmente, SILVA (2001) destaca-se o grau de alfabetização como fator importante para definição da forma de transmitir a mensagem.

Segundo SORENSEN (2000) a maioria das populações em risco podem ser notificadas com 3 horas ou menos sem sistemas especializados de alerta e reitera que a notificação informal desempenha um papel importante na divulgação e advertência na maioria das situações em emergências. Complementarmente o autor ressalta que o tempo que as pessoas levam para responder um aviso depende da urgência percebida da ameaça.

ROGERS AND SORENSEN (1988) fazem um comparativo por meio de coeficientes empíricos acerca da eficiência e eficácia dos sistemas de alerta comumente utilizados como sirenes, utilização de rádio direto, meios de comunicação geral como jornal, televisão e rádios comerciais, além da utilização de telefones. Adicionalmente os autores fazem a composição de utilização de mais de um meio de alerta, ou seja, analisam o uso simultâneo de dois sistemas como sirenes associadas ao uso de rádio e também as sirenes associadas ao uso do telefone. Vale ressaltar que na data do estudo, além da telefonia não haver o alcance e difusão dos dias atuais, os mesmos não possuíam funcionalidades que poderiam alterar a análise mostrada na Tabela 5.

Tabela 5. Sistemas de alerta quanto à difusão da mensagem (Adaptado de Rogers and Sorensen, 1998).

Sistema	Capacidade do sistema em produzir o sinal e ser imediatamente entendível	Capacidade do sistema em reduzir incertezas no processo de transmissão		Capacidade do sistema "atingir" as pessoas	
Sirene	0,2	Baixo	0,2	Alto	0,3
Radio	0,4	Alto	0,3	Baixo	0,2
Mídias ¹	0,3	Baixo	0,2	Moderado	0,25
Telefone	0,4	Muito Alto	0,35	Baixo	0,2
Sirene e Radio	0,4	Alto	0,3	Alto	0,3
Sirene e Telefone	0,4	Muito Alto	0,35	Alto	0,3

¹Jornal escrito, Emissoras de rádio e TV.

No caso de mensagens faladas e transmitidas por agentes dos organismos de defesa civil, seja por meio de alarme móvel embutidos em carros de som ou por recurso aos meios de comunicação social (mídias) as mensagens devem ser previamente definidas e tipificadas (VISEU, 2008).

Ainda segundo VISEU (2008) o uso de sirene apenas para o aviso de ruptura é desaconselhável devido à baixa probabilidade de ocorrência podendo ocasionar uma descrença quanto à efetividade do sistema. Neste caso deve-se prever o uso deste sistema para outras situações de risco como situações de cheias naturais ou manobras de comportas. Os alarmes domésticos e avisos de porta a porta só são possíveis para populações de dimensão não muito grande e requerem listas com informações atualizadas sobre o nome e endereço da população residente com respectivos números de telefone.

Conforme ABRAGE (2018), não basta apenas investir em equipamentos sofisticados se não houver o envolvimento das autoridades de proteção e defesa civil e da própria população local para receber a informação, processá-la de forma adequada e tomar as iniciativas cabíveis.

Em virtude das consequências causadas pela liberação abrupta de um volume significativo de água, proveniente de uma ruptura de uma barragem, poderem variar dentro de uma mesma área impactada, tanto do ponto de vista de preservação da vida quanto de destruição de edificações, GRAHAM (1998), citado por JONKMAN *et. al* (2008), propõe o critério apresentado na Tabela 6, onde “ N_{PAR} ” apresenta o número total de pessoas potencialmente atingíveis e “ N ” o número de vítimas fatais do vale a jusante.

O procedimento é derivado da análise de 26 grandes falhas de barragens e inundações repentinas. A representação gráfica das equações propostas por GRAHAM (1998) é apresentada na Figura 11. Conclui-se, portanto, que quanto maior o tempo de aviso disponível, menor a perda de vidas.

Tabela 6. Critério para estimativa de perdas de vidas em caso de ruptura de barragens. Fonte: Adaptado de GRAHAM (1998) - extraído de JONKMAN *et. al* (2008).

Número de vítimas fatais (N)	Tempo de aviso - T_A (h)
$0,5 \times N_{PAR}$	$< 0,25$
$N_{PAR}^{0,6}$	$0,25 < T_A < 1,5$
$0,0002 \times N_{PAR}$	$> 1,5$

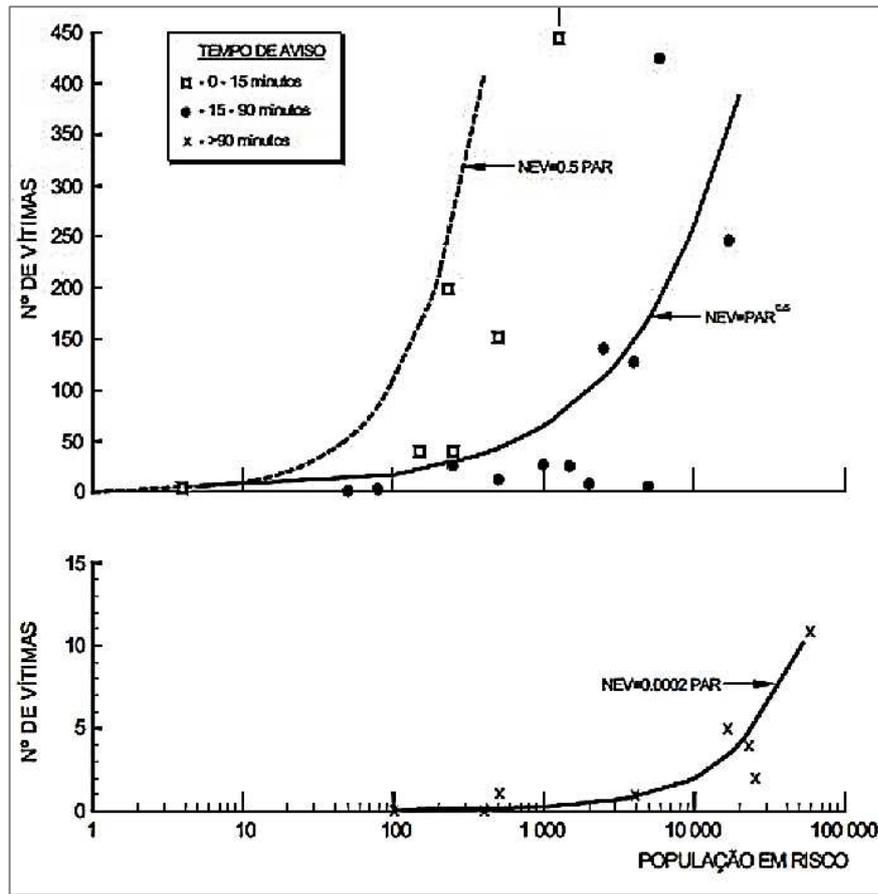


Figura 11. Número de vítimas fatais esperadas em função do tempo de aviso (GRAHAM, 1998, extraído de VISEU (2008).

SCHRÖTER *et. al.* (2008) apud TSIRKUNOV *et. al.* (2011) avaliaram a eficácia e eficiência dos sistemas de alerta precoce para inundações de pequenas bacias hidrográficas por meio de pesquisa de moradores. Sua abordagem considera que o aumento do tempo de aviso fornece um tempo valioso para a conclusão de medidas preventivas. A metodologia foi aplicada a duas bacias na Áustria e Espanha e seus resultados mostram uma correlação entre a preparação e a eficácia das medidas de mitigação.

No caso de uma inundação, o prazo de entrega do aviso de doze horas fornece um potencial de redução de 60% nos danos, enquanto o prazo de uma hora resulta em uma redução de 20%. A Figura 12 apresenta a confiabilidade e redução de danos em relação ao tempo de aviso.

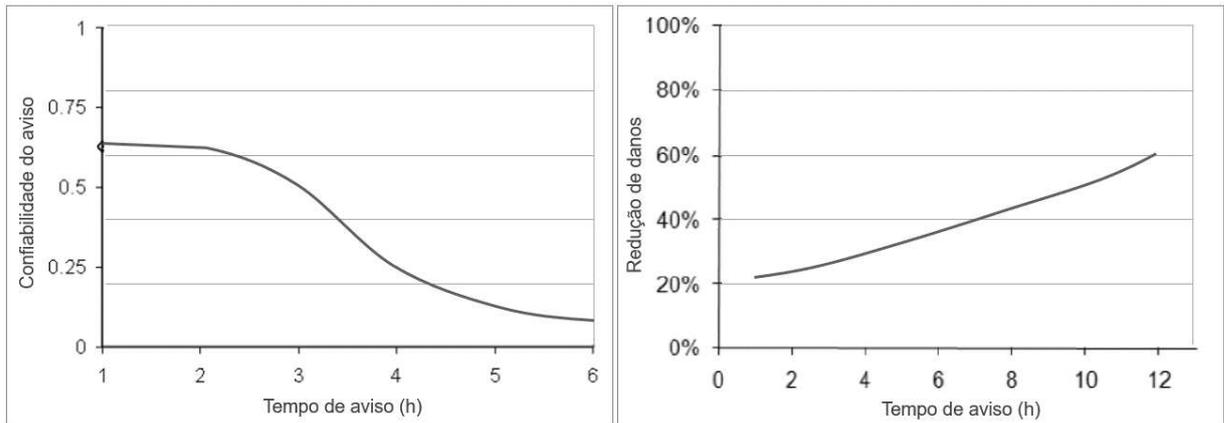


Figura 12. Relação entre tempo de aviso e redução de danos. Fonte: Adaptado de SCHRÖTER *et al.* (2008) apud de TSIRKUNOV *et al.* (2011)

Os autores ressaltam que para ser eficaz são necessários quatro elementos, como o conhecimento do risco, o serviço de monitoramento e alerta, a divulgação e comunicação e a capacidade de resposta. Destacam ainda que se algum desses elementos estiver ausente ou mal desenvolvido, o sistema falhará.

A previsão por si só é insuficiente para tomadas de decisão eficazes para reduzir o risco de desastres. A estratégia para tomada de decisão eficaz e oportuna deve ser conhecida. Isso inclui determinar quais informações são necessárias, como as previsões serão usadas, quão confiável deve ser a previsão para produzir uma resposta e como comunicar essas informações.

A ação oportuna reduz a perda de vidas e danos materiais. No entanto, os tomadores de decisão também devem compreender as consequências esperadas da ação, em termos da probabilidade de falsos alertas, a economia de custos devido a ações de mitigação e o custo de um alerta falso. A comunicação do alerta precoce e do nível de incerteza das informações aos usuários é fundamental (GRASSO *et al.*, 2007).

SAREVITZ *et al.* (2000) destacam que em caso de alarmes falsos, existe um alto risco de que as informações de aviso sejam ignoradas ou mal utilizadas, resultando em significativos custos sociais e econômicos.

Os custos do próprio sistema de alerta podem ser altos em relação ao benefício se esse sistema for utilizado apenas para eventos pouco frequentes, como inundações

que podem ocorrer uma vez a cada 200 anos. Se o dano associado a tal um desastre é, por exemplo, de US\$ 2 bilhões e se o desastre puder ser evitado por um sistema de alerta que custa US\$ 20 milhões por ano, seria um investimento ruim, pois o custo excederia as perdas anuais esperadas em US\$ 10 milhões por ano. A prevenção por meio de aviso prévio só seria econômica se o evento fosse mais frequente, os danos maiores ou a prevenção mais barata (BANCO MUNDIAL, 2010).

Entretanto, segundo GLANTZ (2004) apud TSIRKUNOV *et. al.* (2011), a quantificação do custo-benefício dos sistemas de alerta é reconhecidamente difícil e, portanto, não é frequentemente realizado. Um dos problemas é que existem outros fatores além da destruição de propriedades e bens materiais, como o número de perdas de vidas.

TSIRKUNOV *et. al.* (2011) destaca que os sistemas de alerta são eficazes quando acompanhados de infraestrutura crítica como rotas de evacuação, locais de abrigos para humanos e animais, hospitais seguros e assim por diante.

Portanto, um sistema de alerta completamente eficaz é aquele que envolve seus beneficiários esperados aumentando a conscientização e o conhecimento dos riscos e garantindo que as ações tomadas sejam realistas. Agricultores, por exemplo, cujos meios de subsistência dependem de algumas vacas, provavelmente valorizarão essas vacas tanto se não mais do que suas próprias vidas e isso deve ser considerado quando as respostas aos perigos são desenvolvidas.

5.2 APLICAÇÃO INTERNACIONAL

6.2.3 AUSTRÁLIA

Segundo EMA (2020), o governo australiano, os estados e territórios identificaram a necessidade de um sinal de alerta nacional de emergência em 1983. Em maio de 1995 o centro de gerenciamento de emergência (*Emergency Management Austrália – EMA*), o Escritório de Meteorologia (*Bureau of Meteorology*) e os estados e territórios concordaram que a sirene distintiva com som de lamento, usada no caso de ciclones

tropicais em terra, deveria ser adotado como sinal de aviso padrão para todos os perigos.

Em 21 de maio de 1995, o Comitê Nacional de Gerenciamento de Emergências (*National Emergency Management Committee – NEMC*) endossou o uso do sinal como padrão de sinal de aviso de emergência para a Austrália. Após esse endosso, em 1997, foi lançada uma campanha de educação pública nos estados e territórios, apoiado pelo governo australiano.

A transmissão de informações práticas ao público em caso de emergência permitirá à comunidade tomar ações apropriadas para proteger a vida e propriedade. O Sinal de Alerta de Emergência Padrão (*Standard Emergency Warning System - SEWS*) alerta o público sobre informações e ações que eles podem tomar para reduzir perda potencial de vidas e bens. O sinal deve ser usado apenas em situações emergenciais de extremo perigo, quando é necessário avisar o público que eles precisam tomar alguma ação urgente e imediata para reduzir o potencial de perda de vidas ou propriedades de eventos de emergência.

O SEWS é um sinal de áudio diferenciado e destina-se ao uso da mídia pública (como rádio, televisão sistemas de endereços públicos, dispositivos móveis e sirenes) para chamar atenção os ouvintes para a ocorrência. Dentre os eventos destaca-se tempestades severas, ciclones, tsunamis, tornados, terremotos, incêndios florestais e rompimentos de barragem, entre outros.

Em setembro de 2004, o então Comitê de Gerenciamento de Emergência da Austrália (*Australian Emergency Management Comitê - AEMC*) apoiou uma recomendação do Escritório de Meteorologia (*Bureau of Meteorology*) sobre a necessidade do desenvolvimento de um conjunto de diretrizes e normas claras e nacionalmente consistentes para o uso e aplicação do SEWS. Essas diretrizes foram desenvolvidas e fornecem orientações e apoio à gestão de emergências. Os estados e territórios australianos agora implementam essas diretrizes conforme apropriado à sua jurisdição.

O alerta de emergência na Austrália é um serviço com capacidade de enviar mensagens de aviso com base no registro do telefone móvel ou fixo ou por meio da última localização de um celular na rede. Após a perda de 173 vidas em incêndios florestais no estado de Victória em 7 de fevereiro de 2009, conhecido como “Sábado Negro”, a Comissão Real recomendou a implementação de sistema de alerta baseado em localização para telefones celulares. O Comissário de Serviços de Emergência (*Office of the Emergency Services Commissioner – OESC*) liderou o programa para entregar a Fase 2 do “Programa de Alerta de Emergência” conhecido como solução LBS (*Location Based Solution*). A Fase 1, o LBNS (*Location Based Number Store*), já havia sido entregue no final de 2010 com capacidade de enviar alertas como texto para voz para telefones fixos e mensagens do tipo SMS (*Short Message Service*) para celulares, entretanto baseado no registro de cada assinante.

Desde a introdução do LBS em 2012 mais de 14 milhões de alertas por SMS para mais de 1400 emergências foram emitidos. A maior emissão disseminou 800.000 mensagens, sendo a taxa de entrega bem-sucedida e igual a 97%. Antes da implementação o OESC investiu em um programa nacional de educação comunitária para informar a todos, em 30 idiomas, de crianças a idosos, sobre o lançamento do LBS e a importância de responder corretamente às mensagens de aviso.

A Austrália agora repete isso anualmente através de programas escolares e transmissões de TV e rádio antes da denominada “temporada de desastre” (novembro a abril). As autoridades desenvolveram protocolos e procedimentos operacionais padrões para vários cenários de risco. Adicionalmente as autoridades também criaram polígonos pré-desenhados com mensagens pré-formatadas para localidades icônicas como, por exemplo, que provavelmente serão afetados por um ataque terrorista, bem como para áreas afetadas regularmente por intempéries, inundações e incêndios florestais.

Em dezembro de 2014, a avaliação pós-implementação do LBS, realizada com as comunidades e organizações de usuários na Austrália, publicaram várias descobertas, conforme destacadas na sequência:

- O alerta por telefone é o método preferido pelo qual a comunidade deseja ser alertada para uma emergência e o aviso oficial é mais provável de motivar as famílias a evacuar ou tomar outras ações exigidas pelos serviços de emergência;
- 80% das pessoas que receberam um alerta telefônico agora esperam receber um para qualquer evento futuro;
- Para aqueles que confiam em uma única fonte de informações em caso de emergência, 32% dependem de telefone para um aviso e;
- 82% das pessoas pesquisadas afirmaram que sua “segurança supera a privacidade” quando se trata de alertas pelo telefone
- As mulheres são mais propensas que os homens a contatar vizinhos, amigos e familiares (89% vs 80%) e são mais propensas que os homens a seguir as instruções na mensagem de aviso do sistema de alerta (84% vs 72%).
- A educação comunitária direcionada é necessária para incentivar os homens a buscar mais informações e a agir de acordo com as informações fornecidas nas mensagens de aviso. Além disso, 25% das pessoas disseram que não tinham conhecimento do sistema e 29% das pessoas disseram que não estavam suficientemente preparadas para um evento de emergência.

A Figura 13 apresenta o material de divulgação do alerta de emergências baseado em localização geográfica.



**EM UMA EMERGÊNCIA, SEU TELEFONE MÓVEL
PODE RECEBER UM AVISO
BASEADO EM SUA LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA**

Se você está viajando, ficando ou vivendo em uma área afetada por uma emergência, seu telefone móvel pode receber uma mensagem de aviso de emergência. Esse serviço aprimorado de Alerta de Emergência está disponível em todas as redes de telefonia, além disso existem serviços que enviam mensagens de aviso para telefones fixos e telefones móveis de acordo com sua localização.

ALERTA DE EMERGENCIA
SEJA AVISADO. ESTEJA INFORMADO.

O serviço 000 deve ser utilizado para contatar a Polícia, Bombeiros ou Ambulâncias para situações extremas de risco de vida





SEU TELEFONE AGORA PODE SER USADO PARA ENTREGAR AVISOS DE EMERGÊNCIAS

Durante emergências como incêndios florestais e extremos eventos climáticos, seu telefone fixo ou celular pode ser usado para entrega de avisos críticos. Esta mensagem ou telefonema de "Alerta de Emergência" é outra forma para autoridades

informarem você sobre o que precisa ser feito. Se você não entender a mensagem, peça para membros da família, amigos ou vizinhos te ajudarem. Para mais detalhes visite: emergencyalert.gov.au

ALERTA DE EMERGÊNCIA SEJA AVISADO. ESTEJA INFORMADO.

Não ligue 000 a menos que você esteja em uma situação crítica precisando de serviços da polícia, bombeiros ou ambulância

Figura 13. Divulgação do alerta de emergência baseado em mensagens por telefone. Fonte: Adaptado de EA (2020).

Em Cairns, no estado de Queensland a barragem de *Copperlode Fall* disponibiliza seu Plano de Ação de Emergência com o detalhamento das ações de notificação das pessoas que vivem imediatamente a jusante da barragem. O sistema de alerta utiliza tecnologia de aviso sonoro por meio de nove estações de sirenes posicionadas no vale de jusante que permite a gravação e mensagens de alerta pré-gravadas bem como informações em tempo real aos visitantes e residentes por meio de mensagens de texto, chamada de telefone e mídias sociais. Em caso de emergência a sirene será acionada com a mensagem "EMERGÊNCIA – EMERGÊNCIA – EVACUAÇÃO IMEDIATA – SIGAM PARA UM LOCAL MAIS ALTO". De modo a permitir a correta evacuação, é disponibilizado um guia contendo orientações específicas para elaboração de um plano de evacuação personalizado. A Figura 14 e Figura 15 apresenta trechos do referido guia.

Porque você precisa de um Plano de Evacuação de Emergência

Residentes e proprietários de negócios no vale de jusante e áreas adjacentes poderão utilizar esse guia para preparar, compartilhar e praticar seu próprio Plano de Evacuação de Emergência

QUAIS ÁREAS SÃO AFETADAS?

Enquanto a probabilidade de falha na barragem é extremamente baixa, as consequências podem ser graves. É extremamente importante que se você vive na zona vermelha, que você e sua família entendam o risco potencial e saibam o que fazer se uma evacuação for ordenada, e mais importante saber para onde ir.

Pessoas com deficiências e residentes na zona vermelha são aconselhadas a procurar as autoridades para específicos planos de ação.

QUANTO TEMPO EU TENHO?

A coisa mais rápida a se fazer ao ouvir a sirene é agir imediatamente e mover-se a pé aos pontos seguros fora da zona vermelha.

PROBABILIDADE DE FALHA DA BARRAGEM?

Procedimentos de inspeção são aplicados. Este guia de evacuação trata apenas de um imprevisível ou meteorológico evento que coloca em risco a integridade da barragem. Ex. desastre natural ou ataque terrorista.

⚠️ ALERTAS ADICIONAIS

A cidade de Cairns também utiliza o "Alerta Cairns" por meio de uma plataforma de alerta e aviso via SMS, email e mensagens de voz. Os residentes podem "aceitar" o sistema "Cairns Alert", que usa texto mensagens (SMS) e e-mail para enviar informações sobre desastres locais, intempéries e eventos de emergência. Os alertas são uma comunicação oficial do Grupo de Gerenciamento de Desastre Local, que gerencia a resposta da comunidade aos desastres.

NOTA IMPORTANTE

Alertas de evacuação apenas serão emitidos quando a barragem tiver rompido sem indícios de falha ou a ruptura é iminente.

Marque sua rota de evacuação agora

Seguindo esses passos agora você economizará seu tempo em caso de alerta do sistema sonoro

PASSO 1 ENCONTRE SUA CASA NO MAPA

- Vá até o mapa e marque claramente sua propriedade.

PASSO 2 SE SUA PROPRIEDADE ENCONTRA-SE NA ZONA VERMELHA

- Marque um ponto fora da zona vermelha para a qual você evacuariá - será o seu lugar seguro. Isso fica em uma área mais alta e, na maioria dos casos, pode ser apenas uma rua ou duas.
- Certifique-se de que a rota de evacuação para seu local seguro esteja livre de riscos potenciais, incluindo riachos, etc. Pratique caminhar nesta rota.
- Identifique e marque no mapa um local seguro alternativo / secundário e rota de evacuação caso a primeiro se torne inacessível.

PASSO 3 SE SUA PROPRIEDADE NÃO ESTÁ NA ZONA VERMELHA MAS ESTÁ PERTO

- Considere para onde irá se sentir que precisa ir para um terreno mais alto, mais distante da zona vermelha, e marque-o no mapa.
- Certifique-se de que a rota para este local esteja livre de riscos potenciais incluindo fluxos. Marque no mapa a rota que você seguiria até este local. Pratique caminhar nesta rota.

★ PONTO DE REFÚGIO

Os pontos de montagem foram identificados nos mapas. Eles não substituem o local seguro identificado, mas estão fora da zona vermelha, onde as pessoas podem se reunir e onde os serviços de emergência podem prestar assistência após a ameaça imediata de perigo. Vocês só devem passar para os pontos de montagem quando aconselhado a fazê-lo pelos serviços de emergência ou pelo sistema de aviso prévio, e é seguro fazê-lo. **LIGUE 000 PARA AJUDA.**

Figura 14. Guia de elaboração do Plano de Evacuação de Emergência_1. Fonte: Adaptado de CAIRNS (2020).



Figura 15. Guia de elaboração do Plano de Evacuação de Emergência_2. Fonte: Adaptado de CAIRNS (2020).

6.2.3 SUÍÇA

No sistema *PolyAlert*, as autoridades competentes criam, publicam e atualizam alarmes, alertas e informação aos cidadãos. O sistema suporta quatro idiomas e oferece às autoridades elementos de texto predefinidos que já estão traduzidos nos quatro idiomas. O sistema possui uma biblioteca com ícones para tipos de eventos e pictogramas para apoiar visualmente as recomendações das autoridades sobre como responder. O sistema aborda riscos de inundações, nevascas, tempestades, acidente com usinas nucleares, ruptura de barragens, incêndio florestais, terremotos, ondas de calor, entre outros. Difusão de alertas, avisos e informações criadas no sistema

PolyAlert segue a estratégia multicanais. A Figura 16 apresenta de modo esquemático o sistema.



Figura 16. Sistema multi-soluções. Fonte: Adaptada de EENA (2019)

- 1. Distribuição de canais com alta disponibilidade:** São utilizados canais de distribuição com alta disponibilidade, sendo esses canais robustos contra falta de energia ou falhas nas redes comerciais (energia, internet, rede de telefonia móvel, etc.). Ao todo são 5.000 sirenes instaladas em todo o país e cobertura de aproximadamente 90% da população. Desse total, 600 sirenes alertam a população em caso de risco crítico nas 80 principais barragens da Suíça. Todas as sirenes são controladas e gerenciadas eletronicamente através da PolyAlert. Todo ano, na primeira quarta-feira de fevereiro, todas as sirenes são testadas. O público é notificado do teste por meio de anúncios no rádio, TV e na imprensa. Às 13h30 o sinal de "alerta geral" é emitido em toda a Suíça. É um tom ascendente e descendente regular, que dura um minuto e é repetido uma vez após um intervalo de dois minutos. Das 14h15 às 15h, o sinal de "alerta de água" é testado nas áreas próximas a barragens. Consiste em doze tons contínuos baixos com duração de vinte segundos e repetidos em intervalos de dez segundos

2. Canais online “AlertSwiss”: AlertSwiss é a marca dos canais oficiais de distribuição de informações das autoridades para a população. Desde 2018, as autoridades competentes podem usar esses canais para distribuir seus alertas, alarmes e informações. Esses canais são fáceis de usar, com foco especial em confiabilidade, capacidade e velocidade de entrega das informações. Os canais atuais incluem o “*app*” para o *AlertSwiss* e *website*. Todos os canais de alertas contêm não apenas alertas, alarmes e informações em caso de emergência, mas apresentam uma ampla gama de informações úteis sobre prevenção e preparação, bem como funções e notícias da comunidade. Além disso, existe um canal de alertas do YouTube para a publicação de vídeos com conteúdo correlatos.

3. Canais parceiros e de retransmissão’: Diferentes sistemas de parceiros terceiros retransmitem as informações para aumentar o alcance. Há uma conexão do *Twitter* com o sistema *Polyalert* que permite que as autoridades locais usem seus próprios canais. Complementarmente, diferentes desenvolvimentos estão em andamento para conectar canais importantes de terceiros diretamente *Polyalert*, de modo a permitir uma disseminação mais rápida e precisa das informações.

Segundo EENA (2019), apenas sistemas de alerta e comunicação, como o som de sirenes e anúncios no rádio, não servem mais para alertar o público em geral de maneira rápida e abrangente em situações de emergência. É por isso que o Escritório Federal de Proteção Civil (*Federal Office for Civil Protection – FOCP*) optou por seguir uma estratégia multicanal, com o objetivo de transmitir alertas, avisos e informações sobre eventos simultaneamente em vários canais. Dessa forma, espera alcançar os membros da população através da própria mídia que eles usam em suas vidas cotidianas

Ao atualizar o AlertSwiss, o FOCP permitiu às autoridades competentes alcançar a população em geral diretamente no caso de um desastre. Em situações de emergência e desastre, é particularmente importante que essas autoridades possam emitir recomendações ou instruções sobre como agir - rápida e diretamente - para as pessoas afetadas, informando o que devem fazer e como se proteger. Além de sirenes

e rádio, o aplicativo e o site *AlertSwiss* também estão agora conectados ao sistema, juntamente com as contas do *Twitter* da organização de resposta a emergências. No futuro, será possível transmitir alarmes e informações sobre eventos em outros canais, como monitores em locais públicos ou portais de notícias, além de sirenes, rádio, aplicativo e site.

A publicação de alertas e informações no aplicativo e no site abre toda uma gama de novas possibilidades: informações visuais e detalhadas sobre o evento, sua localização, as consequências e como responder agora podem ser fornecidas de maneira amigável. A introdução de três níveis diferentes de relatórios (alertas, avisos e informações) significa que as informações podem ser fornecidas rapidamente e de maneira a garantir o alcance do público-alvo, mesmo no caso de incidentes de pequena escala, como água potável contaminada em um local de difícil acesso.

Os novos recursos do aplicativo *AlertSwiss* permitem que os membros do público em geral recebam notificações em seus smartphones, alertando, avisando e informando-os assim que surgir uma situação. O aplicativo permite que os usuários façam configurações individuais. A Figura 20 ilustra as telas do aplicativo do *SwissAlert*.

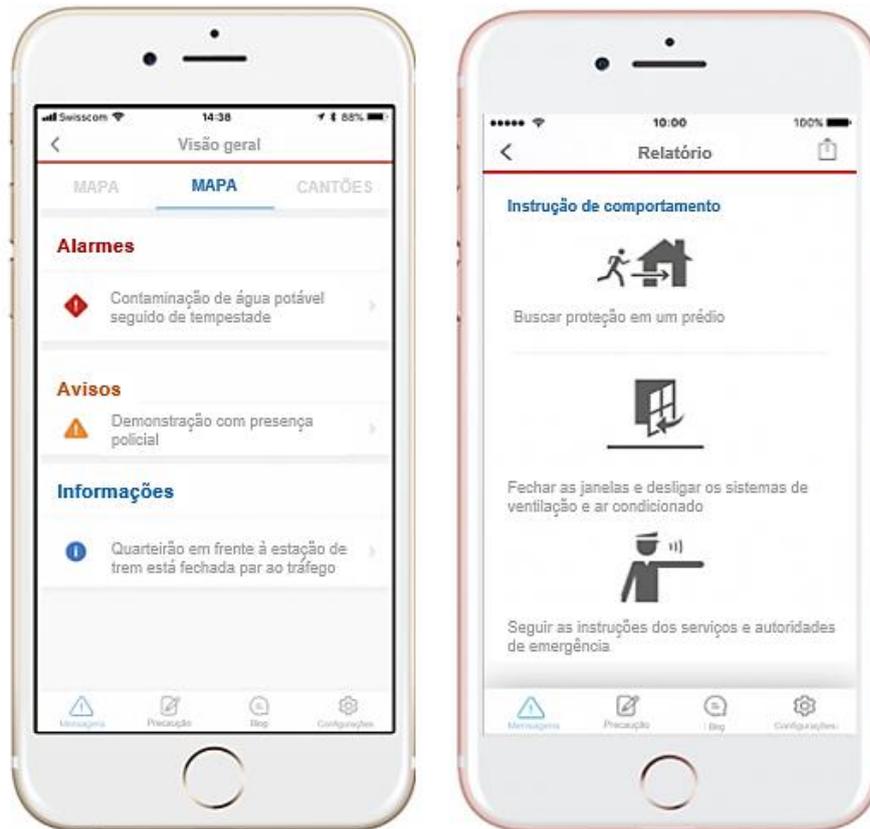


Figura 17. Aplicativo SwissAlert. Fonte: Adaptado de SWISSALERT (2020)

6.2.1 INGLATERRA E PAÍS DE GALES

Na Inglaterra e País de Gales o Departamento de Ambiente, Alimentação e Assuntos Rurais (Defra) e o governo da assembleia de Gales determinam as políticas e são responsáveis pela gestão de risco de inundação. A agência de meio ambiente tem o papel de implementar a política governamental sobre o risco de inundação. É responsável pelas defesas e drenagem de inundações, além da manutenção e operação dos principais rios com o objetivo geral de reduzir o risco de inundações.

A agência de meio ambiente possui o dever de produzir mapas de risco de inundação e alertas de inundações. As autoridades locais possuem o papel principal no gerenciamento local do risco de inundação e possui o poder de manter e melhorar os cursos de água comuns e as defesas de inundação, além da coordenação das autoridades locais no planejamento de emergência, incluindo a resposta e recuperação de principais emergências de inundação.

Nesses países há o *Floodline Warnings Direct* (FWD), um sistema de alerta de inundação ligado a detecção e previsão. Usa sistemas técnicos e julgamento especializado para alertar as pessoas que estão em risco de inundações e envia mensagens de texto, e-mails e realiza chamadas de telefone para aqueles em risco. As pessoas que vivem em áreas de risco de inundação são convidadas a se inscrever para o FWD e receberão quatro tipos de mensagens em tempos de risco.

No entanto, o FWD tem suas limitações pois é necessário um tempo de previsão de inundação de 2 horas para a efetividade dos avisos, o que é inviável em casos de inundação instantâneas. Ressalta-se também que há problemas com as quatro mensagens de aviso uma vez que membros do público veem o sistema como um conjunto de semáforos e esperam a evolução dos níveis, o que pode não acontecer no caso inundações repentinas. A Figura 18 apresenta os quatro avisos disponíveis para as comunidades em risco (UCD, 2010).

 Flood Watch	 Flood Warning	 Severe Flood Warning	 All Clear
Inundação de terras baixas e estradas é esperado. Esteja ciente, seja preparado, cuidado!	Inundação de casas e empresas é esperado. Aja agora!	Existe um perigo extremo para a vida e propriedade. Aja agora!	Inundação ou avisos não estão mais em vigor são para esta área.
Verifique os níveis de água.	Mova animais de estimação, veículos, alimentos, objetos de valor e outros itens para segurança.	Esteja preparado para perder fontes de energia - gás, eletricidade, água, telefone.	Níveis de água de inundação recuando.
Fique atento ao rádio ou à televisão local.	Coloque sacos de areia ou placas de inundação no lugar.	Tente manter a calma e tranquilizar os outros, especialmente crianças.	Verifique se é seguro retornar.
Certifique-se de ter o que precisa para colocar seu plano de inundação em ação.	Prepare-se para desligar o gás e a eletricidade.	Cooperar com serviços de emergência e autoridades locais.	Procure conselhos.
Alerte os seus vizinhos, particularmente os idosos.	Esteja preparado para evacuar sua casa.	Você pode ser evacuado.	-
Verifique animais de estimação e gado.	Proteja-se, sua família e outros que precisam de sua ajuda.	-	-
Reconsiderar planos de viagem.	-	-	-
Gatilhos de alerta			
Aviso de precipitação pesada do escritório de meteorologia	Níveis dos rios subindo	Nível dos rios muito altos	Rio de volta a calha principal
Previsão de chuva forte em terreno saturado	Confirmação de campo da Agência do Meio Ambiente	Inundações graves reais	Sem previsão de chuva significativa
Marés altas e previsão de tempestades	Inundação real	-	Previsão normal de marés
Previsão rápida de derretimento de neve	-	-	-

Figura 18. Situações de gatilhos e mensagens de alertas durante situações de risco (Adaptado de UCD, 2010).

6.2.2 ESTADOS UNIDOS

A Agência Federal de Gestão de Emergências (FEMA) lidera e apoia o país através de um sistema de gestão de emergência abrangente, baseado em risco, de preparação, proteção, resposta, recuperação e mitigação. Ele trabalha para reduzir a perda de vidas e propriedades (FEMA, 2013).

O Serviço Nacional de Meteorologia (*National Weather Service* - NWS) fornece informações importantes sobre condições climáticas e precipitação. Fornece a localização dos avisos (Sistema de Alerta de Emergência) e previsões sobre certos

desastres naturais. O NWS desenvolve informações meteorológicas de emergência para alertar o público sobre o perigo iminente, bem como implementa uma série de campanhas de segurança em relação a certos desastres (NWS, 2009).

A FEMA orienta sobre planejamento para emergências, como inundações e furacões. Ela identifica possíveis riscos e emergências e aconselha sobre como proteger sua casa e família de inundações. Isso inclui informações sobre seguro de inundação, poupando pertences pessoais e planos de evacuação de emergência. Atualmente, avisos de emergência são dadas por meio de televisão e rádio.

Um Sistema Integrado de Alerta Público e (*Integrated Public Alert and Warning System - IPAWS*), foi criado para expandir os sistemas de alerta atuais. O IPAWS é a próxima geração de sistemas de emergência, alerta e advertência. O IPAWS obtém informações de vários meios de comunicação eletrônica para garantir que o público recebe informações em um momento de emergência nacional. Ele expande o sistema tradicional de rádio e televisão alerta de emergência fornecendo mensagens através de outras mídias para mais pessoas antes, durante e depois de um desastre (FEMA, 2009).

A Figura 19 apresenta de forma esquemática as comunicações de um IPWAS recomendado pela FEMA.

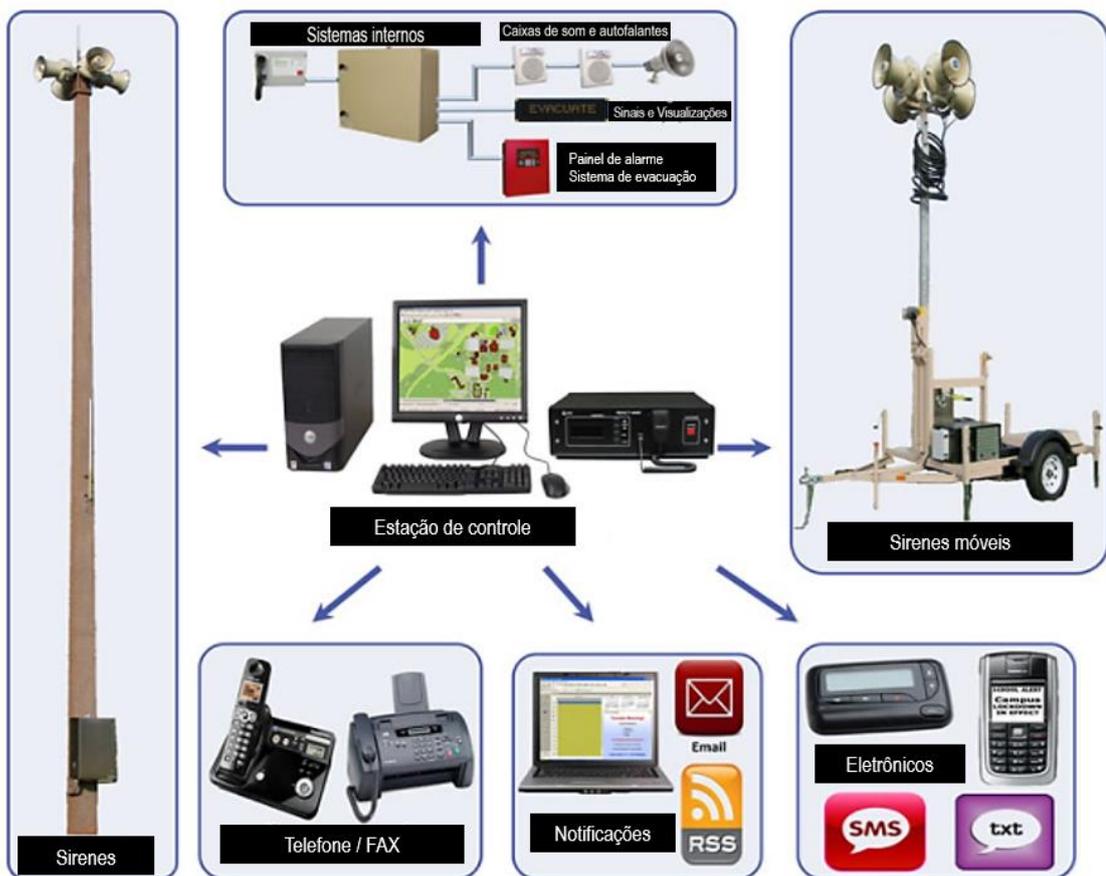


Figura 19. Comunicações de um IPAWS (ATI, 2017)

A nível local e atribuídos à riscos específicos como o de ruptura de barragens, há variações em relação aos métodos de notificação e alerta. Segundo o SPU (2017) no caso de uma falha da barragem de Tolt, a água do reservatório pode inundar a cidade de Cravos. Para alertar os moradores de tal evento, a cidade trabalha em estreita colaboração com o governo local para manter um sistema avançado de alerta de falhas de barragens. Este sistema, agora em sua quinta geração, inclui instrumentos de monitoramento sofisticados no site, quatro câmeras em locais estratégicos e oito sirenes ao longo da estrada do rio Tolt.

O sistema de alerta é automatizado e monitorado por operadores por 24 horas por dia e 7 dias por semana. As sirenes fornecem avisos de inundação precoce e são testadas todas as quartas-feiras ao meio-dia. Esses testes envolvem ativar as sirenes e reproduzir mensagens de áudio pré-gravadas, conforme a seguir:

- **Mensagem de teste:** Isso garante que o sistema esteja funcionando conforme o previsto e mantenha a familiaridade dos residentes com o sistema. Após o som inicial de alto tom, os residentes ouvirão a seguinte mensagem: "ESTA É UMA PROVA DO SISTEMA DE ADVERTÊNCIA. ESTA É APENAS UMA PROVA".
- **Mensagem de falha da barragem:** no caso de uma falha na barragem, as sirenes alertarão e produzirão a seguinte mensagem avisando os residentes para evacuar a área: "A BARRAGEM DE TOLT FALHOU. EVACUE A ÁREA IMEDIATAMENTE".
- **Tudo limpo:** uma vez que os funcionários considerem que a área é segura para os residentes retornarem às suas casas, as sirenes tocarão a seguinte mensagem: "É SEGURO RETORNAR, A BARRAGEM É SEGURA".

A Figura 20 apresenta o mapa de evacuação da cidade de Carnation, onde é possível observar as vias de evacuação e pedestres bem como modelos de placas indicativas para orientar a comunidade residente e população flutuante.

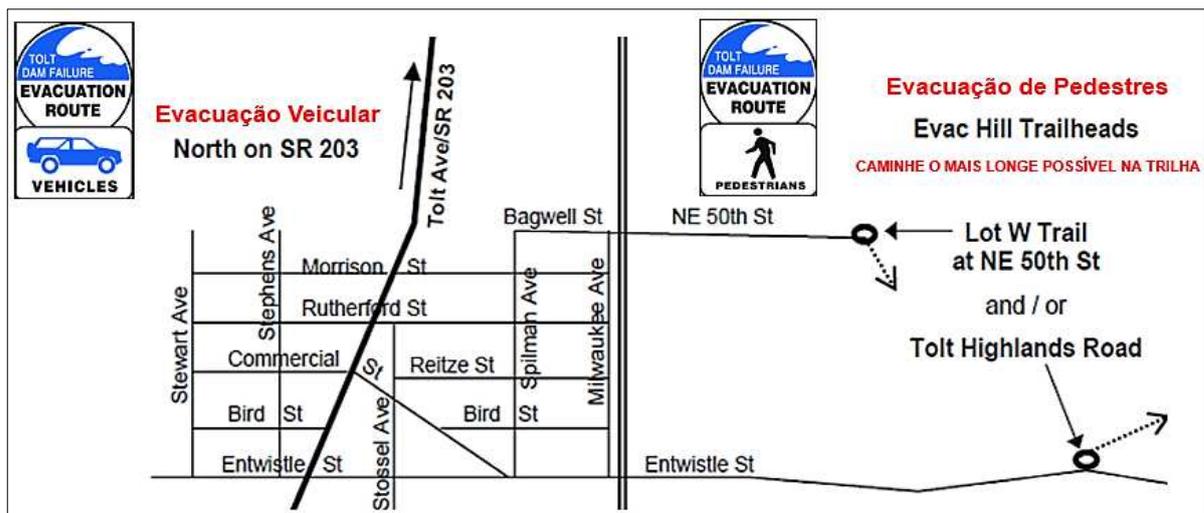


Figura 20. Mapa de evacuação e placas indicativas (Adaptado de SPU, 2017).

No caso da barragem de Oroville localizada no estado da Califórnia nos Estados Unidos, aproximadamente 199 mil pessoas foram evacuadas no dia 12 de fevereiro de 2017. A Figura 21 apresenta a localização da barragem e as regiões potencialmente impactadas, já a Figura 22 traz a causa da ordem de evacuação.

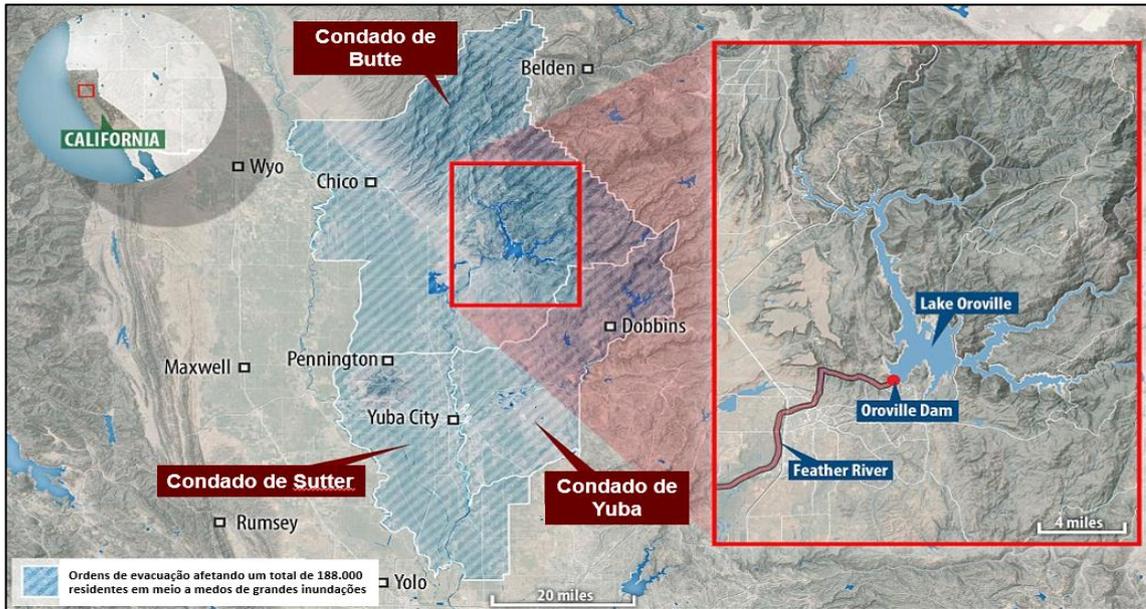


Figura 21. Localização da barragem de Oroville, condados e área evacuada (Adaptado de CRISIS, 2017).



Figura 22. Barragem de Oroville e falha no vertedouro principal (Adaptado de CRISIS, 2017).

As mensagens de notificação e alerta foram enviadas em conjunto pelas administrações dos Condados de Sutter, Yuba e Butte, pelo Departamento do Xerife do Condado de Butte e também pelo Departamento de Recursos Hídricos da Califórnia. O alerta inicial de disseminação da mensagem foi realizado através de redes sociais como Twitter e Facebook. A Figura 23 apresenta e a Figura 24 apresentam a mensagem de alerta original do Xerife de Butte.

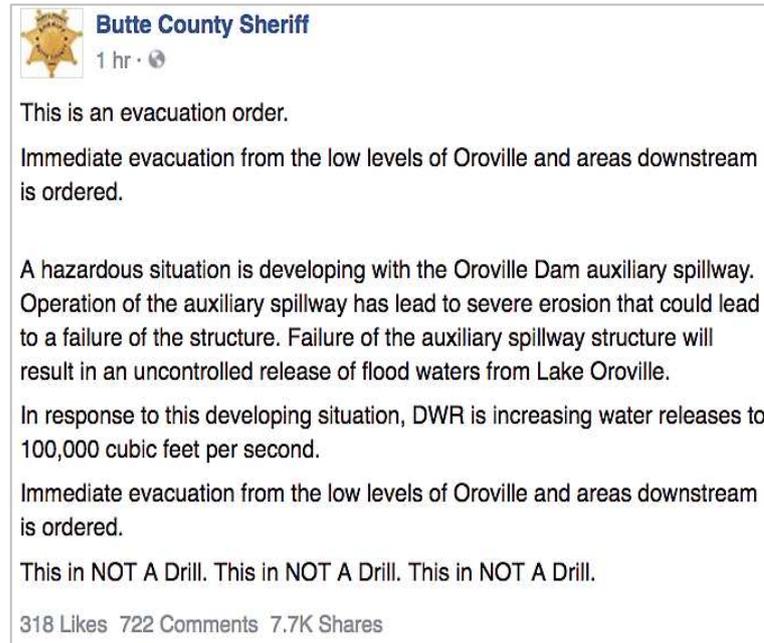


Figura 23. Mensagem de evacuação do Xerife do Condado de Butte (CRISIS, 2017)

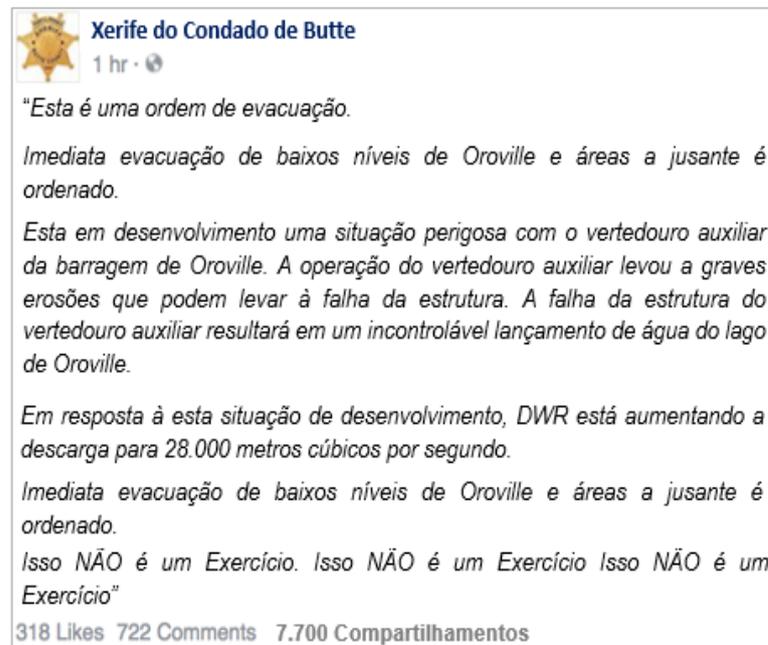
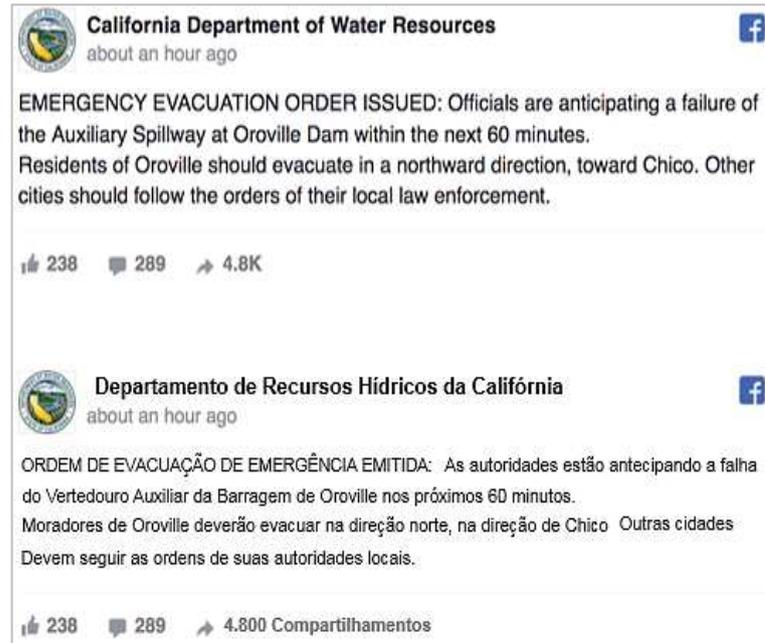


Figura 24. Mensagem de evacuação do Xerife do Condad de Butte (Adaptado de CRISIS, 2017).

A Figura 25 traz a mensagem de evacuação emitida pelo Departamento de Recursos Hídricos da Califórnia (DRHC) e a Figura 27 apresenta a mensagem emitida pelo Condado de Sutter. Já a Figura 26 traz a mensagem emitida pelo Condado de Yubba.



California Department of Water Resources
about an hour ago

EMERGENCY EVACUATION ORDER ISSUED: Officials are anticipating a failure of the Auxiliary Spillway at Oroville Dam within the next 60 minutes. Residents of Oroville should evacuate in a northward direction, toward Chico. Other cities should follow the orders of their local law enforcement.

238 289 4.8K

Departamento de Recursos Hídricos da Califórnia
about an hour ago

ORDEM DE EVACUAÇÃO DE EMERGÊNCIA EMITIDA: As autoridades estão antecipando a falha do Vertedouro Auxiliar da Barragem de Oroville nos próximos 60 minutos. Moradores de Oroville deverão evacuar na direção norte, na direção de Chico. Outras cidades Devem seguir as ordens de suas autoridades locais.

238 289 4.800 Compartilhamentos

Figura 25. Mensagem de evacuação do DRHC (Adaptado de CRISIS, 2017).



County of Sutter
@CountyofSutter

Sutter County OEM immediate evacuation ordered for Live Oak, Yuba City, Nicolaus & all communities Feather River Yuba City basin

9:11 PM - 12 Feb 2017

319 64

Condado de Sutter
@CountyofSutter

Condado de Sutter Ordem de evacuação imediata para Live Oak, Cidade de Yuba, Nicolaus e toda a comunidade da bacia do rio Feather

9:11 PM - 12 Feb 2017

319 64

Figura 26. Mensagem de evacuação emitida pelo Condado de Sutter (Adaptado de CRISIS, 2017).

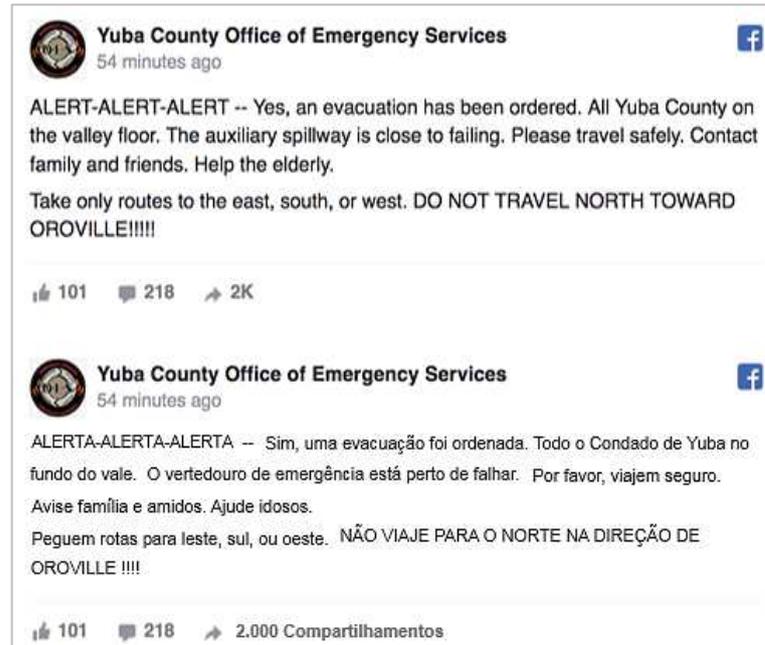


Figura 27. Mensagem de evacuação emitida pelo Condado de Yuba (Adaptado de CRISIS, 2017).

Na ruptura das barragens em maio de 2020 de Endeville e Sanford, localizadas em cascata no estado de Michigan houve a evacuação de aproximadamente 10.000 pessoas e não foi registrada nenhuma perda de vida. A Figura 28 e Figura 29 apresentam os impactos desses rompimentos.



Figura 28. Lago de Wixon e docas ao longo do reservatório seco e barragem de Endeville Fonte: DN (2020).



Figura 29. Cidades de Midland e Sanford em Michigan e barragem de Sanford, US. Fonte: DN (2020).

MLIVE (2020) aborda que a razão deste sucesso se deu pela prontidão de resposta das pessoas e a calma ao agir. Destaca-se que as equipes de gerenciamento de emergência do condado de Midland, realizaram em outubro de 2019 a revisão, a prática e os ajustes necessários dos planos de evacuação. Durante o treinamento de emergência no outono, foram esclarecidos pelas equipes de emergência os seus planos de comunicação com o empreendedor da barragem no caso de uma falha na barragem. O treinamento também levou a equipe a mapear melhor os locais de evacuação de emergência e esclarecer as mensagens de emergência.

Em virtude das fortes chuvas, as ações de evacuação iniciaram-se antes mesmo da ruptura das barragens. Mensagens de texto de emergência foram recebidas pelos moradores das regiões próximas à barragem de Endeville e localizada a montante da barragem de Sanford. A Figura 31 ilustra a mensagem de evacuação emitida.



Figura 30. Mensagem de evacuação emitida pelo Condado de Midland. Fonte: Adaptado de MIDLAND (2020).

De acordo com os planos de emergência do condado, vários departamentos e líderes estavam envolvidos na execução do plano de emergência para falha de barragens. O plano envolve uma área geográfica potencialmente impactada e inclui avisos, como através da rede de notificação de emergência.

O plano de evacuação prevê a evacuação de porta em porta, a utilização de buzinas de ar e o uso de megafones utilizados pelos bombeiros para pedir aos moradores que deixassem suas casas devido à iminente ruptura de barragem e às consequentes inundações. A ocorrência mostrou que o tripé formado pelo conhecimento das pessoas sobre o problema e onde estava localizado, a centralização do comando durante a emergência e os bombeiros na linha de frente, treinados e capazes de colocar o plano em ação, foram fundamentais para o sucesso das ações (BRIDGE, 2020). A Figura 37 ilustra o sistema de alerta NIXLE utilizado para alertar a população. Adicionalmente, o plano envolve alertar a mídia e enviar comunicados para a imprensa.



Figura 31. Sistema de alerta de emergência utilizado em Michigan and Sanford. Fonte: Adaptado de NIXLE (2020).

Além disso, os envolvidos creditam grande parte do sucesso das evacuações à revisão do plano de emergência, que envolveu funcionários de emergência em todo o condado. O plano foi redigido em 2014 e o exercício realizado no outono de 2019 teve papel significativo para garantir que as pessoas soubessem quais seriam seus papéis em uma emergência em caso de inundação.

Além das comunicações, a notificação antecipada desempenhou um fator para garantir a segurança dos residentes e dos socorristas. Não houve feridos graves, nenhuma perda de vidas, nenhum dano aos bombeiros (BRIDGE, 2020).

Sob o ponto de vista de sistemas de alerta público, o que se observa é que não há um consenso ou unanimidade em relação à um método de notificação e alerta específico. Deste modo torna-se fundamental o entendimento e estudo de cada caso para que seja possível uma definição que leve em consideração os diversos aspectos envolvidos para a definição da solução aplicável.

6 METODOLOGIA

Diante das lacunas existentes e apresentadas até aqui e de modo a buscar uma solução que de fato integre a segurança da barragem e do vale a jusante esta pesquisa propõe a estruturação de um sistema integrado de gestão como instrumento para a integração da segurança de barragens e vales a jusante.

Para atingir esse objetivo optou-se por elaborar uma Diretiva², apresentada no Apêndice desta tese, contendo as diretrizes para definição, implantação e aplicação do sistema integrado de gestão segurança. Como escopo da Diretiva, são abordados os elementos e aspectos necessários à uma adequada gestão de segurança em vales a jusante de barragens.

Para atingir os objetivos propostos em segurança buscou-se conceitos de normas técnicas internacionalmente utilizadas e validadas, além de massivamente aplicadas à diversos setores da economia como visto anteriormente.

Foram selecionadas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), representante brasileira na Organização Internacional de Padronização (*International Standardization Organization - ISO*).

Dentre as referências normativas adotadas para fundamentar a elaboração das diretrizes de gestão integrada da segurança no vale a jusante de barragens, elencou-se a NBR ISO140001 que trata de requisitos para sistemas de gestão ambiental, a EN ISO 22300 que aborda o vocabulário voltados à segurança e resiliência, a NBR ISO 22320 e NBR ISO 22322 que trata respectivamente de diretrizes para gestão de incidentes e diretrizes para aviso público em situação de emergência, a NBR ISO 26000 que trata de aspectos intrínsecos a responsabilidade social e por fim, a NBR ISO 31000 apresentando os princípios e as diretrizes relacionadas à gestão do risco. Na sequência são elencadas as referências citadas:

² **Diretiva:** Barragem e vale a jusante – Diretrizes para gestão integrada de segurança (Apêndice à tese)

- **ABNT NBR ISO 14001:** Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos
- **EN ISO 22300:** Segurança e Resiliência – Vocabulário
- **ABNT NBR ISO 22320:** Segurança e resiliência – Gestão de emergências – diretrizes para gestão de incidentes
- **ABNT NBR ISO 22322:** Segurança da sociedade – Gestão de emergências – Diretrizes para aviso público
- **ABNT NBR ISO 26000:** Responsabilidade Social – Diretrizes
- **ABNT NBR ISO 31000:** Gestão de Riscos – Princípios e Diretrizes

Buscou-se associar os principais aspectos dessas referências normativas e adaptá-los às necessidades da gestão de segurança de vales a jusante de barragens. O método para o estabelecimento das diretrizes para integração da segurança da barragem e do vale se deu, fundamentalmente, conforme itemização abaixo:

1. Definição de uma estrutura de gestão de segurança de vales a jusante;
2. Definição dos contextos envolvidos;
3. Identificação dos termos e definições aplicados ao contexto;
4. Definição das lideranças e estrutura para compor o sistema integrado de gestão;
5. Definição dos elementos para uma avaliação de risco integrada;
6. Identificação dos processos;
7. Identificação das interdependências entre os processos;
8. Correspondência e aplicação dos processos com a normativa técnica vigente;
9. Elaboração da Diretiva técnica de Integração entre a segurança da barragem e do vale de jusante.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 ESTRUTURA DA DIRETIVA TÉCNICA DE GESTÃO INTEGRADA DE SEGURANÇA

Em se tratando da estruturação da Diretiva técnica proposta buscou-se manter a estrutura e o padrão adotado em normas do padrão ISO, modelo tradicionalmente utilizado e de fácil manuseio e consulta. Em geral, pode-se observar nas normas ISO a objetividade e fácil entendimento sobre os assuntos tratados.

A Figura 32 traz o modelo característico das normas ISO apresentando a capa da NBR ISO 22322 que trata de diretrizes de aviso público e ao lado a capa da Diretiva técnica de Gestão Integrada da Barragem e Vale a Jusante, produto desta pesquisa e apresentada no Apêndice desta pesquisa como parte do escopo da tese.

Mais do que estruturar a Diretiva técnica do ponto de vista visual, a estruturação do texto utilizou-se de tópicos presentes nas referências normativas de modo a compreender o contexto barragem e vale a jusante e sua gestão dentro das principais dimensões contidas nas normas de gestão padrão ISO. A Figura 33 apresenta de maneira ilustrativa a estrutura de tópicos utilizados pela ISO 31000 e a estruturação da Diretiva técnica proposta.



Figura 32. Segurança da sociedade – Gestão de emergências – Diretrizes para aviso público (esquerda) Fonte: ABNT NBR ISO 22322 e Barragem e vale a jusante – Diretrizes pra gestão integrada de segurança (direita) Fonte: Próprio autor.

Sumário		Página	Barragem e vale a jusante – Diretrizes para gestão integrada de segurança	
Prefácio Nacional		v	Sumário	
Introdução		vi	Introdução	5
1 Escopo		1	1. Escopo	6
2 Referência normativa.....		1	2. Referência normativa	7
3 Termos e definições		1	3. Termos e definições	7
4 Princípios		1	4. Princípios	12
4.1 Generalidades.....		1	4.1 Generalidades	12
4.2 Ética.....		2	4.2 Abordagem de processo	13
4.3 Unidade de comando.....		2	4.3 Ciclo PDCA	13
4.4 Trabalho conjunto		2	5. Contexto	14
4.5 Abordagem <i>all-hazards</i> (de todos os perigos)		2	5.1 Vale jusante	14
4.6 Gestão de riscos		2	5.1.2 Organização e estrutura de proteção e defesa civil	15
4.7 Preparação.....		2	5.2 Barragem	15
4.8 Compartilhamento de informações		2	5.2.1 Organização e estrutura do empreendedor da barragem	16
4.9 Segurança.....		2	6. Liderança e estrutura	16
4.10 Flexibilidade.....		2	6.1 Comprometimento.....	17
4.11 Fatores humanos e culturais		2	6.2 Matriz de competências institucionais.....	17
4.12 Melhoria contínua.....		2	6.3 Determinação dos requisitos legais e outros requisitos.....	18
5 Gestão de incidentes		3	6.4 Comunicação e consulta a nível institucional.....	18
5.1 Generalidades.....		3	6.5 Informação documentada.....	19
5.2 Processo de gestão de incidentes		3	7. Gestão de risco barragem e vale a jusante	20
5.2.1 Generalidades.....		3	7.1 Amplitude	20
5.2.2 Perspectivas diferentes		5	7.2 Identificação de riscos.....	21
5.2.3 Compreensão da importância do tempo.....		5	7.3 Análise do risco	22
5.2.4 Ser proativo		6	7.4 Avaliação do risco	22
5.3 Estrutura de gestão de incidentes.....		6	7.4.1 Valoração econômica dos dados.....	23
5.3.1 Generalidades.....		6	7.5 Tratamento do risco	24
5.3.2 Papéis e responsabilidades		7	8. Escopo do sistema integrado de gestão de segurança - SIGS	24
5.3.3 Tarefas da gestão de incidentes		7	8.1 Planejar globalmente e desenvolver pontualmente.....	25
5.3.4 Recursos de gestão de incidentes		8	8.2 Desenvolvimento estratégico.....	26
6 Trabalho em conjunto		8	8.2.1 Diagnóstico.....	26
6.1 Generalidades.....		8	8.2.2 Desenvolvimento.....	26
6.2 Pré-requisitos para alcançar coordenação e cooperação		9	8.2.2 Implantação	27
6.2.1 Compartilhamento do mesmo processo de gestão de incidentes.....		9	8.3 Sistema integrado de gestão de segurança e seus processos	28
6.2.2 Ver o quadro completo		9		
6.2.3 Quadro operacional comum (<i>common operational picture</i>).....		10		
6.2.4 Estabelecimento de comunicação.....		10		
6.2.5 Estabelecimento de decisões conjuntas		10		
6.3 Desenvolvimento e implementação de métodos para trabalhar em conjunto.....		10		
6.3.1 Generalidades.....		10		
6.3.2 Acordos.....		11		

Figura 33 - Segurança e resiliência – Gestão de emergências – Diretrizes para gestão de incidentes (esquerda) Fonte: ABNT NBR ISO 22320 e Barragem e vale a jusante – Diretrizes pra gestão integrada de segurança (direita) Fonte: Próprio autor.

7.2 TERMOS E DEFINIÇÕES

Uma definição clara e objetiva em relação aos termos utilizados pelas partes interessadas do vale a jusante de barragens pode ser considerada como a base para alicerçar a construção de qualquer ação. Esse talvez seja um dos principais mais importantes tópicos propostos uma vez que o que se observa comumente nas empresas e dialogando com as defesas civis municipais é a falta de uniformização e também falta de um entendimento convergente sobre alguns conceitos e definições.

Apenas para exemplificar, a Lei 12.334 em seu Artigo 12 trata das ações estabelecidas no PAE a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência e em seu inciso IV exige que o PAE contemple a estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência.

Segundo ANA (2016), em publicação denominada Guia de Orientação e Formulários do Plano de Ação de Emergência utiliza-se o termo procedimentos de notificação e alerta, indo além e recomendando que PAE deve definir os dispositivos sonoros que têm por função informar a população da iminência ou ocorrência de um acidente na barragem.

Especificamente sobre este aspecto, a Diretiva técnica apresentada no Apêndice desta pesquisa propõe o estabelecimento de terminologia padronizada internacionalmente e conforme a norma ISO 22322 (2020) e define como aviso público as ações de notificação e mensagens de alerta disseminadas como uma medida de resposta a incidentes para possibilitar que as equipes de resposta e as pessoas em risco tomem medidas de segurança.

Ainda segundo a norma, a notificação é parte do aviso público e fornece informações essenciais às pessoas em risco sobre as decisões e ações necessárias para lidar com uma situação de emergência. Complementarmente define alerta como parte do aviso público que capta a atenção dos socorristas e pessoas em risco em uma situação de emergência em desenvolvimento. Para finalizar, define como sistema de alerta público o conjunto de protocolos, processos e tecnologias baseadas na política de aviso

público para entregar notificações e mensagens de alerta em uma situação de emergência em desenvolvimento para pessoas em risco e para socorristas.

Outros exemplos característicos são as denominações de rota de fuga e ponto de encontro comumente utilizados para tratar de caminhos a serem seguidos em caso de emergência e locais fora de perigo. Neste caso específico, apesar de não haver conceito definido nas referências normativas ISO para tratar sobre esse tipo de infraestrutura de emergência, optou-se, por um aspecto de segregação e evidenciação do risco associado à barragem, a denominação do conceito de rota de evacuação e ponto de segurança.

Essa proposta visa permitir a integração das ações a serem desenvolvidas nos vales a jusante de barragens uma vez que unidades industriais, de apoio e escritórios localizados a jusante de barragens utilizam a terminologia rota de fuga e ponto de encontro associados à outros riscos, como por exemplo incêndio e outras emergências de menor dano potencial associado do que comparado com uma ruptura de barragem.

Outro ponto de destaque se refere à denominação de liderança compartilhada aos gestores do risco. Por premissa, não há segurança de forma integrada se não houver participação do empreendedor da barragem e defesa civil atuando juntos e de forma alinhada e convergente. Tal premissa vai ao encontro da diretriz estabelecida na norma ISO 22320 (2020) que sugere a criação de um quadro operacional comum do modo a permitir principalmente, o compartilhamento ativo de informações entre organizações e que as informações sejam acessíveis entre organizações.

A Diretiva técnica desta pesquisa propõe termos e definições buscando a padronização de linguagem, podendo ser originadas das normas ISO referenciadas bem como definições do próprio autor para aplicação no contexto barragem e vale de jusante. É notório que a uniformização de conceitos contribui para o entendimento das partes interessadas e trazem ganhos do ponto de vista de produtividade e efetividade nas ações a serem planejadas e executadas. Segundo ISO 22320 (2020) é conveniente que as organizações usem terminologia interoperável no processo e na estrutura de gestão de incidentes.

7.3 CONTEXTO E LIDERANÇA

As temáticas contexto e liderança são abordadas nas normas ISO 14001 e ISO 31000 como parte da estruturação dos Sistemas de Gestão Ambiental e de Gestão de Risco. Ambas as normas de gestão abordam a necessidade do conhecimento e entendimento sobre os contextos interno e externo das organizações que fizerem uso de seus conceitos.

Em relação à liderança, tanto a ISO 14001 quanto a ISO 31000 fazem menção ao papel da Alta Direção e seu comprometimento como pontos chave e relacionados ao sucesso e atingimento aos objetivos definidos, desde a atribuição de autoridades e responsabilidades, passando pela comunicação adequada às partes interessadas até a disponibilização dos recursos necessários.

Desta forma, as diretrizes para gestão integrada de segurança propostas nesta pesquisa estabelecem os conceitos de entendimentos dos contextos bem como o de liderança ativa como pressupostos de uma gestão eficaz em segurança no vale a jusante de barragens.

No contexto do vale a jusante, considera-se ponto crítico a falta de estrutura das lideranças municipais. O que se vê atualmente é a ausência de condições mínimas para atuação dos órgãos de proteção e defesa civil. De modo a mitigar essa fragilidade, busca-se a participação dos órgãos de defesa civil estaduais, estes sim, mais estruturados e formado geralmente por profissionais de carreira, entretanto, em virtude da organização institucional, não há qualquer tipo de hierarquia de comando sobre a defesa civil municipal que permita sua estruturação.

Em casos raros, quando há defesa civil municipal instituída, corre-se o risco de todo o conteúdo e conhecimento transmitidos durante um determinado período de trabalho se perder em virtude do processo eleitoral. Para esses cargos, geralmente são nomeadas pessoas de confiança do prefeito municipal em exercício, o que resulta na troca de comando a cada novo processo eleitoral, cabendo ao próximo responsável nomeado, caso aconteça, o início de todo um novo ciclo de aprendizado e envolvimento com a temática.

Do ponto de vista do empreendedor da barragem, o que se observa é uma iniciativa originada da obrigatoriedade de atendimento aos requisitos legais. Talvez, sem a imposição da lei e de resoluções específicas dos agentes fiscalizadores, muitos empreendedores deixariam em segundo plano ações voltadas à segurança do vale a jusante de suas barragens, sob a justificativa da realização de uma adequada gestão de risco da barragem associada ao argumento da baixa probabilidade de ocorrência de eventos desta natureza.

Importante ressaltar que ao considerar o contexto vale a jusante identifica-se muitas vezes a presença de estruturas de apoio à operação dos empreendimentos como escritórios de apoio, refeitórios, almoxarifados, entre outros. Essas estruturas, ocupadas por funcionários e colaboradores terceirizados, precisam de atenção e devem ser consideradas nas ações de gestão integrada da segurança do vale a jusante.

No contexto de liderança, surge uma discussão a respeito das responsabilidades de cada agente, seja o empreendedor da barragem ou os órgãos de proteção e defesa civil. De concreto e vigente, por meio de instrumentos legais e regulatórios, há atribuições claramente definidas à defesa civil e ao empreendedor.

Do ponto de vista prático e objetivo, é responsabilidade do empreendedor da barragem a definição de uma estratégia e meio de divulgação e alerta e inclusão no PAE da barragem (Lei 12.334/2010). À defesa civil cabe a elaboração do PLANCON do município e as obrigações complementares de prevenção, como a realização de treinamentos e capacitação do povoamento em áreas de risco, bem como ações de resposta e contingência em caso de desastre.

É notória a existência de uma região de intersecção entre os agentes envolvidos e responsáveis pelo risco de modo a permitir uma efetividade nas ações indispensáveis para implantação de um processo de segurança. Em virtude desta zona de intersecção, torna-se necessária uma abordagem comum e a definição de uma liderança compartilhada entre os agentes, capazes e responsáveis pela integração entre os diferentes aspectos do contexto da barragem e vale a jusante, com vistas ao

desenvolvimento de ações que preparem o povoamento do vale a jusante a agir em caso de emergência.

Segundo a norma ISO 22320 (2020) convém que as organizações se comprometam a contribuir e se esforcem para alcançar uma direção conjunta A Figura 34 apresenta o processo coordenado de gestão de incidentes para várias organizações.

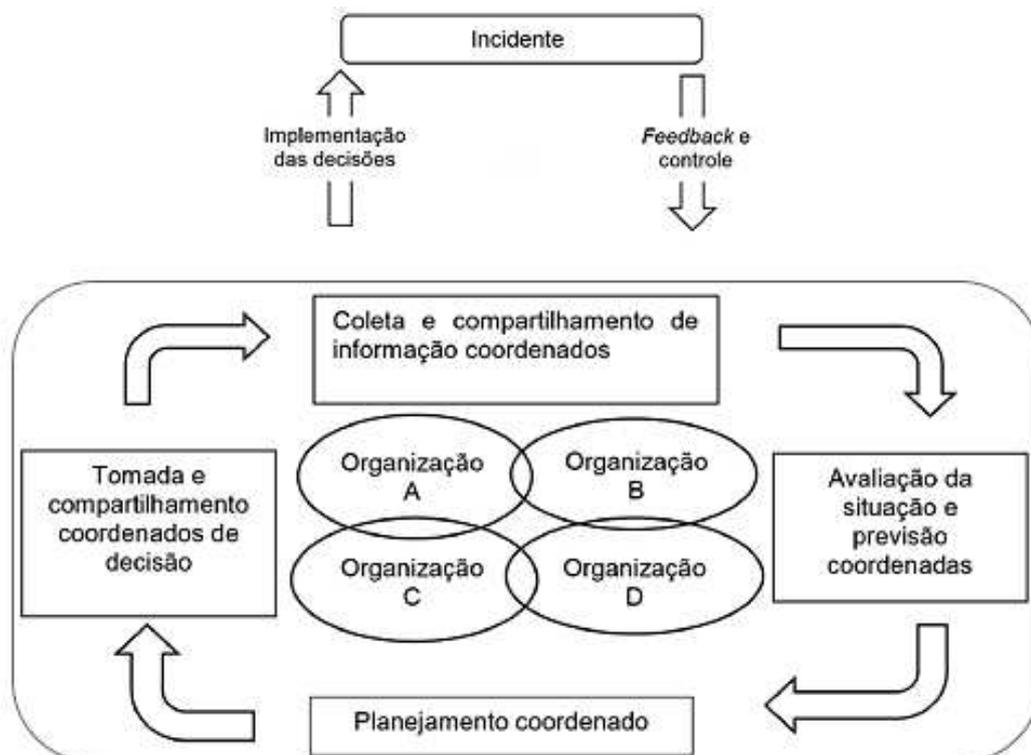


Figura 34. Processo coordenado de gestão de incidentes para várias organizações ISO 22320 (2020).

Como parte das diretrizes propõe-se uma abordagem de processos a partir do estabelecimento de uma matriz de competências institucionais de modo a determinar as fases, o processo e a fase associada, as relações e interdependências entre os processos, os coordenadores dos processos, as atribuições de cada parte e as atividades a serem desenvolvidas e os produtos a serem entregues como parte fundamental do processo de implementação do sistema de gestão de segurança do vale a jusante.

Adicionalmente, é fundamental dispor de processos-chaves de comunicação entre as equipes da liderança compartilhada (nível institucional), bem como processos-chave

de consultas às partes interessadas a exemplo das pessoas localizadas no vale a jusante.

Consultas permitem conhecer as expectativas e favorecem as decisões de planejamento. A necessidade de processos de comunicação e consulta são estabelecidos nas normas ISO 14001 e ISO 31000 de modo a fornecer informações suficientes pra facilitar a supervisão e a tomada de decisões além de assegurar que a informação comunicada seja coerente com a informação gerada dentro do sistema de gestão de segurança entre a barragem e o vale a jusante.

Do ponto de vista de registros e documentações, a norma ISO 14001 estabelece que o sistema de gestão de incluir informação documentada, determinada pela organização como sendo necessária para garantir a eficácia. Sendo assim, de modo a permitir a eficácia do sistema integrado de gestão da segurança do vale a jusante, esses aspectos foram definidos como diretrizes básicas para atingir os objetivos em segurança.

Segundo a norma ISO 26000 (2010) a característica essencial da responsabilidade social é a disposição da organização de incorporar considerações socioambientais em seus processos decisórios, bem como a prestação de contas e a auto responsabilização pelos impactos de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente.

Isso implica em um comportamento transparente e ético que contribua para o desenvolvimento sustentável, esteja em conformidade com as leis aplicáveis e seja consistente com as normas internacionais de comportamento. Também implica que a responsabilidade social esteja integrada em toda a organização, seja praticada em suas relações e leve em conta os interesses das partes interessadas

A responsabilidade social envolve uma compreensão mais ampla das expectativas da sociedade. Um princípio fundamental da responsabilidade social é o respeito pelo estado de direito e conformidade com requisitos legais. A responsabilidade social, entretanto, também implica ações que vão além da conformidade legal e do

reconhecimento de obrigações para com os outros que não sejam exigências legais. Essas obrigações provêm de valores éticos e outros valores amplamente aceitos.

Desta forma, princípios e diretrizes sobre responsabilidade social foram estabelecidos como diretrizes para uma eficaz gestão de segurança do vale a jusante de barragens, região caracterizada, como visto no decorrer desta discussão, pela carência de ações visando a proteção de pessoas, bens e animais existentes e muitas vezes marcada por disputas judiciais em termos de responsabilidades e atribuições.

7.4 SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE SEGURANÇA - SIGS

A Figura 35 apresenta o escopo do sistema integrado de gestão de segurança entre a barragem e o vale a jusante. É possível observar a amplitude de ações e processos relacionados à uma gestão eficiente e ao mesmo tempo observar que a simples existência dos denominados “planos” (PAE e PLANCON) por si só não são instrumentos suficientes para a completa gestão e sim devem fazer parte de um escopo amplo de gestão de segurança por meio de uma liderança compartilhada entre o empreendedor da barragem e os órgãos de proteção e defesa civil.

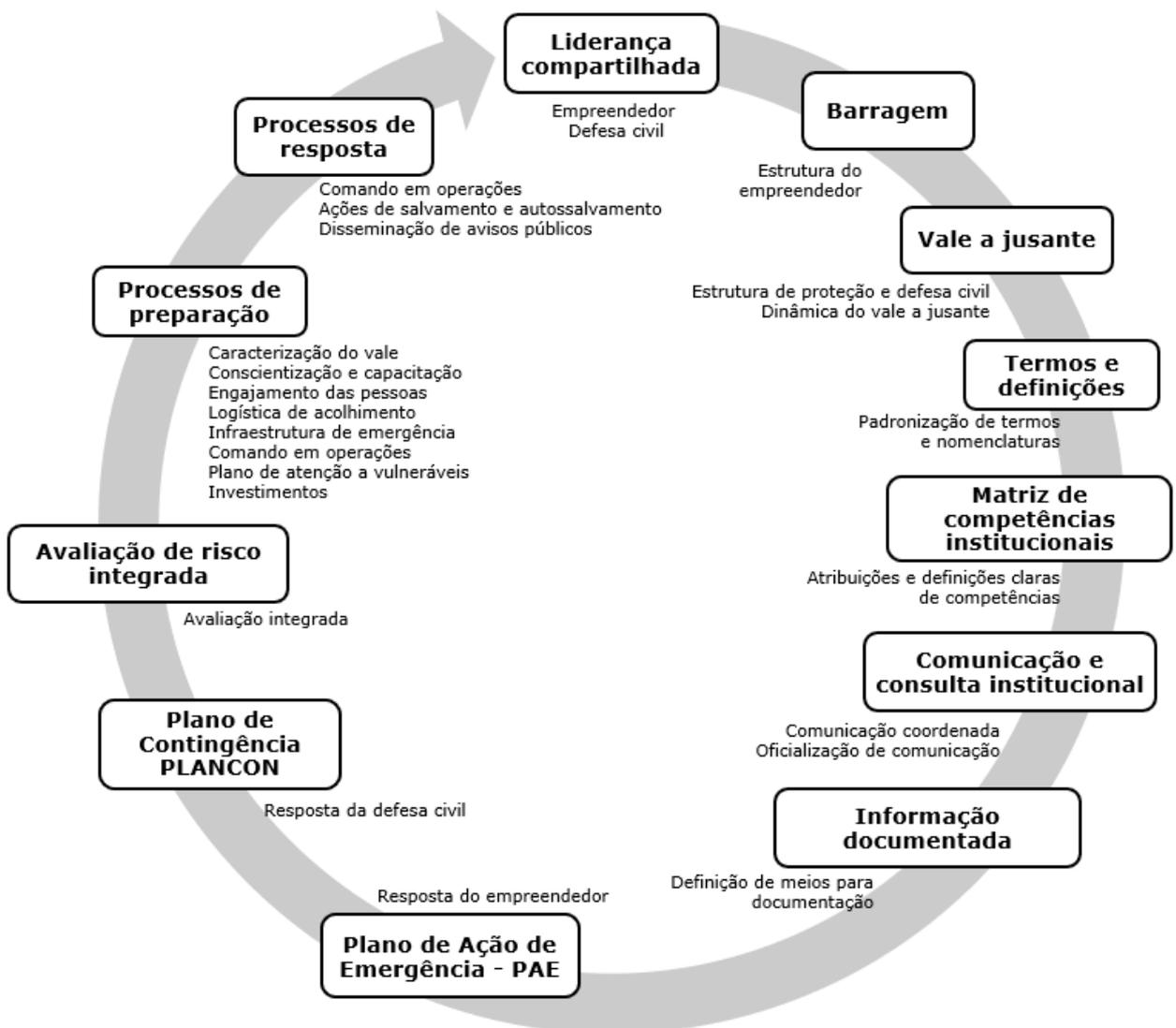


Figura 35. Sistema de Gestão de segurança entre a barragem e o vale a jusante. Fonte: Próprio autor.

A adoção do Sistema Integrado de Gestão da Segurança – SGS do vale a jusante permitirá:

- a estruturação da gestão do vale a jusante de barragens;
- a instituição e oficialização de uma liderança compartilhada responsável pelas ações junto ao vale a jusante da barragem;
- o entendimento dos contextos das partes interessadas, incluindo povoamento localizado no vale a jusante;
- a definição de termos a serem utilizados e replicados durante os processos de gestão de modo a buscar máxima eficiência;

- a definição de uma matriz de competências institucionais que atribua claramente responsabilidades e esclareça eventuais conflitos existentes em virtude de leis e regulamentos vigentes e aplicáveis;
- a definição de processos de comunicação e consulta às partes interessadas;
- a utilização do PAE e do PLANCON como instrumentos de entrada ao sistema integrado de gestão;
- a avaliação de risco integrada pela liderança compartilhada;
- a definição pela liderança compartilhada sobre a estratégia de desenvolvimento das ações com o objetivo do estabelecimento de processos de preparação e de resposta às emergências do vale a jusante.

Uma das premissas fundamentais do sistema integrado de gestão da segurança do vale a jusante de barragens trata-se do conceito de planejar globalmente e desenvolver pontualmente. O planejamento global do sistema integrado, representando todos os processos interdependentes e inter-relacionados, permite a definição de um desenvolvimento estratégico de modo a atingir maior produtividade eliminando-se os custos de duplicidade, retrabalhos e também de investimentos desnecessários.

A avaliação integrada de risco deverá contemplar principalmente:

- a) avaliação do PAE e PLANCON de modo a identificar pontos fortes e fragilidades;
 - b) avaliação das equipes de trabalho considerando a capacidade técnica e perfil desejado;
 - c) criação de grupos de trabalhos;
 - d) identificação de lideranças comunitárias;
 - e) caracterização e mapeamento do vale a jusante;
 - f) programa de conscientização, treinamentos e capacitação às partes interessadas;
 - g) definição de estratégia e plano de comunicação diferenciados com as partes interessadas de modo a evitar a disseminação de rumores;
- a) infraestrutura de emergência (sinalização de emergência e sistema de alerta público);
 - b) obras de infraestrutura para instalação de equipamentos;

- c) operação e manutenção do sistema de alerta público;
- d) operação e manutenção da sinalização de emergência;
- e) estruturação e definição do fluxo de informações para os processos de notificação e alerta em caso de emergência (responsáveis pelo monitoramento e acionamento do sistema de alerta público);
- f) recursos de contingência necessários (fornecimento de energia, recursos humanos especializados, fontes alternativas de água potável, locais de acolhimento, transporte e etc.);
- g) identificação de potenciais fornecedores;
- h) definição de estratégias de operacionalização junto às partes interessadas;
- i) contratação de serviços e equipamentos;
- j) obtenção de licenciamentos ou autorizações para uso de espaços públicos e privados;
- k) aquisição e/ou locação de áreas para instalação de infraestruturas de emergência;
- l) aquisição de equipamentos e materiais de segurança;
- m) realização de consultas e audiências públicas sobre PLANCON.

7.5 PROCESSOS DO SIGS

Foram propostos processos para o SIGS contemplando processos de planejamento, preparação e resposta às emergências em potencial. Além da definição dos processos, torna-se fundamental mapear as entradas e saídas de cada processo, a sequência e interação entre eles, os métodos e critérios de controle eficazes.

7.5.1 PLANEJAMENTO

Em relação aos processos de planejamento destaca-se as fases de definição de terminologia adequada, o entendimento do contexto interno e externo, a definição da matriz de competências institucionais, a definição e o estabelecimento de processos de comunicação e consulta a nível institucional.

Segundo FEMA (2010) o planejamento é frequentemente considerado uma arte e uma ciência, pois os planejadores bem-sucedidos são capazes de tirar proveito da experiência operacional e da compreensão dos princípios de gerenciamento de emergências, mas também são intuitivos, criativos e têm a capacidade de antecipar o inesperado.

O planejamento que inclui toda a comunidade cria uma comunidade resiliente³, e se realizado adequadamente, fornece uma maneira metódica de envolver toda a comunidade no pensamento durante o ciclo de vida de uma potencial crise, determinando as capacidades necessárias e estabelecendo uma estrutura de papéis e responsabilidades. Ele molda como uma comunidade visualiza e compartilha o resultado desejado, selecionam maneiras eficazes de alcançá-lo e comunica os resultados esperados (FEMA, 2010).

7.5.2 PREPARAÇÃO

7.5.2.1 CONSCIENTIZAÇÃO E CAPACITAÇÃO

O modelo proposto para integração da segurança entre a barragem e o vale a jusante tem como pré-requisitos a conscientização e capacitação das partes interessadas quanto aos objetivos e importância de sua participação individual para atingimento dos objetivos.

Além da capacitação das partes interessadas é necessário buscar o engajamento por meio do entendimento sobre a percepção de riscos das partes interessadas. Deste modo recomenda-se a elaboração de metodologia de participação comunitária desde o início do desenvolvimento do SIGS.

Tal premissa estabelecida na Diretiva técnica proposta, vai ao encontro do preconizado na norma ISO 22322 (2020) que sugere que as pessoas em risco sejam informadas das ações de segurança apropriadas a serem tomadas antes, durante e após os incidentes, destacando a importância de cada indivíduo esteja ciente da

³Resiliência é a capacidade dos governos, infraestruturas, sistemas, empresas e cidadãos de resistir, absorver, recuperar ou adaptar-se a uma ocorrência adversa que possa causar danos ou destruição à nossa saúde, segurança, bem-estar econômico, serviços essenciais ou confiança do público.

natureza dos riscos existentes, do tipo e do nível das ações de segurança a serem tomadas para proteger a segurança pessoal.

Um dos objetivos principais do engajamento das pessoas é a criação de uma cultura de segurança no vale a jusante de barragens onde a comunidade considere a segurança como um valor e não apenas uma obrigação.

Primeiramente, o objetivo principal é dar condições para que o povoamento do vale a jusante, sejam eles funcionários e colaboradores do empreendedor da barragem e população localizada a jusante, conheçam os riscos aos quais estão sujeitos. Neste sentido, a apresentação e familiarização do povoamento do vale a jusante para essas situações torna-se essencial para atingir a efetividade nas ações durante uma emergência.

Capacitar pessoas torna-se um grande desafio em qualquer segmento e ramo de atividade, sobretudo, em relação à um tema complexo e com tantas interfaces como a ruptura de barragens. As ações de capacitação no âmbito interno da barragem envolvem diferentes tipos de exercícios e periodicidades. Para todos os colaboradores permanentes dentro do contexto barragem, recomenda-se a elaboração de um treinamento no formato “*e-learning*” com o objetivo de contextualizar sobre os desdobramentos da emergência, as responsabilidades de cada um no processo de emergência, as rotinas preventivas de segurança da barragem, a apresentação da infraestrutura de emergência bem como as ações a serem executadas durante a emergência. Espera-se que o povoamento tenha condições de agir em caso de emergência na barragem.

A Figura 36 apresenta algumas telas do treinamento do tipo “*e-learning*” utilizado para capacitação dos funcionários das barragens da CTG Brasil. Todos os funcionários do empreendimento, mesmo que não lotados em áreas do vale a jusante das barragens realizam o treinamento, pois parte-se da premissa que eventualmente esses colaboradores podem transitar pelos vales a jusante das barragens e por isso necessitam conhecer as ações em caso de emergência.

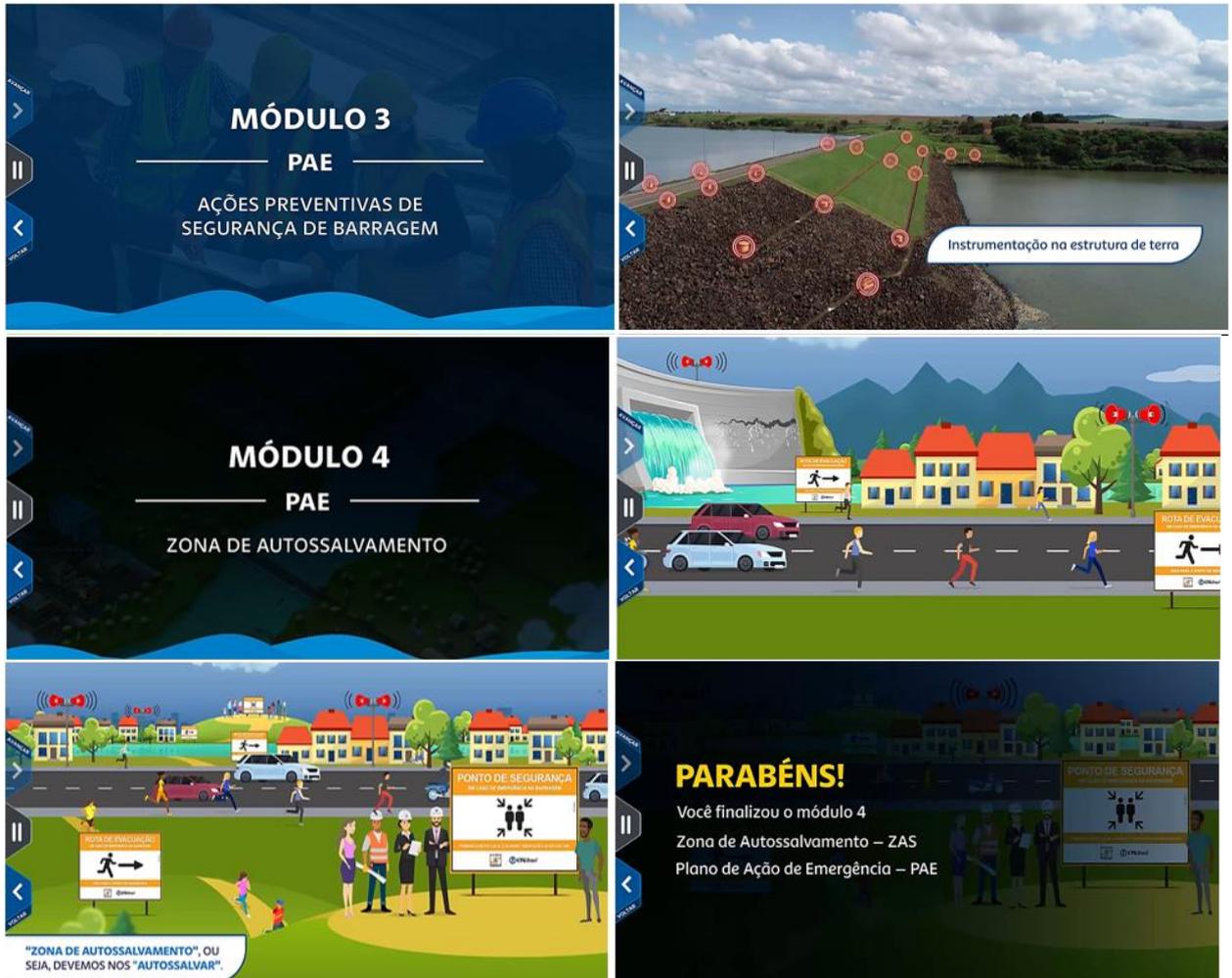


Figura 36. Treinamento tipo e-learning do PAE da barragem da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).

Para os colaboradores temporários e esporádicos como por exemplo fornecedores e consultores que visitam a barragem, a capacitação é realizada de maneira objetiva por meio da apresentação obrigatória de vídeo institucional de acesso antes do início de qualquer atividade a ser realizada em área de risco. O resultado esperado é que os colaboradores tomem consciência de que em caso de emergência com a barragem durante sua estadia, são necessárias ações por parte de todos para garantia da integridade e segurança.

Ainda dentro do âmbito interno do empreendimento barragem, há a presença de muitos colaboradores terceirizados que desempenham suas funções permanentemente nas áreas de risco do vale a jusante. Para esse público, recomenda-se a aplicação de treinamento específico por meio de vídeo treinamento elaborado pelo empreendedor da barragem e disponibilizado às empresas parceiras de modo a permitir o conhecimento das ações a serem realizadas. Do ponto de vista

de atendimento regulatório, torna-se necessário por parte da empresa parceira o envio de documentação comprovando a aplicação dos treinamentos desses colaboradores terceirizados. A Figura 37 apresenta trechos do vídeo treinamento contextualizando sobre eventuais emergências que podem acontecer na barragem bem como as ações a serem realizadas por todos os presentes no vale a jusante da barragem em caso de emergência.

Adicionalmente, exercícios simulados de evacuação devem ser programados e realizados periodicamente, envolvendo todos os colaboradores, sejam permanentes ou terceirizados, de modo permitir que as ações a serem executadas estejam presentes no dia a dia de cada pessoa localizada nas áreas de risco. Entende-se que a prática de tal evacuação solidifica os conceitos em prol das ações durante a emergência.

Tão importantes quanto as ações de capacitação para o público inserido no contexto interno da barragem, é o público externo composto pelos residentes e população flutuante do vale a jusante da barragem. Para este público ações específicas devem ser tomadas de modo a promover a cultura da segurança e prevenção, desde ações que visam a iniciação ao tema, para a grande maioria, até então desconhecido e as vezes até mesmo inimaginável, até as ações de engajamento de modo a tornar sustentável as ações de preparação do vale a jusante.



Figura 37. Trechos do vídeo treinamento disponibilizado para as empresas terceirizadas para aplicação aos seus funcionários. Fonte: CTG Brasil (2020)

FEMA (2019) destaca que ações de conscientização e envolvimento da comunidade podem ser realizadas por programas específicos de barragens que comunicam papéis individuais e familiares e responsabilidades.

De forma a permitir a iniciação ao tema, propõe-se reuniões com o povoamento do vale a jusante e órgãos de proteção e defesa civil para sessões explicativas e didáticas de modo a promover a inserção do tema na sociedade e promoção da cultura de prevenção, historicamente distante da nossa sociedade.

A Figura 38 traz o modelo de *folder* utilizado para entrega ao povoamento do vale a jusante como um instrumento que visa a conscientização da sociedade. É possível observar linguagem direta, didática e ilustrativa de modo a permitir a assimilação das mensagens chaves introduzidas. Mensagens chaves como para que serve uma barragem, o que garante a segurança da barragem, as ações que serão desenvolvidas junto à comunidade e o que se deve fazer em uma situação de emergência são apresentadas de forma simples.

O que é o PAE?

O Plano de Ação de Emergência (PAE) é um documento formal, elaborado pelo empreendedor, que estabelece as ações a serem executadas em caso de emergência na barragem.

Esse documento deve estar disponível no empreendimento, nas prefeituras dos municípios localizados em áreas com risco de inundação e nas defesas civis.

Ao todo, a CTG Brasil realiza ações de prevenção em 33 municípios de 5 estados.

Para que serve o PAE?

O PAE tem caráter preventivo e visa garantir a segurança do empreendimento e a proteção das comunidades localizadas nas áreas inundáveis, principalmente na Zona de Autossalvamento (ZAS).

Ele define as ações e os meios para que essas populações possam ser alertadas e evacuadas em caso de emergência na barragem.

ZAS

Zona de Autossalvamento (ZAS) é a área de risco imediato, região logo abaixo da barragem onde a CTG Brasil emitirá os avisos de alerta à população em casos de emergência. Os moradores, ao serem alertados, devem se dirigir imediatamente aos Pontos de Segurança, seguindo as indicações das placas das Rotas de Evacuação.

Próximas ações do PAE

-  **Cadastramento porta a porta da população nas ZAS;**
-  **Instalação de placas de sinalização de Rotas de Evacuação e Pontos de Segurança;**
-  **Estratégias e meio de divulgação e alerta para as comunidades.**

Fique atento!

A CTG Brasil realizará um cadastro dos moradores localizados nas ZAS. Essa ação é importante, pois as próximas etapas do PAE dependem da participação da comunidade, que deve saber o que fazer em caso de emergência. Para essa capacitação, serão realizados treinamentos e simulados de evacuação.

Vamos juntos!

Segurança é uma responsabilidade de todos. Por isso, para ficar por dentro das próximas ações nas ZAS, fique atento às notícias, converse com familiares, amigos, acompanhe as reuniões, participe dos simulados e, em caso de dúvidas, procure a Defesa Civil do seu município ou o poder público mais próximo de você.

Vamos trabalhar juntos pela formação da cultura de segurança em nossa comunidade!

Figura 38. Material de apoio utilizado em ações de capacitação e conscientização junto ao povoamento do vale a jusante - âmbito externo ao empreendimento. Fonte: CTG Brasil (2020).

Importante que os objetivos para conscientização pública incluam o aprimoramento de informações sobre os perigos, o fornecimento de canais ativos para informar e aconselhar o público e oferecer conselhos sobre as ações apropriadas a serem tomadas, além disso que seja dada ênfase à importância da cooperação dentro da comunidade e da vizinhança e à cooperação entre as lideranças. Além disso, as ações devem ser consistentes, fornecidas regularmente e atualizadas a fim de incorporar as lições aprendidas e as novas circunstâncias (ISO 22320, 2020).

Sendo assim, entende-se que a exposição e publicidade dos riscos existentes, ao contrário do que se pode imaginar, promove o estado de prontidão e resposta e garante a sensação de segurança às pessoas localizadas nas áreas de risco.

Segundo a ISO 22322 (2020) um sistema de aviso público compreende o monitoramento, a disseminação e a responsabilidade pela autorização do aviso público. Desta forma, a norma recomenda que um indivíduo ou grupo de indivíduos treinados e nomeados sejam designados para usar as informações de monitoramento de perigos para tomar decisões oportunas, pertinentes e precisas sobre a disseminação pública de avisos.

Ao encontro das diretrizes estabelecidas na norma supracitada, são propostos treinamentos funcionais para as equipes chaves⁴ da linha de frente da emergência e responsáveis pelo monitoramento, avaliação e emissão de notificações a alertas.

Na Figura 39 propõe-se um plano de treinamentos a ser aplicados em vales a jusante de barragens de modo a abranger todos os potenciais impactados em caso de emergência na barragem.

⁴ As equipes chaves podem variar a depender do contexto interno da barragem (estrutura organizacional e operacional)

1 - Treinamento <i>E-learning</i>	• Todos os colaboradores – contexto interno ao empreendimento	Bienal
2 – Treinamento funcional	• Equipes chave da linha de frente da emergência – contexto interno e externo	Bienal
3 – Vídeo treinamento	• Colaboradores terceirizados	Bienal
4 – Vídeo institucional de acesso	• Visitantes esporádicos	Contínuo
5 – Simulado	• Povoamento vale a jusante	Quadrienal
6 – Conscientização do povoamento	• Povoamento contexto externo ao empreendimento	Bienal

Figura 39. Plano de treinamento para o vale a jusante de barragens. Fonte: Próprio autor.

7.5.2.2 CARACTERIZAÇÃO DO VALE A JUSANTE

A investigação de campo do vale a jusante de barragens é fundamental pois permite o conhecimento detalhado das condições das áreas de risco. A realização de cadastramento de pessoas e edificações, obtenção de imagens de alta resolução e levantamentos planialtimétricos são ferramentas fundamentais para o real conhecimento das áreas de risco e planejamento e preparação do vale a jusante para situações de emergência com a barragem. A Figura 40 apresenta um exemplo do imageamento via drone onde pode-se identificar claramente as edificações, os acessos e suas características.



Figura 40. Imageamento de alta resolução via drone. Fonte: CTG Brasil (2020).

7.5.2.3 CADASTRAMENTO DE PESSOAS E PROPRIEDADES

A caracterização do vale de jusante da barragem por meio do cadastramento de pessoas e edificações deve ser realizada e deverá considerar a caracterização o tipo de povoamento existente, se rural, urbano ou misto, o número de habitantes residentes, incluindo os ocupantes temporários e passíveis de serem afetados por uma eventual onda de inundação.

A identificação de infraestruturas importantes como rodovias, ferrovias, instalação de produção ou de armazenagem, escolas, hospitais, estruturas de captação de água e tratamento de esgoto, entre outras é fundamental para a execução dos processos das fases de planejamento e preparação. Além disso deve-se buscar a identificação de áreas naturais com estatuto de proteção especial e também de patrimônio com interesse histórico.

Recomenda-se que o cadastramento seja realizado por meio de visitas presenciais às edificações identificadas na fase de imageamento de alta resolução e utiliza-se um questionário padrão contendo dados importantes para a efetiva caracterização da

população abordando aspectos relacionados à posse de veículos, grau de escolaridade, profissão, estado civil, existência de líder comunitário, conhecimento sobre a proximidade da barragem, quais os canais de televisão disponíveis, estações de rádios comumente ouvidas, operadora de celular utilizada, mídias sociais acessadas com mais frequência e etc.

Propõe-se que a obtenção de dados seja realizada considerando o responsável pela propriedade, os moradores adicionais, além da caracterização dos dados da propriedade uma vez que há situações que as edificações não possuam residência permanente e sim possa ser utilizada apenas aos finais de semana e feriados.

A Figura 41 apresenta um modelo da FCP (Ficha de Cadastro da Propriedade) para o cadastramento de pessoas e edificações em vales a jusante de barragens.

O conhecimento preciso sobre as condições topográficas da área de risco permite uma gestão adequada nas fases de preparação para a emergência uma vez que permite o conhecimento em detalhes da topografia local e suas particularidades, muitas vezes não identificadas nas fases de elaboração dos estudos de ruptura hipotética da barragem.

Na Figura 42 abaixo é possível observar o limite de inundação e um conjunto de edificações e benfeitorias próximo ao limite de inundação, neste caso, optou-se pela inclusão dessas estruturas nas ações de prevenção em caso de emergência.

O levantamento planialtimétrico torna-se uma fase fundamental das ações de campo uma vez que a instalação de quaisquer estruturas de apoio deve obrigatoriamente ser posicionada em áreas seguras e fora das áreas impactadas pela onda de inundação proveniente da ruptura da barragem.

ID: CHV009		DATA: 30/03/2020	
1 - DADOS DO RESPONSÁVEL			
Nome: Lucia Maria João Terra	Redes operadoras de celular: Vivo	Apelido:	Grau de escolaridade: Sem instrução
Profissão: Outros	Possui deficiência: Não	Idade: 64	Quantidade de residentes ..: 2
Data nascto: 07/01/1956	Ouve rádio? Quais: Sentinela	Estado civil ..: Casado(a)	Canais de TV: Globo e SBT
Endereço.....: Rodovia Fausi Mansur Km 270	Possui meio transporte: Não possui	Bairro: Zona Rural	Existe líder comunitário: Orivaldo Paiva - administrador
Cidade: Chavantes	Necessidade, a quem recorre: José Maria - Filho	Estado: SP	Qual frequência de contato : Diária
CEP: 18970-000	Grau de proximidade (1-10): 10	Celular (14) 9999-9999	Conhece proximidade da barragem ..: Sim
Telefone:			
2 - MORADORES ADICIONAIS			
Nome.....: João Mar	Estado civil: Casado(a)	Apelido.....: Cateto	Grau de escolaridade: Ensino Fundamental I
Profissão.....: Produtor(a) rural	Possui deficiência: Não	Idade: 60	Conhece proximidade da barragem ..: Sim
Data nascto: 11/06/1959		Celular: (14) 8899-9998	
3 - DADOS DA PROPRIEDADE			
Nome propriedade: Fazenda Harmonia - Casa 6	Frequência de estadia: Finais semana	Nome proprietário.: Ricardo Jape	Formas de acesso: Asfalto
Apelido:	Condições de acesso: Ótima	Celular:	Tipos de edificações: Casa
Telefone: (14) 9999-9999	Uso: Residencial	Estado civil: Casado(a)	Número de edificações: 1
Esposo(a): Sim	Estado de conservação: Regular	Filhos: 3	
OBSERVAÇÕES: A propriedade recebe em média 12 pessoas aos finais de semana.			
FOTO 1		FOTO 2	
			

Figura 41. Ficha de Cadastro de Propriedade (FCP⁵). Fonte: CTG Brasil (2020).

⁵ FCP não apresenta dados reais



Figura 42. Levantamento planialtimétrico. Fonte: CTG Brasil (2020).

7.5.2.4 INFRAESTRUTURAS DE EMERGÊNCIA

Do ponto de vista das infraestruturas de apoio durante uma situação de emergência com a barragem destaca-se a necessidade de definição de um sistema de alerta público⁶ de modo a permitir que as ações de evacuação das áreas de risco ocorram no menor tempo possível.

A norma ISO 20322 (2020) recomenda que se estabeleça, documente, implemente e melhore continuamente um sistema de aviso público⁷ e que seja planejado com antecedência, seja documentado, implementado e mantido, seja comunicado a todas as pessoas e envolva consulta apropriada com as partes interessadas.

⁶ **ISO 22320 (2020)**: conjunto de protocolos, processos e tecnologias baseadas na política de aviso público para entregar notificações e mensagens de alerta em uma situação de emergência em desenvolvimento para pessoas em risco e socorristas.

⁷ **ISO 22320 (2020)**: notificação e mensagens de alerta disseminadas como uma medida de resposta a incidentes para possibilitar que as equipes de resposta e as pessoas em risco tomem medidas de segurança

➤ SINALIZAÇÃO DE EMERGÊNCIA

Primeiramente recomenda-se o estabelecimento de nomenclaturas próprias para apoiar nas ações referente às emergências em potencial na barragem. Desta forma, optou-se por denominar de Rota de Evacuação as rotas a serem seguidas pelas pessoas localizadas no vale a jusante de barragens. Tal estratégia busca diferenciar as rotas de emergência devido à incidente na barragem com outras rotas existentes, sobretudo no contexto interno da barragem, e denominadas de Rotas de Fuga. Essas últimas relacionadas às emergências locais e de menor dano potencial associado quando comparado ao dano potencial de uma ruptura de barragem.

Em relação aos locais seguros, da mesma forma como para as rotas de evacuação, optou-se por diferenciar esses locais dos atuais Pontos de Encontro existentes. Desta forma, denominou-se de Pontos de Segurança os pontos localizados em cota segura em caso de emergência com a barragem.

Tais diretrizes vão ao encontro do preconizado pela norma ISO 31000 (2018) que estabelece a necessidade de consideração do relacionamento com outros projetos, processos e atividades. Além disso considera como etapa importante a clareza na definição do escopo considerado.

A Figura 43 apresenta uma proposta de sinalização de emergência para vales a jusante de barragens. A elaboração foi fundamentada em cores marcantes e relacionadas às cores tradicionais dos órgãos de proteção e defesa civil. Complementarmente optou-se por descrever as mensagens chaves na língua inglesa devido à eventual presença de pessoas de outras nacionalidades na barragem.



Figura 43. Sinalização de emergência do vale a jusante – contexto interno do empreendimento.
Fonte: CTG Brasil (2020).

De modo a ilustrar o arranjo geral do posicionamento da sinalização de emergência no vale a jusante de barragens, seguem na Figura 44 e Figura 45 apresentando de forma esquemática a implantação da sinalização de emergência no vale a jusante - contexto interno ao empreendimento.

No contexto externo ao empreendimento e no vale a jusante, recomenda-se um tipo de sinalização diferente das utilizadas no contexto interno ao empreendimento. A Figura 46 apresenta o modelo de sinalização proposta a ser aplicada no vale a jusante e no âmbito externo ao empreendimento. Nesses locais optou-se por criar, além das placas com indicação das rotas, placas identificando os limites das áreas de risco de modo a permitir que a população flutuante, ao transitar por esses locais, possam se orientar e terem conhecimento sobre a entrada ou saída da área de risco.

A Figura 47 e Figura 48 apresentam de forma esquemática a implantação da sinalização de emergência no vale a jusante e no contexto externo da barragem da UHE Chavantes.

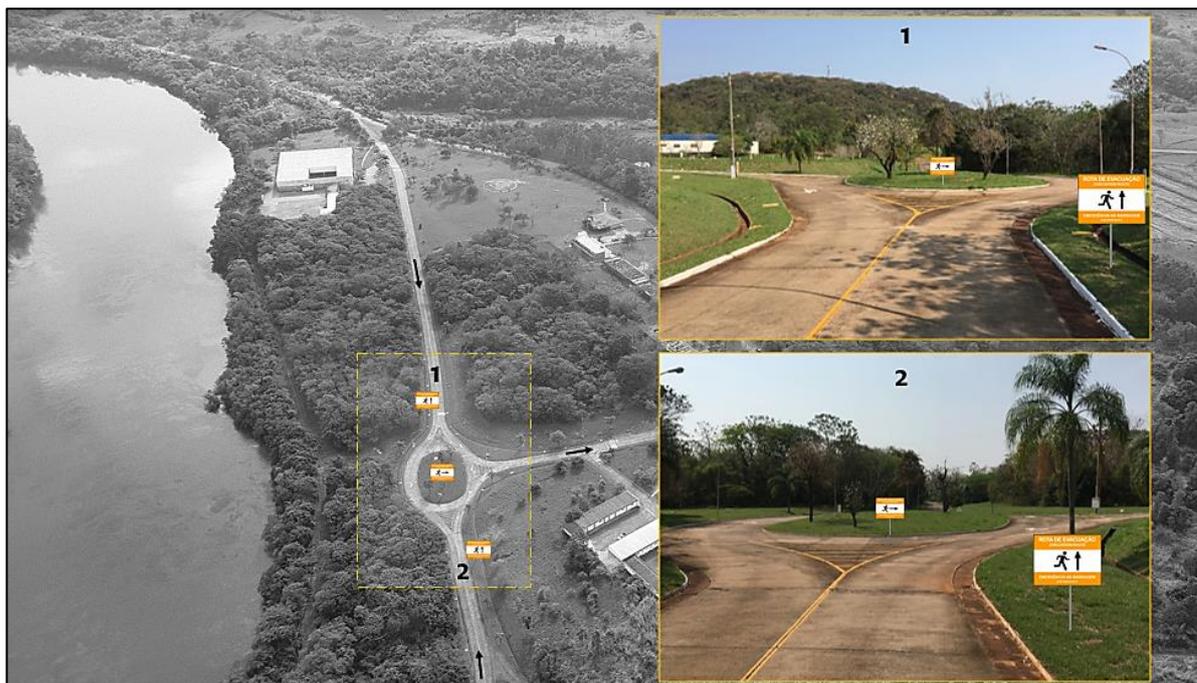


Figura 44. Rota de Evacuação da vila técnica da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).



Figura 45. Rota de Evacuação da vila margem direita da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).



Figura 46. Sinalização de emergência do vale a jusante – contexto externo ao empreendimento. Fonte: CTG Brasil (2020).



Figura 47. Rota de Evacuação no vale a jusante da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).



Figura 48. Rota de Evacuação no vale a jusante da UHE Chavantes. Fonte: CTG Brasil (2020).

➤ AVISO PÚBLICO

Conforme apresentado no Capítulo 5 desta pesquisa há várias formas disponíveis e passíveis de utilização. Não há uma regra geral para aplicação, se recomenda o entendimento dos contextos e envolvimento do povoamento do vale a jusante no processo de definição das ações a serem desenvolvidas, incluindo formas de notificação em caso de emergência.

Segundo ISO 22322 (2020) o processo de aviso público deve conter os processos de identificação dos perigos a serem monitorados, os processos de monitoramento dos perigos, os processos de identificação das áreas para receberem o aviso públicos.

Ainda segundo a norma os métodos de avisos apropriados devem levar em consideração o tempo necessário para permitir que as pessoas sigam as instruções, a disponibilidade, eficácia e confiabilidade técnica e aspectos relacionados a facilidade de acesso à mensagem transmitidas, incluindo pessoas vulneráveis.

7.5.2.1 PLANO DE ATENDIMENTO A VULNERÁVEIS - PAV

Caracterizado como mais um processo de preparação, o mapeamento de pessoas vulneráveis do vale a jusante é de extrema importância e pode ser obtida na etapa de caracterização do vale a jusante. Tal conhecimento permite a elaboração de um Plano de Atendimento à Vulneráveis (PAV) para atenção especial em situações de emergência. Essa iniciativa termina por se converter em mais uma ação de engajamento da comunidade em prol do comprometimento desejado com a criação da cultura de segurança dentro do contexto do vale a jusante.

7.5.3 RESPOSTA

O que fazer, como fazer e quando fazer, foram definidos em processos anteriores do SIGS, isto é, o processo de avaliação de riscos que definiu as classes de risco conforme zoneamento, processo de logística de salvamento e acolhimento, processo de conscientização e competências, dentre outros.

Importante a instituição de uma estrutura de comando unificada, que tenha por suporte um sistema de comando em operação, composto por procedimentos operacionais padrões, planos de atendimento emergencial ou planos de ação de emergência elaborados para situação de crise, conforme demanda, que a complexidade, fragmentação e desorganização do espaço físico e social vierem a exigir.

O povoamento do vale a jusante deverá estar fundamentalmente capacitado para:

- a) confiar nas notificações e alertas;
- b) atender prontamente a ordem de evacuação;
- c) seguir as rotas de evacuação em direção ao ponto de segurança previamente definidos e em quaisquer condições (dia, noite, chuva e etc.);
- d) orientar pessoas residentes ou em trânsito (população flutuante) em relação ao procedimento seguro;
- e) executar o Plano de Atendimento a Vulnerável (PAV), quando previsto;
- f) seguir orientações complementares de agentes de proteção e defesa civil quando estiverem nos pontos de segurança.

7.6 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E MELHORIA

De nada valerão os esforços de prévios de planejamento e preparação se não houve a avaliação de desempenho com foco na busca por melhorias.

A norma ISO 14001 (2015) estabelece que a organização deve avaliar seu desempenho e a eficácia do sistema de gestão ambiental, bem como deve reter informação documentada apropriada como evidências de monitoramento, medição, análise e resultados da avaliação.

A norma ISO 31000 (2018) destaca que o propósito do monitoramento e análise crítica é assegurar e melhorar a qualidade e eficácia da concepção, implementação e resultados do processo e vai além recomendando a fase de monitoramento e análise crítica ocorram em todos os estágios do processo. Ainda segundo a norma, monitoramento e análise crítica incluem planejamento, coleta e análise de informações, registro de resultados e fornecimento de retorno.

Desta forma, tais conceitos foram implementados nas diretrizes estabelecidas para gestão integrada de segurança e apresentada no Apêndice, ou seja, a eficácia do SIGS pressupõe a busca contínua de melhoria do SIGS em termos de qualidade de processos e produtividade operacional para melhorar a expectativa de desempenho. Portanto, devem ser determinados, em relação ao monitoramento e medição, o que precisa ser monitorado e medido, os métodos a serem utilizados, a periodicidade e outros parâmetros desejados.

8 CONCLUSÕES

Por meio da revisão de literatura apresentada nesta pesquisa pode-se observar as lacunas existentes no Brasil no que diz respeito à segurança dos vales a jusante de barragens. Regulamentos e leis recentes, desestruturação de órgãos de proteção e defesa civis municipais e ausência de uma cultura de segurança são fatores-chaves que potencializam as carências. Adicionalmente, a baixa probabilidade de ocorrência de rupturas de barragem serve muitas vezes para justificar falta de ações e reforçar o discurso da não necessidade de investimentos em segurança preventiva.

O que se observa é uma visão voltada para o contexto individual. Os empreendedores de barragem investem e executam ações voltadas ao gerenciamento do risco da barragem, dispondo recursos na identificação de melhorias em parâmetros e modelos para uma maior assertividade da representação dos fenômenos de engenharia que desencadeiam um processo de ruptura ou até mesmo na análise dos impactos provenientes junto ao vale a jusante. Os órgãos de proteção e defesa civil, diante da falta de recursos e estrutura, assumem uma posição passiva diante da magnitude das ações preventivas a serem desempenhadas e optam por disponibilizar recursos para ações associadas a riscos de maior probabilidade de ocorrência como por exemplo incêndios, inundações e deslizamentos de encostas.

Os denominados “planos”, seja o de contingência (PLANCON) ou o de ação de emergência (PAE) não englobam todas as atividades requeridas para dar consistência aos desafios de prover segurança na amplitude e complexidade da barragem associada ao vale a jusante, tornando necessária uma abordagem mais ampla e integrada.

A partir da hipótese aventada de utilização de critérios e conceitos de gestão e definidos nas normas técnicas da Organização Internacional de Padronização (ISO) aplicados ao contexto de prover segurança aos vales a jusante de barragens, foi possível compreender, em toda sua magnitude e amplitude, os processos inter-relacionados e interdependentes, contribuindo para uma elevação do desempenho da gestão da segurança. Uma abordagem estruturada de gestão de segurança que

engloba risco e emergência, também estimula e aprimora a identificação de melhores oportunidades para melhoria contínua através da inovação no gerenciamento de segurança.

As normas têm uma contribuição positiva para a maioria dos aspectos de nossas vidas e são inúmeros os benefícios trazidos pela normalização para a sociedade. Empresas que utilizam normas internacionais podem competir em muito mais mercados ao redor do mundo. Para os consumidores a conformidade dos produtos e serviços de acordo com as normas oferece garantias sobre sua qualidade, segurança e confiabilidade. Uma norma fornece regras, diretrizes ou características mínimas para atividades e visa o estabelecimento de um padrão de excelência a ser seguido para um dado contexto.

A garantia de qualidade, segurança e confiabilidade associada à inexistência de norma específica relacionada ao contexto segurança de vales a jusante de barragens permitiram a elaboração de uma Diretiva técnica contendo as diretrizes necessárias para a adoção de um sistema de gestão de segurança que permita integrar as variáveis existentes. A Diretiva técnica foi construída utilizando-se critérios e conceitos das normas ISO 14.001, ISO 22300, ISO 22320, ISO 22322, ISO 26000 e ISO 31000.

Desta forma, pôde-se concluir que, apesar das diferentes características entre as estruturas das barragens e de vales a jusante, as suas essências são as mesmas e, portanto, a modelagem e normalização deste contexto é factível e pode agregar positivamente contribuindo para a efetividade das ações de segurança em vales a jusante de barragens uma vez que traz padronização à abordagem e estabelece premissas fundamentais.

Entende-se que a Diretiva técnica proposta por este autor tornar-se-á uma referência importante para empreendedores de barragens e órgãos de proteção e defesa civil na definição de soluções adequadas para o desenvolvimento sustentável, auxiliando-os na identificação, estruturação e aplicação de processos fundamentais de segurança em vales a jusante de barragens.

Complementarmente, espera-se que a Diretiva técnica os estimule a ir além da conformidade legal, por meio de uma interlocução proativa entre as partes interessadas objetivando a preservação e de proteção de vidas.

REFERÊNCIAS

ABC, 2020. ABC News. **Thousands evacuated as river dams break in central Michigan**. Disponível em: [<https://abcnews.go.com/US/wireStory/flooding-hits-parts-midwest-evacuations-michigan-70765462>]. Acessado em 16 de julho de 2020.

ABNT, 2011. **História da Normalização Brasileira**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. ISBN 978-85-07-02528-3

ABNT, 2020. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. <http://www.abnt.org.br/normalizacao/o-que-e/importancia-beneficios> Acessado em 5 de julho de 2020 - 09:34h.

ABRAGE - **Associação Brasileira das Empresas Geradoras de Energia Elétrica** - Orientações para Integração do PAE das Barragens de Usinas Hidrelétricas aos Plancons. 2018

AGP, 2019. A Gazeta do Povo. Identificadas mais duas vítimas de rompimento de barragem em brumadinho. Disponível em: [<https://www.agazeta.com.br/brasil/identificadas-mais-duas-vitimas-de-rompimento-de-barragem-em-brumadinho-1219>]. Acessado em 12 de junho de 2020 – 09:40h.

AGUIAR, D.P.O. **Contribuição ao estudo do índice de segurança de barragens – ISB**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade de Campinas. Campinas – SP, 2014.

ALCANTARA, I. **Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries**. Geomorphology 47p. 2002.

ALEXANDER, D. E. **Principles of emergency planning and management**. Harpenden: Terra Publishing, 2002. 340 p.

ALMEIDA, A. B. D. **Curso sobre Operação e Segurança de Barragens**. Lisboa: Instituto Nacional da Água (INAG), 2001. Capítulo 7 p.

ANA, 2016: Agência Nacional de Águas (Brasil): **Guia de orientação e formulários do Plano de Ação de Emergência** – PAE. Brasília. 129 p. – (Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, 4).

ASDSO. **Association, of State Dam Safety Officials**. Disponível em: [<http://damfailures.org/case-study>]. Acesso em: 12 de outubro de 2017.

ATI. Disponível em: <http://www.atisystem.com/markets/community-warning-systems.htm>. Acesso em: 29 de outubro de 2017.

AVELAR, M. S., **Vulnerabilidade e percepção de risco de acidentes com barragens de caulim em Barcarena**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Risco e Desastres naturais na Amazônia da Universidade Federal do Pará. Belém – PA, 2019.

BANCO MUNDIAL. Natural Hazards, **Unnatural Disasters: Effective prevention through an economic lens**. World Bank Report, 231pp. 2010.

BELLADONA, R., **Zoneamento do uso do solo em áreas localizadas no vale a jusante de barragens**. Dissertação submetida ao mestrado profissional pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 77 de 29 de outubro de 2013**. Assunto: Regulamentação do Conteúdo Mínimo do Plano de Segurança de Barragens, Características e Periodicidade dos Tipos de Inspeção, Revisão periódica de Segurança de Barragens e Obrigações do Empreendedor.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 76 de 29 de outubro de 2013**. Assunto: Regulamentação dos Critérios para Classificação dos Empreendimentos de Energia Elétrica por Categoria de Risco e Dano Potencial Associado.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 58 de 25 de junho de 2013**. Assunto: Regulamentação da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, Política Nacional de Segurança de Barragens, no âmbito do setor elétrico brasileiro.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Nota Técnica nº 59 de 20 de agosto de 2013**. Assunto: Proposta de regulamentação do Plano de Ação de Emergência (PAE) a ser aplicado pelo Setor Elétrico Brasileiro (SEB), em conformidade com os artigos 11 e 12 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB).

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 143 de 10 de julho de 2012**. Estabelece critérios gerais da classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010.

BRASIL. **Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens e altera a redação do art. 35 da Lei 9433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei 9984, de 17 de julho de 2000.

BRASIL. **Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil – CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

BRASIL. **Resolução nº 696 de 15 de dezembro de 2015**. Estabelece critérios para classificação, formulação do Plano de Segurança e realização da Revisão Periódica

de Segurança em barragens fiscalizadas pela ANEEL de acordo com o que determina a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.

BRASILIANO, A. C. R., **Brumadinho: Miopia na gestão de riscos por parte da administração**. 48p. 2019.

BRIDGE. Disponível em: <https://www.bridgemi.com/tags/2020-midland-dam-break>. Acessado em 18 de junho de 2020.

BUENO, W. C., **Gestão da comunicação em desastres ambientais: conflitos de interesses, de práticas e de discursos**. Revista observatório. ISSN nº 2447-42-66. Vol. 4, n.2, abril-junho. 2018.

CABAR, 2020. Central Asian Bureau for Analytical Reporting. Dam Collapse in Uzbekistan. What will investigation reveal? Disponível em: [<https://cabar.asia/en/dam-collapse-in-uzbekistan-what-will-investigation-reveal/#images-9>]. Acessado em 01 de julho de 2020.

CAIRNS, Regional Consul. Disponível em: <https://www.cairns.qld.gov.au/community-environment/natural-disasters/copperlode-emergency-action-plan/early-warning-system>. Acessado em 10 de junho de 2020.

CARAPINHEIRO (2002) - **A globalização do risco social**. In: SANTOS, B. S. (org.) *A Globalização e as Ciências Sociais*. Cortez, São Paulo.

CASTRO, A. L. C.1998. **Glossário de defesa civil: estudo de riscos e medicina de desastres**. Brasília: MPO/ Departamento de Defesa Civil. 283 p.

CLAIMS. Claims Journal. **Dam Failure Cause \$200M in damage**; Michigan Seeks Disaster Declaration. Disponível em: https://www.claimsjournal.com/news/midwest/2020/06/10/297559.htm?utm_source=dlv.it&utm_medium=twitter. Acessado em 18 de julho de 2020.

CNM – **Confederação Nacional dos Municípios** – Proteção e Defesa Civil em Âmbito Local – conceitos e competências – 56 p. Brasília. CNM. 2015

CORREIA, L. S.; CARVALHO, D.V.B., **Ferramentas de auxílio utilizadas para gestão de risco e segurança de barragens**: Estudo bibliográfico. Geocentro, Brasília – DF, 2019.

CRISIS. Disponível em: <http://crisisforums.org/discussion/49032/breaking-imminent-failure-expected-at-oroville-dam-california-mandatory-evacuations-underway>>. Acesso em 28 de outubro de 2017.

CTG Brasil. **Ações de implantação do Plano de Ação de Emergência**. Gerência de Engenharia Civil e Segurança de Barragens. 2020.

DN, 2020. The Detroit News. **Dangers of Endeville dam failure evaded state scrutiny**. Disponível em: [\[https://www.detroitnews.com/story/news/local/michigan/2020/05/20/dangers-edenville-dam-failure-evaded-state-scrutiny/5228559002/\]](https://www.detroitnews.com/story/news/local/michigan/2020/05/20/dangers-edenville-dam-failure-evaded-state-scrutiny/5228559002/). Acessado em 15 de julho de 2020.

EA. Emergency Alert. Disponível em: [\[http://www.emergencyalert.gov.au/\]](http://www.emergencyalert.gov.au/). Office of the Emergency Services Commissioner. Acessado em 22 de junho de 2020.

EENA. **European Emergency Number Association**. EENA 112. Public Warning Systems. Version 3.0. Belgium, 2019.

EMA. EMERGENCY MANAGEMENT AUSTRALIA. **Australian Emergency Manuals**. Disponível em [\[www.ema.gov.au\]](http://www.ema.gov.au). Acessado em 10 de julho de 2020.

EN ISO 22300. **Security and resilience** – Vocabulary. European Standard. 51p. 2018

FCTH. Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Desenvolvimento de uma metodologia de gestão integrada de riscos associados às emergências em barragens**. P&D – Código ANEEL 0387-0115-2015, 2018.

FDS, 2020. Folha de São Paulo. Um ano após tragédia, bombeiros ainda peneiram lama em Brumadinho. Disponível em: [https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/01/um-ano-apos-tragedia-bombeiros-ainda-peneram-lama-em-brumadinho.shtml#:~:text=Brumadinho%20\(MG\)&text=Uma%20delas%20%C3%A9%20marca%20de,25%20de%20janeiro%20de%202019](https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2020/01/um-ano-apos-tragedia-bombeiros-ainda-peneram-lama-em-brumadinho.shtml#:~:text=Brumadinho%20(MG)&text=Uma%20delas%20%C3%A9%20marca%20de,25%20de%20janeiro%20de%202019). Acessado em 10 de junho de 2020.

FEMA, 2009. Federal Emergency Management Agency. **Integrated Public Alert and Warning System (IPAWS)**. Disponível em: [<http://www.fema.gov/emergency/ipaws>]. Acessado em 10 de julho de 2017.

FEMA, 2010 - Federal Emergency Management Agency. **Developing and Maintaining Emergency Operations Plans**. Comprehensive Preparedness Guide (CPG) 101. Version. 2.0. Available at <https://www.fema.gov/media-library/assets/documents/25975>, acessado em 27 de fevereiro de 2019.

FEMA, 2013. Federal Emergency Management Agency. **Federal Guidelines for Emergency Action Planning for Dams**, 2013. Disponível em: [<https://www.fema.gov/federal-guidelines-dam-safety>]. Acesso em: 30 de janeiro de 2019.

FEMA, 2019 - **Emergency Operations Planning: Dam Incident Planning Guide**. Dam Safety Collaborative Technical Assistance, 57p. 2019.

GRASSO, V.F.; BECK J.L.; MANFREDI, G. **Automated Decision Procedure for Earthquake Early Warning**. Journal of Engineering Structures. 2007.

HYDRO, 2020. Hydropower & Dams. Investigations underway following Sardoba dam breach in Uzbekistan. Disponível em: [<https://www.hydropower->

dams.com/news/investigations-underway-following-sardoba-dam-breach-in-uzbekistan/]._Acessado em 10 de junho de 2020.

ICOLD. INTERNACIONAL COMISSION ON LARGE DAMS. **Dam failures statistical analysis**. Bulletin 99. Paris, 1995, 63p.

ISO, 2020: **Survey of certifications to management system standards**. Disponível em:

[<https://isotc.iso.org/livelink/livelink?func=ll&objId=18808772&objAction=browse&viewType=1>]. Acessado em 5 de julho de 2020 - 12:03h.

JONKMAN, S. N., VRIJLING J. K, VROUWENVELDER A. C. W. M., **Methods for the estimation of loss of life due to floods: a literature review and a proposal for a new method**. Nat Hazards (2008) 46:353-389

KLIMKIEVICZ, B. E. **Gestão de risco aplicado a obras de barragens**. Monografia de projeto final submetida ao departamento de engenharia civil e ambiental da Universidade de Brasília. Brasília – DF, 2016.

LOPES, I.T.P. Gestão de Riscos de Desastres: **Integrando os Riscos de Acidentes Industriais à gestão territorial**. Rio de Janeiro. UFRJ/COPPE. 2017.

MARIANI, E. J. As normas ISO. **Revista Científica Eletrônica de Administração** – ISSN: 1676-6822. Ano VI – Número 10 – 2006.

MENEZES, D. S. A. B. **Classificação dos danos decorrentes da ruptura de barragens de acumulação de água**. Estudo de caso: Barragem de Santa Helena – BA. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Salvador – BA, 2016.

MIDLAND. County of Midland. Media Release. Twitter acessado em 10 de junho de 2020.

MLIVE. Michigan Live. Disponível em: <https://www.mlive.com/news/2020/08/edenville-dam-owner-files-for-bankruptcy.html>. Acessado em 20 de junho de 2020.

NBR ISO 14001. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso**. ISBN 978-85-07-05822-9. 41p. 2015.

NBR ISO 22320. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **Segurança e resiliência – Gestão de emergências – diretrizes para gestão de incidentes**. 22p. 2020.

NBR ISO 22322. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **Segurança da sociedade - Diretrizes para aviso público**. 14p. 2020.

NBR ISO 26000. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **Diretrizes sobre responsabilidade social**. ISBN 978-85-07-02363-0. 110p. 2010.

NBR ISO 31000. Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT. **Gestão de risco - Diretrizes**. 17p. Segunda edição. 2018.

NIXLE. Everbridge NIXLE. Disponível em: <https://www.nixle.com>. Acessado em 23 de julho de 2020.

NWS. National Weather Service. Disponível em: <http://www.ncep.noaa.gov>. Acessado em 29/10/2017.

REZENDE, E.; SILVA, V.V.C., **De Mariana a Brumadinho: A efetividade da responsabilidade civil ambiental para adoção das medidas de evacuação**. Revista do Direito. Universidade de Santa Cruz do Sul, v.1, n.57, p.160-181, 2019.

SALIBA, A.M.P. **Uma nova abordagem para análise de ruptura por galgamento de barragens homogêneas de solo compactado**. Tese de Doutorado. Universidade

Federal de Minas Gerais. Programa de pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Belo Horizonte – MG, 2009.

SAREVITZ D., PIELKE R.A. AND BYERLY R., Prediction, Science, Decision Making and Future of Nature, Island Press, 2000.

SBP, 2020. Sindicato dos bancários do Pará. **Crime ambiental denuncia fracasso das privatizações**. Disponível em: [<http://bancariospa.org.br/crime-ambiental-denuncia-o-fracasso-das-privatizacoes>]. Acessado em 12 de junho de 2020 – 09:45.

SCHEUREN, J.M; POLAIN, O.; BELOW, R.; GUHA-SAPIR, D.; PONSERRE, S. 2008. **Annual Disaster Statistical Review – The Numbers and Trends 2007**. CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. 2008, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium.

SCHROTER, K., M. OTROWSKI, C. VELASCO, H. P. NACHTNEBEL, B. KAHL, M. BEYENE, C. RUBIN M. GOCHT, 2008: **Effectiveness and Efficiency of Early Warning System for Flash-Floods (EWASE)**. First CRUE ERA Net Common Call – effective and Efficiency of Non-structural Flood Risk Management Measures, 132pp. Disponível em: www.crue-eranet.net.

SILVA, D., 2001 – “**Social sciences contributes to downstreamvalley knowledge and dam safety promotion**”. NATO PO-FLOODRISK final report. Publicação LNEC/IST, Lisboa.

SILVA, J. P. G. F. A., **Gestão de riscos aplicada a uma infraestrutura de armazenamento de resíduos mineiros**. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal. 2015.

SNPDC. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **ORIENTAÇÕES PARA APOIO À ELABORAÇÃO DE PLANOS DE CONTINGÊNCIA MUNICIPAIS PARA BARRAGENS**. Versão 1.0, 2016.

SORENSEN, J. H. **HAZARD WARNING SYSTEMS: REVIEW OF 20 YEAR OF PROGRESS**. NATURAL HAZARD REVIEW, 2000.

SORENSEN, J. H., ROGERS, O. G. **DIFFUSION OF EMERGENCY WARNINGS**. PROFESSIONAL REPORTS. 1998 Oak Ridge National Laboratory. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/256979870_Diffusion_of_EmergencyWarnings>. Acesso em 29/10/2017.

SORIANO, E., VALENCIO, N. F. L.S, **Cultura de Risco e Segurança Coletiva no Brasil: A vulnerabilidade socioespacial a jusante de Itaipu binacional**. Territorium 18, 2012, 109-118 – 2012.

SWISSALERT. Disponível em: [<https://blog.alertswiss.ch/en/categories/focp-news/alerts-and-information-now-available-via-alertswiss/>]. Acessado em 15 de junho de 2020.

TOMINAGA, L. K., SANTORO, J, AMARAL, R. **DESASTRES NATURAIS – Conhecer para prevenir**. Instituto Geológico. Secretaria do Meio Ambiente. Governo do estado de São Paulo. 1ª edição. 2009.

TSIRKUNOV, V.; ROGERS, D.; **Costs and benefits of early warning systems**. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction. 2010

UCD. University College Dublin. **The Features of Methods and Systems used to Communicate Flood Risk and Flood Warnings to Communities at Risk Internationally**. DRAFT, 2010.

UNISDR, 2015. The United Nations Office for Disaster Risk Reduction. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015 – 2030**. Disponível em [https://www.preventionweb.net/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf]. Acesso em 29 de abril de 2020.

UNISDR. The United Nations Office for Disaster Risk Reduction - International Strategy for Disaster Reduction. 2009. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. Disponível em <http://www.unisdr.org>. Acesso em agosto de 2009.

WISEU, T. **Segurança dos vales a jusante de barragens – metodologias de apoio à gestão dos riscos**. 2006. 482f. Tese (Doutorado) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

VIANNA, L. F. V., **Metodologias de análise de risco aplicadas em planos de ação de emergência de barragens: Auxílio ao processo de tomada de decisão**. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte – MG, 2015.

ZUFFO, M.S.R. **Metodologia para avaliação da Segurança de barragens**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP. 2005.

APÊNDICE A
DIRETIVA TÉCNICA PARA GESTÃO INTEGRADA DA SEGURANÇA
DA BARRAGEM E DO VALE DE JUSANTE

DIRETIVA TÉCNICA

Barragem e vale a jusante – Gestão da Segurança – Diretrizes para integração da segurança

UNICAMP



Diretiva apresentada como parte da tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante

Vítor Hugo Pereira de Moraes

Professor orientador: Dr. Tiago Zenker Gireli

Departamento de Recursos Hídricos

Faculdade de Engenharia Civil – FEC

Universidade de Campinas - UNICAMP

Sumário

Introdução	157
1. Escopo	158
2. Referências normativas e outras	159
3. Termos e definições	160
4. Princípios	167
4.1 Generalidades	167
4.2 Abordagem de processo	167
4.3 Ciclo PDCA	167
5. Contexto	168
5.1 Vale jusante	168
5.1.2 Organização e estrutura de proteção e defesa civil	169
5.2 Barragem	170
5.2.1 Organização e estrutura do empreendedor da barragem	170
6. Liderança e estrutura	171
6.1 Comprometimento	171
6.2 Matriz de competências institucionais	171
6.3 Responsabilidade social	172
6.4 Comunicação e consulta a nível institucional	172
6.5 Informação documentada	174
7. Gestão de risco barragem e vale a jusante	174
7.1 Amplitude	174
7.2 Identificação de riscos	175
7.3 Análise do risco	176
7.4 Avaliação do risco	176
7.4.1 Valoração econômica dos dados	177
7.5 Tratamento do risco	178
8. Sistema Integrado de Gestão de Segurança - SIGS	178
8.1 Planejar globalmente e desenvolver pontualmente	179
8.2 Avaliação de risco integrada	180
8.3 Processos do SIGS	180
9. Planejamento	181
10. Preparação	181
10.1 Conscientização e capacitação	181
10.1.1 Sistema de comando em operações	182

10.1.2 Proteção e defesa civil	182
10.1.2 Empreendedor da barragem	183
10.1.3 Povoamento a jusante	183
10.2 Engajamento das pessoas	184
10.2.1 Percepção do risco	184
10.2.2 Cultura de segurança	184
10.3 Caracterização do vale a jusante	185
10.4 Logística de salvamento e acolhimento	186
10.4.1 Infraestrutura de emergência	186
10.4.2 Cadastro geral de recursos	188
10.4.3 Plano de atendimento a vulneráveis	189
10.4.4 Investimentos	189
11. Resposta	189
11.1 Comando em operações em emergências	189
11.2 Salvamento e autossalvamento	190
12. Avaliação de desempenho	191
13. Melhoria	192
14. Bibliografia	193

Introdução

Esta Diretiva foi concebida como referência metodológica para desenvolvimento e operacionalização de sistema de gestão de segurança do vale de jusante integrada à gestão de segurança de barragens localizadas a montante, denominado Sistema Integrado de Gestão de Segurança - SIGS.

A gestão de segurança de barragens brasileiras, especialmente no tocante à gestão de riscos e emergências é bastante aderente à legislação aplicável e é realizada principalmente por dos denominados "Planos".

A legislação vigente (Lei 12.334/2010) estabelece o Plano de Segurança de Barragem (PSB) e o Plano de Ação de Emergência (PAE) como instrumentos de garantia da segurança da barragem. Para a gestão da segurança no vale de jusante, a legislação vigente (Lei 12.608/2012) institui o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Plano de Contingência (PLANCON).

É evidente a existência de uma lacuna em se tratando de segurança do vale de jusante, identificada pela falta de integração dos sistemas de gestão de segurança que são aplicados em esferas distintas e de competência muitas vezes da iniciativa privada e pública.

Soma-se o fato, em muitos casos, da falta de estruturação dos órgãos de proteção e defesa civil das localidades situadas em vales a jusante de barragens.

Os vales a jusante de barragens, em sua grande parte, possuem, além de núcleos populacionais urbanos e/ou rurais, benfeitorias, infraestruturas de serviços públicos essenciais e recursos ambientais sujeitos à proteção e conservação.

Ora, no contexto de segurança de barragem, o fundamento básico de um plano de contingência no vale a jusante é estabelecer respostas as ameaças identificadas e comunicadas pelo Empreendedor da barragem.

No limite, desconsideradas as premissas de gestão integrada, ações de contingência podem ser ineficazes em relação ao salvamento de pessoas vulneráveis em casos de inundações.

Estudo criterioso de gestão de risco e gestão de incidentes no vale a jusante permite concluir que investimentos efetuados em processos de segurança sem atentar para aspectos comportamentais da população, caracterização do vale e precedências técnicas fundamentais são menos racionais e estão sujeitos a obsolescências.

Essa diretiva pode proporcionar:

- a) demonstração de constância de propósitos e credibilidade;
- b) melhor conservação de instalações e equipamentos;
- c) uso mais eficiente dos recursos humanos e materiais;
- d) melhor gerenciamento de riscos e proteção das pessoas;
- e) viabilidade para qualquer instituição, grande ou pequena.

Não é intenção dessa diretiva induzir necessidades de:

- a) uniformidade na estrutura de diferentes sistemas de gestão de segurança;
- b) alinhamento de documentação ou sistema à estrutura dessa diretiva;
- c) uso de terminologia específica desta diretiva;

Esse conjunto de diretrizes, é fruto da associação de pesquisas bibliográficas e atuação de profissional inserido no tema e em fase de desenvolvimento e aplicação de soluções em vales a jusante de barragens.

É desejo desse autor que todos possam fazer o melhor uso dessas diretrizes, em partes ou totalmente, ao mesmo tempo em que se coloca receptivo a críticas construtivas e contribuições para aprimoramento dessa diretiva, ressaltando que serão muito bem-vindas.

1. Escopo

Este documento fornece diretrizes para gerenciar a segurança de áreas a jusante de barragens de acumulação de água para fins de geração de energia elétrica, independentemente do porte ou localização do empreendimento.

A aplicação destas diretrizes deverá ser customizada por empreendimento, a partir de avaliação de diversidades culturais, tecnológicas, ambientais, políticas e outras que predominem no empreendimento e/ou nas áreas circunvizinhas à barragem.

Esta diretiva pretende auxiliar empreendedores de barragens e órgãos de proteção e defesa civil na definição de soluções adequadas para o desenvolvimento sustentável, estimulando-os a irem além da conformidade legal, reconhecendo que conformidade com a lei é uma obrigação fundamental de qualquer organização e parte essencial de sua responsabilidade social.

A solução integrada em segurança de barragens está fundamentada na incorporação e interação das dimensões mostradas na Figura 2.



Figura 1. Dimensões da gestão integrada de segurança. Fonte: Próprio autor.

2. Referências normativas e outras

A elaboração das diretrizes para elaboração do sistema integrado de gestão de segurança fundamentou-se nas referências a seguir:

- **ABNT NBR ISO 14001:** Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos
- **EN ISO 22300:** Segurança e Resiliência – Vocabulário
- **ABNT NBR ISO 22320:** Segurança e resiliência – Gestão de emergências – diretrizes para gestão de incidentes
- **ABNT NBR ISO 22322:** Segurança da sociedade – Gestão de emergências – Diretrizes para aviso público
- **ABNT NBR ISO 26000:** Responsabilidade Social – Diretrizes
- **ABNT NBR ISO 31000:** Gestão de Riscos – Diretrizes

Nota: Trechos podem ter sido transcritos parcial ou integralmente das referências normativas citadas de modo a abordar o contexto segurança do vale a jusante de barragens.

3. Termos e definições

Para efeito desta diretiva, aplicam-se os termos e definições conforme a seguir:

3.1

alerta

parte do aviso público (3.4) que capta a atenção dos socorristas e das pessoas em risco (3.3) em uma situação de emergência em desenvolvimento

3.2

notificação

parte do aviso público (3.4) que fornece as informações essenciais às pessoas em risco (3.3) sobre as decisões e ações necessárias para lidar com uma situação de emergência

3.3

pessoas em risco

indivíduos na área que podem ser afetados por um incidente

3.4

aviso público

notificação (3.2) e mensagens de alerta disseminadas como uma medida de resposta a incidentes para possibilitar que as equipes de resposta e as pessoas em risco (3.3) tomem medidas de segurança

Nota 1: aviso público pode incluir informações para aumentar a conscientização e compreensão do público ou para fornecer instruções de aconselhamentos ou compulsórias

3.5

sistema de alerta público

conjunto de protocolos, processos e tecnologias baseadas na política de aviso público para entregar notificações (3.5) e mensagens de alerta em uma situação de emergência em desenvolvimento para pessoas em risco (3.3) e socorristas (3.6)

3.6

socorristas

integrantes dos órgãos de proteção e defesa civil com atribuição de atuação na resposta à emergência

3.7

infraestrutura de emergência

materiais e equipamentos componentes do sistema de alerta público (3.5), composto por sinalização de emergência (placas de rota de evacuação e pontos de segurança)

3.8

rota de evacuação

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

via sinalizada com placas indicativas do percurso a seguir em caso de emergência

3.9

ponto de segurança

local sinalizado com placa indicativa e localizado ao final da rota de evacuação (3.8)

3.10

liderança compartilhada

agentes responsáveis pela gestão do risco (3.13) no vale a jusante (3.12)

3.11

parte interessada

pessoa ou organização que pode afetar, ser afetada, ou perceber-se afetada por uma decisão ou atividade

3.12

vale a jusante

área de risco potencialmente impactada por uma emergência na barragem

3.13

gestão de risco

atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos (3.14)

3.14

riscos

efeitos das incertezas nos objetivos

3.15

comunicação e consulta

processos contínuos e iterativos que uma organização conduz para fornecer, compartilhar ou obter informações e se envolver no diálogo com as partes interessadas (3.11) e outros, com relação a gerenciar riscos (3.13)

3.16

monitoramento

verificação, supervisão, observação crítica ou identificação da situação, executadas de forma contínua, a fim de identificar mudanças no nível de desempenho requerido ou esperado

3.17

desempenho

resultado mensurável

Nota 1: Desempenho pode se relacionar tanto a constatação quantitativas como qualitativas.

Nota 2: Desempenho pode se relacionar à gestão de atividade, processo (3.39), produtos (incluindo serviços), sistemas ou organizações (3.18)

3.18**organização**

pessoa ou grupo de pessoas com suas próprias funções com responsabilidades, autoridades e relações para alcançar seus objetivos (3.19)

3.19**objetivo**

resultado a ser alcançado

3.20**organização**

pessoa ou grupo de pessoas com suas próprias funções com responsabilidades

3.21**Alta Direção**

pessoa ou grupo de pessoas que dirige e controla uma organização (3.18)

Nota 1: A Alta Direção tem o poder de delegar autoridade e prover recursos na organização

3.22**povoamento**

pessoas localizadas no vale a jusante (3.12) da barragem

3.23**autossalvamento**

ação de se dirigir ao ponto de segurança (3.9) por meios próprios e sem depender de resgate

3.24**desastre**

situação onde há perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais generalizadas e que excede a capacidade da organização, comunidade ou sociedade afetada em responder e recuperar-se utilizando recursos próprios

3.25**cheia induzida**

inundação proveniente da ruptura da barragem

3.26**periculosidade**

qualidade daquilo que é perigoso ou arriscado para a vida

3.27**proteção civil**

Medidas tomadas e implementação de sistemas para preservar vidas e a saúde de cidadãos, suas propriedades e meio ambiente de eventos indesejáveis

Nota 1: eventos indesejáveis podem incluir acidentes, emergências e desastres (3.19)

3.28

consequência

resultado de um evento que afeta o objetivo de uma atividade ou negócio

3.29

evento

ocorrência ou mudança de um conjunto específico de circunstâncias

3.30

emergência

ocorrência de evento repentino, urgente ou inesperado que requer ação imediata

3.31

evacuação

dispersão de pessoas de forma organizadas, faseada e supervisionadas de um perigo potencial ou de áreas potencialmente perigosas para locais seguros

3.32

probabilidade

chance de alguma situação ocorrer

3.33

incidente

situação que pode ser, ou pode permitir, uma perturbação, perda, emergência ou crise

3.34

perturbação

evento causador de um desvio negativo na expectativa de acordo com os objetivos de uma atividade ou negócio

3.35

preparação para incidente

atividades tomadas para preparo a resposta a um incidente

3.36

resposta a incidente

ações tomadas a fim de interromper a causa de um iminente perigo e ou mitigar as consequências de potenciais eventos desestabilizadores ou perturbadores, e para recuperar para uma situação normal

3.37

prevenção

medidas que habilitam uma organização a permitir, impedir ou minimizar o impacto de eventos indesejáveis ou potenciais perturbações

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

3.38**sistema de gestão**

conjunto de elementos inter-relacionados de uma organização para estabelecer políticas e objetivos, e processos para atingir os objetivos

3.39**processo**

conjunto de atividades inter-relacionadas ou interativas que transformam entrada em saídas

3.40**identificação do risco**

processo de encontrar, reconhecer e descrever riscos

3.41**análise de risco**

processo de compreender a natureza do risco e determinar o nível de risco

3.42**avaliação do risco**

ação de identificação de riscos, análise de risco e avaliação do risco

3.43**processo de avaliação do risco**

processo de comparar os resultados da análise de risco com os critérios de risco para determinar se o risco e sua magnitude são aceitáveis ou toleráveis

3.44**tratamento do risco**

processo de modificar o risco (removendo a fonte do risco, modificando a probabilidade, alterando as consequências, compartilhando o risco com qualquer outra parte

3.45**acolhimento**

ato de acolher, abrigar, garantir segurança. Local em que há segurança, abrigo

3.46**treinamento**

atividade para facilitar o aprendizado e desenvolvimento de conhecimentos, habilidades com objetivo de melhorar a performance de tarefas específicas ou papéis

3.47**vulnerabilidade**

particularidade que indica um estado de fraqueza

3.48**área de risco**

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

localização que pode ser afetada por um desastre

3.49

sinal verde

mensagem ou sinal de que o perigo acabou

3.50

população flutuante

pessoas que não residem no vale a jusante, mas trafegam e se deslocam permanentemente ou esporadicamente por essa região

3.51

disseminação de avisos

atividade para emitir mensagem apropriada para pessoas em risco a partir de evidências de risco

3.52

dano potencial

consequências em caso de emergência

3.53

consulta pública

procedimento formal prévio à audiência pública, que consiste em disponibilizar o PLANCON a fim de que as partes interessadas possam fazer comentários, sugestões e contribuições

3.54

audiência pública

uma reunião pública, transparente e de ampla discussão em que se vislumbra a comunicação entres os vários setores da sociedade e as autoridades públicas

3.55

simulado

ação de preparar os colaboradores, orientando-os de como proceder em casos de emergência em que é necessário fazer o abandono do ambiente para manter sua segurança e integridade física

Nota 1: Pode ser organizado de diversas maneiras e modalidades, envolvendo todos as partes interessadas e cenários ou parte deles, processos de notificação e alerta circunscrito aos níveis de comando ou prontidão e respostas extensivo a zonas do vale a jusante

3.56

informação documentada

informação que se requer que seja controlada e mantida por uma organização (3.18) e o meio no qual ela está contida

Nota 1: Informação documentada pode estar em qualquer formato ou meio, e pode ser proveniente de qualquer fonte

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

3.57**desenvolvimento sustentável**

desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de suprir suas próprias necessidades

3.58**responsabilidade social**

responsabilidade de uma organização (3.18) pelos impactos (3.62) de suas decisões e atividades na sociedade e no meio ambiente (3.60), por meio de um comportamento ético (3.61) e transparente que:

- contribua para o desenvolvimento sustentável (3.57), inclusive a saúde e bem-estar da sociedade
- leve em consideração as expectativas das partes interessadas (3.11)
- esteja em conformidade com a legislação aplicável e seja consistente com as normas internacionais de comportamento (3.61)
- esteja integrada em toda a organização (3.18) e seja praticada em suas relações

Nota 1: Atividades incluem produtos, serviços e processos

3.59**comportamento ético**

comportamento que esteja de acordo com os princípios aceitos de uma conduta moral e correta no contexto de uma situação específica e que seja consistente com normas internacionais de comportamento (3.61)

3.60**meio ambiente**

circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações.

3.61**normas internacionais de comportamento**

expectativas de comportamento organizacional socialmente responsável oriundas do direito internacional consuetudinário (direito que surge dos costumes de uma certa sociedade, não passando por um processo formal de criação de leis), dos princípios geralmente aceitos de leis internacionais ou de acordos intergovernamentais que sejam universalmente ou praticamente universalmente reconhecidos

Nota 1: Acordos intergovernamentais incluem tratados e convenções

Nota 2: Apesar do direito internacional consuetudinário, dos princípios geralmente aceitos de leis internacionais e de acordos intergovernamentais serem originalmente direcionados a governos, eles expressam objetivos e princípios aos quais todas as organizações podem aspirar

Nota 3: As normas internacionais de comportamento evoluem com o tempo

3.62

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

impacto

mudança positiva ou negativa na sociedade, economia ou no meio ambiente (3.60), total ou parcialmente resultante das decisões e atividades passadas e presentes da organização

4. Princípios**4.1 Generalidades**

A adoção do sistema integrado de gestão em segurança vem a ser decisão estratégica para prover os núcleos populacionais a jusante de barragens com recursos de prevenção, preparação e resposta a eventuais emergências por inundações provenientes de rupturas de barragens.

Estruturado para gerenciar riscos e emergências é solução integrada à gestão da segurança da barragem e do vale a jusante.

Todo empreendimento, por certo, tem por um dos objetivos a preservação da integridade física, moral e mental de seus colaboradores e população circunvizinha, bem como a proteção do patrimônio e meio ambiente.

Gerenciar processos inter-relacionados e interdependentes na forma de um sistema contribui para a eficácia e a eficiência do empreendimento em atingir seus objetivos relacionados à segurança, pois o risco, efeito da incerteza nos objetivos, como se sabe, é predominante em todo o ciclo de vida do empreendimento, desde o projeto até a desmobilização.

Como será visto adiante, riscos podem emergir mudar ou desaparecer à medida que os contextos externo e interno ao empreendimento mudem no espaço e no tempo. A gestão de riscos, um dos pilares da gestão de segurança, antecipa, detecta, reconhece e responde a estas mudanças e eventos de maneira mais apropriada e oportuna.

4.2 Abordagem de processo

Esta diretiva recomenda a adoção da abordagem de processo no desenvolvimento, implementação e melhoria da eficácia do Sistema de Gestão da Segurança - SGS. Compreender e praticar a gerência de processos inter-relacionados e interdependentes é fator de sucesso em relação a elevação do desempenho.

4.3 Ciclo PDCA

A base para a abordagem de processo que sustenta um sistema de gestão em Segurança é fundamentada no conceito Plan-Do-Check-Act (PDCA). O ciclo PDCA é um processo iterativo para alcançar a melhoria contínua. O ciclo pode ser aplicado a um sistema de gestão de segurança e a cada um dos seus elementos individuais. O ciclo PDCA pode ser brevemente descrito como a seguir.

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

- **Plan** (Planejar): estabelecer os objetivos e os processos necessários para entregar resultados de acordo com as políticas das instituições;
- **Do** (Fazer/Operar): implementar os processos conforme planejado;
- **Check** (Checar/Avaliação): monitorar e medir os processos em relação às políticas das instituições, incluindo seus compromissos, objetivos e critérios operacionais e reportar os resultados;
- **Act** (Agir/Melhorar): tomar ações buscando melhoria contínua.

5. Contexto

Convém que as questões externas e internas de natureza estratégica que possam vir a impactar os resultados pretendidos em segurança de pessoas e patrimônio sejam identificadas, compreendidas, analisadas e monitoradas com regularidade.

Abordagem comum para a gestão de segurança aplicada à diferentes contextos, mas que vão ao encontro do mesmo resultado, beneficiam gestores de diferentes instituições e partes interessadas, pois permite o trabalho conjunto colaborativo por meio de liderança compartilhada e garante a execução de ações efetivas por meio da complementariedade de atribuições.

5.1 Vale jusante

No exame do contexto pertencente ao vale a jusante, podem estar incluídos fatores de risco e vulnerabilidade, destacando-se, mas não limitando-se aos descritos abaixo:

- físicos:** Características de edificações, indústrias químicas, refinarias, barragens, infraestruturas essenciais como captações e estações de tratamento de água (ETA), estações de tratamento de esgoto (ETE), subestação de distribuição de energia elétrica, escolas, postos de saúde e hospitais, hotéis e pousadas, marinas e etc;
- sociais:** Gênero, idade, família, número de moradores por residência, relações de parentescos entre indivíduos, condição social, estrutura e união familiar, grupo étnico, envolvimento comunitário, grau de escolaridade, alfabetização e etc;
- econômicos:** Renda familiar, emprego formal ou informal, acesso a benefícios sociais, condição econômica, casa própria ou alugada, acesso a tecnologias de informação e etc;
- saúde:** Existência de pessoas com necessidades especiais (PNE);
- ambientais:** Áreas de proteção permanentes (APP), unidades de conservação (UC), cursos de águas, lagoas e represas e etc;
- liderança:** Presença de órgão de proteção e defesa civil municipal; lideranças comunitárias, união comunitária, planos diretores e etc.
- outros:** Presença de animais de estimação, conhecimento da barragem, medo de saques, criação de animais, ideologias e etc.

Convêm a avaliação dos fatores apresentados de modo a identificar maior ou menor efetividade para prontidão e capacidade de resposta durante uma emergência.

Convém identificar eventuais medidas estruturais e não estruturais planejadas ou em desenvolvimento que possam convergir aos objetivos de proteção de vidas e redução de danos patrimoniais.

Dentre as medidas não estruturais, as que promovem o engajamento das pessoas, transformando-as de vulneráveis a colaboradoras das ações de preparação e resposta a emergências são bem apropriadas.

Convém que o envolvimento da comunidade e seus representantes no desenvolvimento do sistema integrado de gestão de segurança, ocorram o quanto antes, precedendo processos de cadastramento sociodemográfico e instalação de infraestrutura de emergência, se aplicáveis para o contexto em análise.

Esse engajamento pode ser entendido como um processo que vai da sensibilização para o risco até a mudança de atitude em prol de ações de respostas sustentadas por cultura de segurança.

Buscar a participação do povoamento, além de política inclusiva de cidadania para a qual o Empreendedor da barragem pode contribuir, fortalece a imagem do empreendimento na medida em que, através do conhecimento, as pessoas sentem-se mais confortáveis e seguras em relação a emergências em potencial.

5.1.2 Organização e estrutura de proteção e defesa civil

As inundações decorrentes de cheias naturais ou rupturas de barragens impactam as áreas a jusante das barragens, em geral, povoadas.

A lei dispõe que a preservação das vidas desse povoamento é de competência das instituições de proteção e defesa civil do município, a quem compete elaborar planos de contingência com essa finalidade.

Neste contexto é de suma importância a criação, quando não existente, de um órgão responsável pela proteção da comunidade. Por exemplo, Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC) ou órgão similar e de Núcleo Comunitário de Proteção e Defesa Civil (NUPDEC) em apoio às ações da COMPDEC.

Convêm que as estruturas de comando, coordenação e operação desses órgãos sejam integradas por profissionais de carreira e representantes da sociedade civil, líderes e voluntários da comunidade pertencente ao vale a jusante.

Convêm que aos profissionais nomeados pelo governo municipal vigente sejam atribuídas funções considerando as características de atuação deste tipo de profissional - descontinuidade (processo eleitoral) - sob pena de perda do conhecimento adquirido e transmitido durante o processo de gestão da segurança.

5.2 Barragem

A legislação federal (Lei nº 12.334/2010) e resolução da agência regulatória (Resolução Normativa nº 695/2015) atribui ao empreendedor da barragem competências relacionadas à definição de estratégias e meio de divulgação e alerta para a Zona de Autossalvamento (ZAS).

Convém ao empreendedor, responsável legal por danos à vida e ao patrimônio e sujeito às penalidades, tomar iniciativas de interlocução com as instituições municipais e estaduais, quanto à compreensão das competências recíprocas em relação às práticas de proteção das vidas e mitigação dos danos a jusante das barragens.

No exame do contexto da barragem podem estar incluídos aspectos empresariais, destacando-se, mas não limitando-se aos descritos abaixo:

- a) visão, missão e valores;
- b) governança, estrutura organizacional e competências;
- c) estratégias, objetivos e políticas;
- d) cultura institucional ou organizacional;
- e) disponibilidade de recursos humanos, financeiros, materiais e conhecimento (por exemplo, capital, tempo, pessoas, propriedade intelectual, processos, sistemas e tecnologias);
- f) dados, sistemas de informação e fluxos de informação;
- g) relações contratuais e compromissos;
- h) interdependências e interconexões.

5.2.1 Organização e estrutura do empreendedor da barragem

Convém que a estrutura organizacional e funcional do empreendimento incorpore liderança comprometida com missão, valores e política integrada da empresa em qualidade, proteção ambiental e segurança aplicável ao âmbito interno e externo (vale a jusante).

À liderança compete o provimento de gestores vinculados à empresa ou terceirizados com perfis qualificados e alinhados com a visão e objetivos do negócio. Em decorrência, os gestores indicados devem assumir o desafio de promover:

- a) a segurança interna e externa ao empreendimento;
- b) gestão inclusiva, que busque o envolvimento apropriado e oportuno das partes interessadas;
- c) a compreensão da dinâmica da gestão de riscos agindo proativamente às mudanças;
- d) o entendimento quanto a influência do comportamento humano e cultura de segurança em todos os aspectos da gestão de riscos.

Funcionalmente, é esperado que esses gestores operem em sintonia fina como parte da liderança compartilhada contribuindo com os agentes de proteção e defesa civil no estabelecimento e atualização de todas as políticas, procedimentos e protocolos previstos no sistema integrado de gestão de segurança, processos de planejamento, preparação e resposta às emergências em potencial.

6. Liderança e estrutura

O SIGS é aplicável aos níveis estratégico e operacional. É recomendável relacionar objetivos de segurança, proteção social e ambiental à objetivos empresariais (barragem) e institucionais (órgãos de proteção e defesa civil).

6.1 Comprometimento

Dentre os pressupostos de uma gestão eficaz em segurança está o de liderança ativa, que, mediante poder de persuasão, pode assegurar e proporcionar, mas não se limitar a:

- a) orientação de políticas de proteção e segurança social para ações e comportamentos;
- b) alocação dos recursos necessários;
- c) atribuição de autoridades e responsabilidades em níveis apropriados;
- d) alinhamento da gestão de segurança com os objetivos e a estratégia do negócio.

É apropriado enfatizar que, em emergências ou crises, o papel de liderança é diferente de papel de gestor, pois enquanto esse se concentra em questões operacionais, o líder é sensível ao comportamento das pessoas face à conjuntura adversa.

Logo é desejável que, mesmo na crise, a liderança apresente características desejáveis, dentre outras:

- a) Empatia;
- b) Habilidade no relacionamento e comunicação com as pessoas;
- c) Capacidade de influenciar o grupo para alcance dos objetivos, no caso a segurança de todos.

6.2 Matriz de competências institucionais

É indispensável que na gestão dos processos estejam claramente definidos os fatores a seguir:

- a) as fases;
- b) o processo e a fase à que ele se refere;
- c) as relações e interdependências entre os processos;
- d) o coordenador ou gestor do processo;
- e) a finalidade do processo;

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

- f) as atribuições e atividades;
- g) os produtos a serem entregues.

Em decorrência, aos gestores são atribuídas responsabilidades, das quais, os mesmos só podem desincumbir-se satisfatoriamente, ou seja, sem prejuízo aos processos e resultados, a partir de definições claras de autoridade equivalente. Autoridade implica em autonomia, gestão de recursos, amplitude de comando, dentre outros.

Contribui para o ânimo geral, confiança nos objetivos e eficiência dos processos, o conhecimento por todos os envolvidos das responsabilidades e autoridades em geral, divulgadas com regularidade e facilmente acessíveis.

Em gestão de segurança de vales a jusante de barragens as competências extrapolam o âmbito do empreendimento, fazendo-se necessário integrar setores responsável pela segurança e emergência da barragem aos agentes externos por meio de comitês ou grupos trabalhos, que assegurem:

- a) comunicação entre as partes interessadas;
- b) orçamento de investimentos realista;
- c) manutenção da gestão de segurança conforme planejado;
- d) efetivação das entregas dos processos;
- e) atualização e monitoramento contínuo de dados e estruturas do sistema;
- f) alta probabilidade de eficácia na prontidão e resposta do povoamento do vale a jusante objetivando o salvamento de vidas.

6.3 Responsabilidade social

No contexto da responsabilidade social, respeito pelo estado de direito significa que a organização obedece a todas as leis e regulamentos aplicáveis.

Logo, convém que sejam tomadas medidas para o monitoramento legal e comunicação aos gestores do risco sobre obrigações e responsabilidades.

É esperado que as instituições gestoras do risco:

- a) cumpram requisitos legais em todas as jurisdições em que opera, mesmo que essas leis e regulamentos não sejam fiscalizados adequadamente;
- b) assegure-se de que suas relações e atividades estejam em conformidade com a estrutura legal pretendida e aplicável;
- c) mantenha-se informada de todas as obrigações legais;
- d) avaliem periodicamente suas conformidades legais.

6.4 Comunicação e consulta a nível institucional

É fundamental dispor de processos-chave de comunicação entre as equipes da liderança compartilhada, bem como processos-chave de consultas às partes interessadas a exemplo das pessoas localizadas no vale a jusante.

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

Para esta parte interessada, a comunicação busca promover a participação e a conscientização, e permite o entendimento do risco potencial, enquanto a consulta envolve obter retorno e informações para auxiliar a tomada de decisão.

Consultas permitem conhecer as expectativas e, por conseguinte, favorecem as decisões de planejamento. Oportunizar consultas pode permitir que informações pertinentes sejam compartilhadas e coletadas como apropriado para apoiar a estrutura e facilitar a aplicação eficaz da gestão de segurança

Convém que os métodos e conteúdo de comunicação e consulta estejam adequados às características culturais e socioeconômicas das partes envolvidas e interessadas.

Convém que a liderança compartilhada estabeleça comunicação coordenada, dentro e entre as organizações, para fortalecer a credibilidade, evitar ambiguidades e neutralizar a disseminação de informações incorretas.

Em geral organizações interpretam eventos de diferentes perspectivas, em razão de missão, capacidades, tradições e maneiras de ver a melhor estruturação para esforços de comando. Muitas causas de conflitos entre instituições ou organizações provem de interesses diferentes com objetivos diferentes ou perspectivas diferentes.

Em cenários operacionais envolvendo mais de uma instituição ou organização é desejável que indivíduos e equipes trabalhem para construir confiança mútua e preservá-la por meio de:

- a) reconhecimento e adaptação de códigos culturais, hábitos e rituais dos pares;
- b) familiarização e gerenciamento de relações de poder, status e hierarquias;
- c) sentimento instintivo favorável à empatia e controle das próprias emoções.

Particularmente, em relação à gestão do risco, o propósito da comunicação e consulta é auxiliar às partes interessadas na compreensão do risco e no entendimento sobre as decisões a serem tomadas e por quais razões tais ações específicas são requeridas.

Convém que ocorra comunicação e consulta com partes interessadas apropriadas externas e internas, no âmbito de cada etapa e ao longo de todo o processo de gestão de riscos.

Comunicação e consultas relacionadas à gestão do risco visam, mas não se limitam em:

- a) reunir diferentes áreas de especialização para cada etapa do processo de gestão de riscos;
- b) assegurar que pontos de vista diferentes sejam considerados apropriadamente ao se definirem critérios de avaliação e tolerabilidade ao risco;
- c) fornecer informações suficientes para facilitar a supervisão dos riscos e a tomada de decisão;

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

- d) promover o monitoramento contínuo e melhoria dos processos;
- e) construir um senso de inclusão e propriedade entre as pessoas em risco.

6.5 Informação documentada

É recomendável produzir e manter informações documentadas de processos.

A extensão em que deve ser mantida, a mídia e métodos de atualização e consulta podem ser determinadas por vários fatores, dentre os quais:

- a) necessidade de demonstrar o atendimento aos seus requisitos legais e outros requisitos;
- b) complexidade de processos e suas interações;
- c) competência de pessoas que realizam os trabalhos sob o controle da liderança compartilhada;
- d) nível tecnológico utilizado pela liderança compartilhada e disponível.

Convém definir sistema amigável de identificação e controle da informação documentada em termos de:

- a) formas de distribuição e de acesso;
- b) formas de uso e atualizações;
- c) formas de arquivamento e preservação;
- d) controle de alterações e versões;
- e) retenção e disposição.

7. Gestão de risco barragem e vale a jusante

7.1 Amplitude

O cenário em foco são vales a jusante de barragens, suscetíveis a desastres por ameaças de inundações que venham a impactar o povoamento em condições de vulnerabilidade, edificações civis ou públicas, infraestrutura, obras de arte, meio ambiente, entre outros.

A gestão integrada de segurança inclui a avaliação de riscos da barragem e do vale a jusante.

O processo de avaliação de risco engloba processos interdependentes, a saber: identificação de riscos, análise de riscos e ação de avaliação de riscos.

Por fim processos de tratamento de riscos são necessários para preparar o povoamento para a prontidão e resposta.

As atividades de planejamento, preparação e respostas, podem ser englobadas como processos da fase de tratamento do risco e estão contempladas nos processos da gestão de segurança.

A Figura 5 apresenta os processos da gestão de risco.

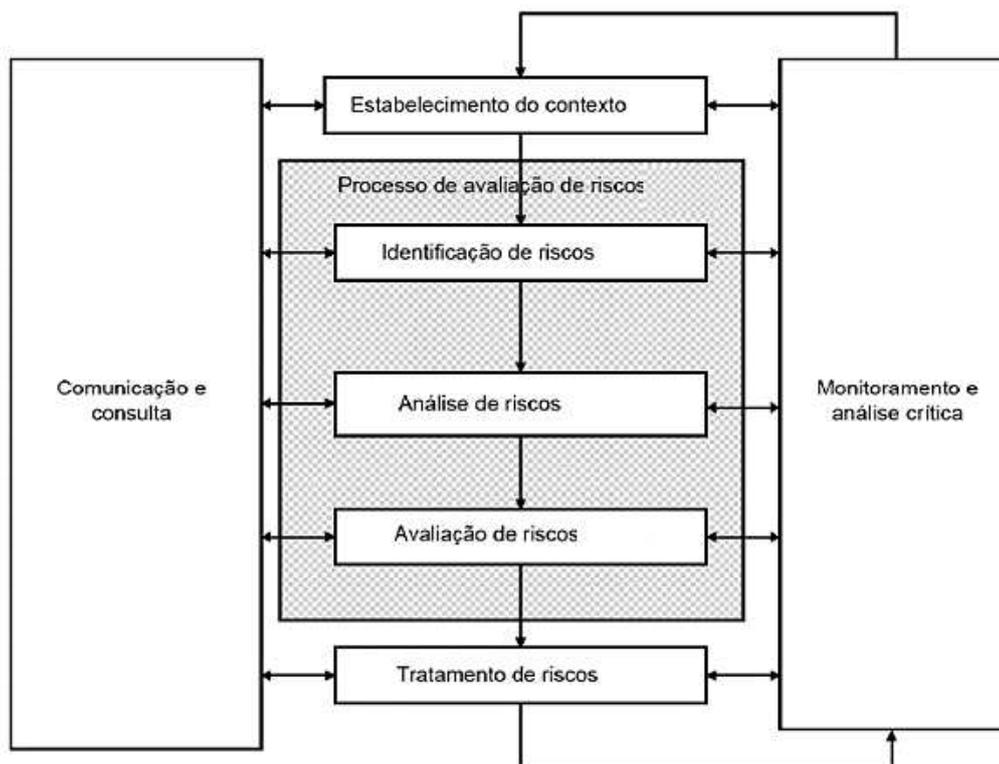


Figura 2. Estrutura, princípios e processos de gestão de risco. Fonte: ABNT NBR ISO 31000.

7.2 Identificação de riscos

Sistemas de gestão de segurança tem por objetivos a preservação da saúde e vida das pessoas, bem como as riquezas naturais e materiais.

Inundação é um risco a ser considerado em áreas situadas a jusante de barragens. Não há barragens sem risco, embora ele seja graduado normativamente ou estatisticamente em função de probabilidades de ocorrência do evento e nível de consequência que o evento pode causar.

As barragens podem falhar por um, ou uma combinação dos seguintes motivos, mas não limitando-se a:

- a) inundações que excedem a capacidade da barragem;
- b) falha estrutural de elementos da barragem ou de materiais utilizados na construção da barragem;
- c) falhas de naturezas diversas no sistema extravasor;
- d) movimento e/ou falha da fundação que sustenta a barragem;
- e) liquefação de barragens de aterro;
- f) fissuração e instabilização em barragens de concreto;
- g) erosão interna do solo em barragens de aterro;
- h) manutenção inadequadas;

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

i) atos deliberados de sabotagem.

Em geral inundação é descrita pela vazão resultante da falha da barragem, altura da lâmina de água e tempos de chegada da onda às diferentes zonas do vale a jusante.

Convêm que empreendedores de barragens realizem a gestão de risco da barragem para minimizar e ou eliminar fontes potenciais de falhas que poderiam resultar em uma ruptura.

7.3 Análise do risco

Qual a natureza e características do risco? Qual o nível do risco? Quais são as fontes? Que consequências acarretam? Qual a probabilidade? Existem diferentes cenários? Nesta etapa do processo, deve-se trabalhar as respostas para essas perguntas.

Em se tratando de riscos de inundação por cheia ou ruptura de barragem, as zonas potencialmente inundáveis podem ser identificadas por estudos de simulação de cheia induzida com a utilização de modelos hidrodinâmicos.

O mapeamento das zonas potencialmente inundáveis e o conhecimento dos parâmetros de propagação da onda em cada trecho do vale a jusante e do seu tempo de chegada permite efetuar um zoneamento do risco por diferentes níveis de periculosidade, uma vez que as zonas suscetíveis à inundação são afetadas pela a cheia induzida de forma distinta.

A análise de riscos subsidia o processo de avaliação de riscos.

7.4 Avaliação do risco

A partir da identificação e análise dos riscos é possível determinar a frequência ou probabilidade do risco e a severidade dos danos e consequentemente os níveis do risco e critérios de aceitação.

De risco tolerável (risco reduzido, onde probabilidade é baixa e os danos são inexpressivos ou inexistentes) à risco intolerável (risco máximo, onde há alta probabilidade de ocorrência e danos elevados). Uma situação intermediária e comumente encontrada é uma barragem com baixa probabilidade de falha associada à um dano potencial elevado.

Definição de critérios de aceitação auxiliam na determinação de prioridades e tratamentos, isto é, riscos intoleráveis naturalmente tem maior prioridade que riscos de menor graduação. Revisão de critérios ou realização de análises adicionais também são decisões comuns nessa etapa.

A caracterização geral do vale a jusante da barragem pode nortear a avaliação da severidade (dano potencial) a partir dos seguintes fatores, mas limitando-se a:

- a) proteção e defesa civil constituída e estruturada;
- b) tipo de povoamento existente (rural, urbano, misto ou disperso);
- c) número de habitantes residentes;
- d) número de ocupantes temporários;
- e) portadores de necessidades especiais;
- f) tipo de ocupação social (primária, secundária ou terciária);
- g) infraestruturas importantes;
- h) áreas naturais com estatuto de proteção especial;
- i) patrimônio com interesse histórico.

O entendimento dos impactos da cheia induzida, por zona de impacto, no vale a jusante pode contribuir para avaliação da severidade dos danos.

7.4.1 Valoração econômica dos dados

Um ponto de grande relevância para a gestão integrada de segurança é a estimativa e ciência entre a liderança compartilhada, da valoração econômico-financeira dos impactos associados a incidentes na barragem.

É fundamental para definições de aceitação de riscos em fase apropriada do processo de avaliação de riscos.

Para a quantificação dos riscos em termos financeiros e consequente monetização dos dados, pode-se adotar as seguintes áreas de impacto, mas limitar-se a:

- a) **saúde e segurança**: perdas de vidas e lesões,
- b) **meio ambiente**: áreas de proteção permanente, unidades de conservação, cursos de água, mortandade de peixes, etc.
- c) **econômica**: edificações, veículos, infraestrutura pública, perdas dos setores industriais, serviços e agropecuária, lucros cessantes e etc.
- d) **social**: realocação da população, isolamento de comunidades, danos ao patrimônio histórico e cultural.
- e) **orgãos reguladores**: multas, processos e interdições.

Estes danos podem ser distinguidos entre tangíveis, aqueles passíveis de mensuração em termos monetários e intangíveis os que se relacionam a bens ou fatos de difícil quantificação/divulgação. Alguns são até considerados indesejáveis ou inapropriados, por razões éticas ou ideológicas.

Os danos em potencial também podem ser classificados e demonstrados como diretos (diretamente atribuídos aos impactos da água e dos destroços ao bem atingido) e indiretos (atividades sociais e econômicas interrompidas por causa da

inundação e suas consequências em termos de perdas de valor, aumento de valores de seguros, desemprego, redução de salários), dentre outros.

7.5 Tratamento do risco

A visão geral dos riscos, disponível nesta etapa, subsidia análises estratégicas e definição dos objetivos empresariais e institucionais.

É hora de cotejar soluções, avaliar opções e tomar decisões quanto às ações necessárias à proteção dos núcleos populacionais situados no vale a jusante e minimização dos prejuízos materiais.

Selecionar alternativas ao tratamento dos riscos, considerando-se questões éticas e de responsabilidade social, é balancear os benefícios potenciais face aos custos dessas ações.

As medidas não estruturais fundamentais para o tratamento de riscos em vales a jusante, estão previstas nesta diretiva, respectivamente nas seções 5 – Contexto, 6 – Liderança e estrutura, 8 – Gestão Integrada de Segurança, 12 – Avaliação de desempenho e conformidade e 13 – Melhoria.

Medidas estruturais, ou de oportunidade, como a remoção do povoamento do vale a jusante, e outras, abaixo relacionadas, nem sempre são factíveis:

- a) evitar o risco, descontinuando ou removendo a fonte do risco;
- b) mudar a probabilidade;
- c) mudar as consequências;
- d) compartilhar o risco (contratos, seguros, etc.);
- e) reter e tolerar o risco por decisão fundamentada.

A justificativa para o tratamento de riscos é mais ampla do que apenas considerações econômicas, convém que a liderança considere os valores, percepções e potencial envolvimento do povoamento.

O tratamento de riscos também pode introduzir novos riscos que precisam ser avaliados como, por exemplo, acidente em trânsito durante a fase de resposta às emergências (evacuação).

8. Sistema Integrado de Gestão de Segurança - SIGS

O escopo do SIGS e suas variáveis podem são apresentados na Figura 3.

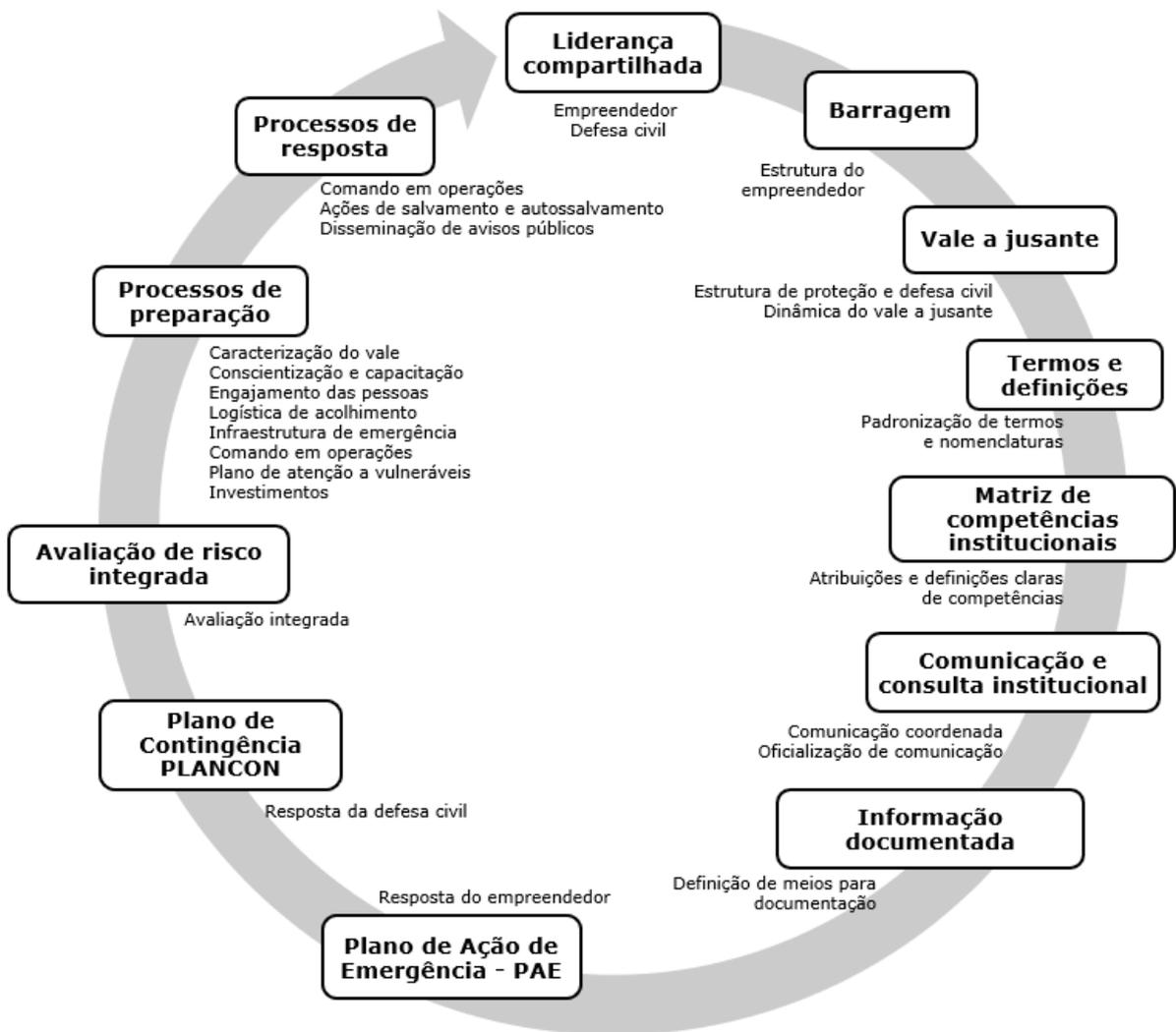


Figura 3. Gestão Integrada da Segurança entre a barragem e o vale a Jusante. Fonte: Próprio Autor

8.1 Planejar globalmente e desenvolver pontualmente

O macroprocesso do sistema integrado de gestão de segurança representando todos os processos integrados e inter-relacionados, permite visualizar os ganhos de planejar o todo e desenvolver por partes.

Toda construção traz implícita determinada ordem de prioridade de execução, de natureza técnica, estratégica, econômico-financeira, dentre outras.

Notadamente em relação ao engajamento da população de áreas de risco essa consideração é de vital importância, pois qualquer atividade que demande informações e/ou participação desta teria que ser antecedida de atividades de sensibilização, a fim de se obter os resultados esperados de comprometimento.

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

Desta forma, a estratégia do planejar globalmente e desenvolver pontualmente pode significar alta produtividade, expurgados custos de duplicidades, retrabalhos, desgastes de imagens e outros.

Estratégia diferenciada também pode agregar valor.

8.2 Avaliação de risco integrada

A avaliação integrada de risco deverá contemplar principalmente:

- a) avaliação do PAE e PLANCON de modo a identificar fragilidades e melhorias
- b) avaliação das equipes de trabalho considerando a capacidade técnica e perfil desejado;
- c) necessidade de caracterização e mapeamento do vale a jusante;
- d) necessidade de programa de conscientização, treinamentos e capacitação às partes interessadas;
- e) necessidade de definição de estratégia e plano de comunicação diferenciados com as partes interessadas de modo a evitar a disseminação de rumores;
- a) necessidade de infraestrutura de emergência (sinalização de emergência e sistema de alerta público);
- b) necessidade de obras de infraestrutura para instalação de equipamentos;
- c) necessidade de operação e manutenção do sistema de alerta público;
- d) necessidade de operação e manutenção da sinalização de emergência;
- e) estruturação e definição do fluxo de informações para os processos de notificação e alerta em caso de emergência (responsáveis pelo monitoramento e acionamento do sistema de alerta público);
- f) necessidade de recursos de contingência necessários (fornecimento de energia, recursos humanos especializados, fontes alternativas de água potável, locais de acolhimento, transporte e etc.);
- g) necessidade de identificação de potenciais fornecedores;
- h) necessidade de definição de estratégias de operacionalização junto às partes interessadas;
- i) necessidade de contratação de serviços e equipamentos;
- j) necessidade de obtenção de licenciamentos ou autorizações para uso de espaços públicos e privados;
- k) necessidades de aquisição e/ou locação de áreas para instalação de infraestruturas de emergência;
- l) necessidade de aquisição de equipamentos e materiais de segurança;
- m) necessidade de realização de consultas públicas sobre PLANCON;
- n) necessidade de realização de audiências públicas;

8.3 Processos do SIGS

Para alcançar os resultados planejados em segurança, a governança, liderança ou coordenação do sistema de gestão integrado devem estabelecer, implementar, manter e melhorar continuamente o mesmo.

De início, cabe determinar e mapear para o Sistema Integrado de Gestão de Segurança – SIGS, principalmente:

- a) quais os processos;
- b) entradas e saídas esperadas de cada processo;
- c) sequência e interação entre os processos;
- d) métodos e critérios de controle eficazes;
- e) orçamento de recursos e disponibilidade financeira;
- f) relacionamento com outros processos organizacionais ou institucionais;
- g) acesso e consulta às informações;
- h) métodos de comunicação entre as partes.

Manter informações documentadas dos processos, na variedade e nível tecnológico de sistemas de informação gerencial de cada empreendimento, pode assegurar:

- a) gestão por abordagem de processos - fundamento principal do SGS;
- b) visão macro e detalhada da integração e interdependência entre os processos;
- c) padronização, de forma a tornar possível estabelecer indicadores e avaliações;
- d) análise crítica visando melhorias e inovações, logo a produtividade;
- e) escalabilidade e volume, mantendo-se a qualidade do serviço.

Convêm que sejam estabelecidos processos de preparação e resposta no âmbito da gestão de segurança de modo a atingir os objetivos integrados de segurança entre a barragem e o vale a jusante.

9. Planejamento

Convêm que, antecedente às fases de preparação (**10**) e resposta (**11**) sejam aplicadas as fases destacadas em **3 – Termos e definições, 4 – Princípios, 5 - Contexto, 6 - Liderança e estrutura, 7 - Gestão de risco barragem e vale a jusante e 8 – Sistema integrado de gestão de segurança** de modo a garantir a construção do SIGS e atingir os objetivos em segurança no vale a jusante de barragens.

10. Preparação

10.1 Conscientização e capacitação

A solução de segurança entre a barragem e vale a jusante tem como pré-requisitos a conscientização e capacitação dos níveis de comando, coordenação e operações e partes interessadas quanto aos objetivos e a importância de sua participação individual para o atingimento dos objetivos.

10.1.1 Sistema de comando em operações

A adoção de um sistema de comando em operações como instrumento de resposta à emergência permite que pessoas de diferentes organizações se integrem rapidamente em uma estrutura de gerenciamento comum, facilitando a integração das comunicações e os fluxos de informações.

Essa estratégia objetiva a criação de equipe formada, reciclada e capacitada para atuação, pelo menos, nos seguintes aspectos:

- a) exercícios simulados de operações em emergências;
- b) princípios de comando em operações de incidentes;
- c) estrutura e funções;
- d) instalações;
- e) gerenciamento de recursos;
- f) primeiras respostas;
- g) comunicação;
- h) consultas e registros.

Agentes multiplicadores desenvolvem papel de mediadores nos processos de ensino e aprendizagem do conteúdo relacionado à proteção e defesa civil. Assim, são responsáveis pelo engajamento das pessoas aos esforços de preparação e resposta à emergência, possibilitando que sejam criadas ou aperfeiçoadas as formas de responder aos incidentes de modo a preveni-los.

Aos multiplicadores, em termos de capacitação, podem ser proporcionadas oportunidades de aperfeiçoamento relacionadas com:

- a) estratégias e ações de sensibilização de pessoas para riscos de incidentes;
- b) comunicação 360º, isto é, em todos os níveis e direções;
- c) mobilização planejada de grupos de pessoas simultaneamente;
- d) facilitações de processos de ensino-aprendizagem;
- e) planejamento de atividades em comunidades;
- f) utilização de ferramentas pedagógicas;
- g) tipos e usos de equipamentos de segurança coletivos e individuais;
- h) exercícios simulados de operações em emergências.

10.1.2 Proteção e defesa civil

O quadro de pessoal das COMPDECs e dos NUPDECs instituídos no município com responsabilidade de gestão de segurança e proteção aos núcleos populacionais do vale a jusante, em posição de comando ou de colaboração, podem ser integrados por profissionais de carreira em órgãos públicos nomeados pelo governo municipal, representantes de sociedades civis, líderes comunitários e voluntários.

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

Cargos comissionado ou voluntariado, por natureza, potencializam a necessidade de capacitação específica visando competência especializada.

Desta forma, convém, que a Coordenadoria de Proteção e Defesa Civil (COMPDEC):

- a) determine a competência necessária de pessoas que estão incumbidas de ações de planejamento, preparação e resposta à incidentes no vale;
- b) assegure que essas pessoas sejam competentes, com base em educação, treinamento ou experiência apropriados;
- c) determine as necessidades de treinamento associadas aos perigos, impactos e emergências;
- d) determine as necessidades de treinamento acerca do SIGS;
- e) onde aplicável, tome ações para adquirir a competência necessária e avaliar a eficácia das ações tomadas.

A COMPDEC deve assegurar também que, o pessoal em posição de comando ou de colaboração, estejam conscientes quanto:

- a) a legislação, políticas e planos municipais aplicáveis ao vale de jusante, visando a proteção das pessoas, dos animais e das benfeitorias;
- b) as características socioeconômicas do vale e dos impactos de inundação reais ou potenciais associados que podem ser mitigados;
- c) a contribuição para a eficácia do sistema de gestão de segurança do vale integrado ao da barragem.

10.1.2 Empreendedor da barragem

Convém que sejam estabelecidos treinamentos técnicos funcionais e operacionais específicos e abrangentes para os responsáveis pela gestão da emergência do empreendedor. Deve-se levar em consideração a estruturação do processo, fluxograma de notificações estabelecidos e estratégia de gestão de incidentes para cada caso.

Importante definir apropriadamente a modalidade das ações de treinamentos e capacitação de modo a assegurar a prontidão e resposta em caso de emergência na barragem e no vale a jusante.

10.1.3 Povoamento a jusante

Considerando que o povoamento a jusante esteja representado por colaboradores do empreendedor (funcionários e terceirizados), residentes e população flutuante, considera-se de vital importância a capacitação por meio de ações de conscientização e treinamentos de todas as pessoas que em algum momento estarão localizadas em áreas de risco do vale a jusante.

10.2 Engajamento das pessoas

10.2.1 Percepção do risco

A percepção do risco tende a ser subjetiva, ou seja, está associado com a forma como o usuário percebe ou avalia o risco.

Há vários fatores que afetam a percepção de riscos, gerando uma diferença ("gap") entre o risco real e o risco subjetivo.

É notório que o perfil das pessoas, tais como: maturidade, experiência e postura perante a vida interfere no entendimento e absorção dos conceitos de risco.

Os principais fatores estão ligados à avaliação e julgamento do risco, dentre os quais destacam-se:

- a) o medo originado pelo desconhecimento;
- b) a complacência que leva a subestimar o risco em função da habituação ao risco;
- c) a superestimação do risco. Nesse caso, pode estar supervalorizando a consequência, sem considerar a escala de probabilidade do risco.

A percepção do risco objetivo é muito importante para os serviços de proteção civil. O conhecimento e o reconhecimento dos benefícios obtidos com a barragem tendem a favorecer a percepção do risco controlado que ela pode favorecer.

Convém elaborar metodologia de participação comunitária desde o início do desenvolvimento do sistema de gestão. É certo que, a adesão qualificada da população a um trabalho de fomento à cultura da prevenção e da resposta ao "risco", esteja diretamente relacionada à quantidade e à qualidade do conhecimento que se tem sobre o empreendimento e os riscos inerentes ao seu funcionamento.

O engajamento da população residente na área de risco do vale a jusante em definições de sistemas de alerta público bem como em logística de autossalvamento, a predispõe positivamente para mobilização em ações programadas de resposta aos impactos potenciais, evacuação e sinal verde.

10.2.2 Cultura de segurança

Um dos objetivos principais do engajamento das pessoas é criação de uma cultura de segurança no vale a jusante, onde:

- a) a comunidade considera a segurança como um "valor" e não apenas uma prioridade;
- b) pessoas assumem a responsabilidade pela segurança de seus familiares, parentes e vizinhos além de si mesmos;
- c) existe a consciência de ir "além da obrigação".

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

Portanto, só é possível uma cultura de segurança onde há fomento e prática do comportamento seguro. Uma abordagem de segurança baseada em comportamento é aquela que:

- a) baseia-se em princípios sólidos sobre engajamento, motivação, ajuda, reforçando e sustentando comportamentos seguros;
- b) adota uma abordagem sistemática, examinando as motivações subjacentes a comportamentos, a fim de aumentar o comportamento seguro;
- c) baseia-se em esforço contínuo e não em disposições "únicas" ou periódicas;
- d) leva tempo para alcançar, no entanto, é possível monitorar as tendências utilizando os próprios resultados como fatores motivacionais.

Comportamentos de segurança esperados futuramente em incidente potencial de inundação podem ser monitorados, por exemplo, avaliando-se rotineiramente, presencialmente ou virtualmente, respostas a protocolos definidos e transmitidos em programas de sensibilização e/ou de fomento à cultura de prevenção e preparação para emergências, dos quais o avaliado tenha participado.

A seguir estão alguns requisitos, para abordagem em segurança, que produz resultados perceptíveis e duradouros e contribui para uma total cultura de segurança:

- a. forte compromisso de gestão para manutenção e melhoria da segurança comportamental;
- b. comunicação respeitosa, confiante e aberta entre a liderança compartilhada, agentes multiplicadores, povoamento e população flutuante;
- c. cultura aberta e rica em *feedback* entre lideranças, população e agentes multiplicadores.

10.3 Caracterização do vale a jusante

Sabe-se que riscos podem ser eliminados, reduzidos ou controlados. A eliminação pode ser factível a partir da adoção de medidas estruturais, dentre outras, a proibição de ocupação dessas áreas de risco ou remanejamento de residências e/ou empreendimentos já existentes, conforme determina a legislação federal.

A gestão de segurança, incluindo o planejamento preventivo, atividades de preparação e resposta à emergência, prevê medidas não estruturais de redução e controle de riscos no vale a jusante.

Nesse sentido, o conhecimento das características geográficas, socioeconômicas e ambientais do vale a jusante são pré-requisitos fundamentais para a definição dos tratamentos dos riscos, mediante redução ou controle, como por exemplo, utilização de sistemas de alertas públicos e sinalização de emergência (infraestrutura de emergência).

Nesse sentido, pode-se afirmar que a caracterização do vale a jusante promove e facilita a compreensão compartilhada da realidade cultural, geográfica e humana

em prol da eficácia na proteção das vidas dos núcleos populacionais fixadas no vale.

O escopo e amplitude da caracterização do vale a jusante podem considerar, mas não se limitar a:

- a) levantamento de informações sobre uso e ocupação da área (empreendimentos industriais, obras de infraestrutura, barragens, entre outros);
- b) vulnerabilidades naturais (áreas de proteção ambiental, unidades de conservação, cursos de água, entre outros)
- c) levantamento socioeconômico;
- d) vulnerabilidades sociais;
- e) levantamentos planialtimétrico e topográfico;
- f) obtenção de ortofotos de alta resolução para caracterização;
- g) cadastro de propriedades;
- h) inventário de benfeitorias.

Oportuno considerar também a necessidade delimitação física da Zona de Autossalvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária (ZSS).

Define-se por ZAS a zona a jusante da barragem onde se considera não haver tempo de intervenção das autoridades competentes para resgate ou apoio nas ações de evacuação por parte dos agentes de proteção e defesa civil. Nesse caso, os habitantes devem estar conscientizados e capacitados para o autossalvamento. Essa área pode ser delimitada a partir de estudos de impactos da onda da inundação. Por ZSS entende-se toda a região do vale de jusante potencialmente impactado e fora dos limites da ZAS.

10.4 Logística de salvamento e acolhimento

Atividade central do SIGS, a logística de salvamento e acolhimento, define as ações e recursos necessários à comunicação com o público e sua proteção, antes, durante e após eventuais incidentes.

A competência técnica e cultural, indispensável para esse planejamento logístico, provêm dos estudos antecedentes de avaliação de riscos e caracterização do vale a jusante, bem como da interação ávida da liderança compartilhada com o povoamento em atividades de engajamento.

A logística de salvamento e acolhimento pode ser compreendida, no mínimo, pelas dimensões apresentadas na sequência.

10.4.1 Infraestrutura de emergência

De imediato e antes de qualquer questão, tratando-se de situação de emergência em desenvolvimento, o desafio gerencial que se impõe é: como disseminar

mensagens específicas em um tempo hábil e para um público heterogêneo e como orientar o público durante a ocorrência?

A simplicidade é um dos fatores fundamentais para enviar a mensagem de forma eficiente e criar resposta desejada. Avisos, por princípio, devem prevenir reações de pânico e atitudes não assertivas para que sejam eficazes. Logo, é mandatório que a definição tanto da sinalização de emergência indicativa de rota de evacuação como do ponto de segurança, como do sistema de alerta público seja estruturada e planejada.

Por certo, um sistema de alerta público estruturado e planejado requer avaliação prévia dos riscos, bem como o conhecimento da vulnerabilidade dos núcleos de população situados no vale a jusante da barragem.

Quando a disseminação do aviso à população requerer repasse entre pessoas ou equipes, as responsabilidades pela constatação de eventuais emergências e autorização de expedição de avisos devem estar muito bem definidas. Essas responsabilidades devem ser de conhecimento de todos os envolvidos no sistema de avisos, principalmente dos núcleos populacionais.

A disseminação de avisos pressupõe a determinação de métodos de notificação e alerta apropriados, considerando canais de comunicação e respectivos alcances de cobertura espacial e distribuição geográfica desejadas.

Por notificação, entende-se a parte do aviso público que fornece informações essenciais às pessoas em risco sobre as decisões e ações necessárias para lidar com uma situação de emergências, enquanto alerta é a parte do aviso público que capta a atenção dos socorristas e das pessoas em risco em uma situação de emergência em desenvolvimento.

Avisos ao alcance da população flutuante e tratamento diferenciado a grupos de vulneráveis devem estar considerados na estratégia de avisos públicos.

Comunicações envolvendo incidentes caracterizam processo crítico contínuo, antes, durante e após a ocorrência. É desejável que incidentes tenham relato comum e confiável dirigido ao público em geral, via mídias sociais e mídia tradicional. Esse relato requer comunicação assertiva e perspicaz no sentido de proteger a imagem institucional.

Antes de incidentes, os objetivos de comunicação se concentram em educação pública com vistas à resposta desejada.

Um aviso público eficiente e eficaz para determinado vale jusante de barragem, compreendendo notificações e alerta, é aquele determinado pelos resultados de avaliação de riscos e que atenda ao menos os seguintes requisitos:

- a) requisitos legais e outros requisitos aplicáveis;

- b) forneça a estrutura para definir e analisar criticamente os objetivos de aviso público;
- c) seja planejado com antecedência;
- d) seja documentado, implementado e mantido;
- e) disponha de recursos humanos e técnicos para planejar, implementar, manter e melhorar o sistema de alerta público;
- f) seja comunicado a todas as pessoas que trabalham para ou em nome da organização;
- g) esteja disponível e seja comunicado ao público em geral e especialmente às pessoas em risco potencial;
- i) envolva consulta apropriada com partes interessadas;

Os métodos de avisos apropriados podem ser definidos considerando:

- a) fatores humanos que influenciem a eficácia das ações a serem tomadas
- b) o tempo necessário para permitir que as pessoas sigam as instruções;
- c) a disponibilidade, eficácia e confiabilidade técnica;
- d) a facilidade com que as pessoas possam acessar a mensagem transmitida, incluindo pessoas vulneráveis.

A seleção dos canais de comunicações pode ser orientada pela capacidade de cobertura máxima e distribuição oportuna, dentre os seguintes:

- a) multiuso público de pessoa para pessoa (telefones fixos e celulares, fax, telefone celular);
- b) radiodifusão pública (TV, rádio, transmissão por celular);
- c) mídia impressa (jornais, revistas, entre outros);
- d) sistemas dedicados (sirenes, alto-falantes, veículos com sistemas de alto-falantes, entre outros);
- e) mídia baseada em tecnologia da informação e comunicação (páginas da web, e-mail, SMS e mídias sociais);
- f) comunicação pessoal direta (porta a porta).

Na disseminação de avisos públicos convém que sejam utilizados vários canais de comunicação simultaneamente (redundância) e de forma complementar.

No SIGS estão previstos o monitoramento e avaliação periódica quanto à consistência e eficiência do método de aviso, canais de comunicação utilizados e sinalização de emergência.

10.4.2 Cadastro geral de recursos

É imprescindível manter banco de dados com informações necessárias para mobilização de recursos em tempo hábil, a saber:

- a) agentes públicos, agentes multiplicadores, lideranças comunitárias e voluntários;
- b) tipos de recursos operacionais, contatos e processos de liberação;

Esta Diretiva é Apêndice da Tese de doutorado intitulada:

Sistema de gestão como instrumento de integração entre a segurança de barragens e vales a jusante
MORAIS, V.H.P (2020)

- c) materiais, local e forma de armazenamento, entre outros
- d) locais de abrigo e acolhimento: identificação, capacidade, endereço, telefone, responsável e contato por atividades no local;
- e) cadastro de jornalistas e mídia em geral;
- f) plano de contingência para colapso de telecomunicações e eletricidade;
- g) recursos humanos especializados.

10.4.3 Plano de atendimento a vulneráveis

O mapeamento de pessoas vulneráveis e residentes no vale a jusante, informação obtida na etapa de caracterização do vale, possibilita a emissão de um Plano de Atendimento à Vulneráveis (PAV).

Esse plano pode ser elaborado por instituições ou unidades familiares que abriguem pessoas vulneráveis.

A COMPDEC pode apresentar modelo padrão, dar apoio e prover recursos para sua elaboração. Essa iniciativa termina por se converter em mais uma ação de engajamento da comunidade em prol do comprometimento desejado com a criação da cultura de segurança.

10.4.4 Investimentos

Nesta etapa de desenvolvimento do SIGS se consolida, a depender dos resultados das fases predecessoras, a visão do montante de investimentos eventualmente necessário em equipamentos de comunicação e sinalização a serem instalados no vale a jusante da barragem.

É notório que já não se trata de investimento de risco, por inadequação ou deterioração. Estudos anteriores em caracterização do vale e avaliação de riscos, bem como o feedback do engajamento das partes interessadas contribuem para o amadurecimento e identificação da solução adequada.

A deterioração esperada é apenas a da depreciação, face à expectativa do sentimento de pertencimento da comunidade em relação aos equipamentos e a conservação dos mesmos.

Procedimentos devem ser estabelecidos incluindo expedição de termos de referência técnica, avaliação de fornecedores, cotações e licenciamento de uso de área pública e ou locação aquisição de áreas privadas, para instalação de equipamentos e aquisição de materiais.

11. Resposta

11.1 Comando em operações em emergências

A atuação de proteção e defesa civil, em que pese às circunstâncias excepcionais de comportamento em situações de crise, convém que seja pautada pelos seguintes princípios:

- a) **ética**: respeito a primazia da vida humana e da dignidade humana por meio de neutralidade e imparcialidade;
- b) **unidade de comando**: todas as pessoas envolvidas nas ações de respostas, a qualquer momento, se reportem a apenas um supervisor;
- c) **trabalho conjunto**: coordenação integrada e cooperação sem distinção de pertencimento organizacional;
- d) **capacidade**: pessoas em nível de comando e controle operacional, bem como agentes e multiplicadores de proteção/defesa civil devidamente capacitados para agir conforme as situações previstas.

Convém que situações críticas de emergência no vale a jusante sejam gerenciadas por uma estrutura de comando unificada, que tenha por suporte um sistema de comando em operação, composto por procedimentos operacionais padrões, planos de atendimento emergencial ou planos de ação de emergência elaborados para situação de crise, conforme demanda, que a complexidade, fragmentação e desorganização do espaço físico e social vierem a exigir.

Compete ao comando de operações vigente avaliar cada situação e deliberar, quanto ao momento oportuno de destinação de notificações e alertas à população em área de risco.

Notificações e alertas previstos no sistema de alerta público de comum acordo entre empreendedor da barragem e COMPDEC referem-se a situações potenciais de emergência da barragem (notificação) e avisos de alerta sobre emergência em curso (alertas).

Embora a emergência venha a apresentar situações novas, convém que todas as ações de resposta estejam procedimentadas.

O que fazer, como e quando, foram definidos em processos anteriores do SIGS, isto é, processo de avaliação de riscos, que define as classes de risco, conforme zoneamento, processo de logística de salvamento e acolhimento e processo de conscientização e competências, dentre outros.

Convém que sejam elaboradas matrizes contendo procedimentos de respostas, quadro operacional comum, por níveis de responsabilidade, circunstâncias e ações esperadas específicas por zonas de impacto, conhecidas por ZAS e ZSS.

11.2 Salvamento e autossalvamento

A eficácia das ações de salvamento e autossalvamento está diretamente relacionada às ações precedentes previstas em processos do SIGS do vale a

jusante. A população residente no vale a jusante deverá estar fundamentalmente capacitada para:

- a) confiar nas notificações e alertas
- b) atender prontamente a ordem de evacuação total e evacuação vertical¹;
- c) seguir as rotas de evacuação em direção ao ponto de segurança previamente definidos e em quaisquer condições (dia, noite, chuva e etc.);
- d) orientar pessoas residentes ou em trânsito (população flutuante) em relação ao procedimento seguro;
- e) executar o Plano de Atendimento a Vulnerável (PAV), quando previsto;
- f) seguir orientações complementares de agentes de proteção e defesa civil quando estiverem nos pontos de segurança.

Convém que sejam elaboradas matrizes contendo procedimentos de respostas por circunstâncias e ações esperadas específicas por zonas de impacto, convencionalmente conhecidas por ZAS e ZSS.

12. Avaliação de desempenho

A eficácia do SIGS pressupõe que objetivos sejam medidos e ações de preparação monitoradas.

Portanto, devem ser determinados, em relação ao monitoramento e medição, o que precisa ser monitorado e medido, os métodos a serem utilizados, a periodicidade e outros parâmetros desejados.

Dentro do escopo de ações preparatórias definidas para o vale a jusante, pode-se conjecturar a oportunidade de monitor e medir performances de capacitação da população aos protocolos de autossalvamento, resposta às campanhas de conscientização e sensibilização ou mesmo o percentual de participação em exercícios simulados.

Inspeções e vistorias em geral, quando estabelecidos são oportunidades para avaliar conformidade em relação aos procedimentos padrões, registros e análise das causas.

Na aplicação em questão, pode-se relacionar como apropriados, quando aplicáveis:

- a) disponibilidade e atualidade de informações documentadas, tais como:
 - legislação aplicável;
 - definições de responsabilidade e autoridade de pessoas em níveis de coordenação\comando e colaboradores;
 - dados de contato de órgãos de apoio;

¹ Evacuação vertical local é definida como a evacuação para andares mais altos de uma edificação que possua altura suficiente para elevar os evacuados acima do nível de inundação e é projetado e construído com força e resistência necessárias para resistir aos efeitos de ondas de inundação FEMA (2019).

- lideranças comunitárias e voluntários;
 - agentes multiplicadores;
 - objetivos, orçamentos de investimento e despesas;
 - registros de reuniões, treinamentos, audiências e reclamações/ocorrências.
- b) Apresentação e funcionalidade de equipamentos e instalações;
- c) Armazenamento controlado de equipamentos materiais;
- d) Prontidão de atendimento (postos-chave, condutores, veículos);

Ações corretivas tomadas com o propósito de eliminar causas de não conformidades devem ser analisadas criticamente a fim de comprovar sua eficácia em eliminar as respectivas causas da não conformidade. Convém estabelecer e manter procedimentos operacionais de avaliação de desempenho e conformidade, bem como a entrega de relatórios gerenciais para subsidiar ações complementares.

13. Melhoria

É pressuposto básico a busca contínua de melhoria do SIGS em termos de qualidade de processos e produtividade operacional para melhorar a expectativa de desempenho.

Informações gerenciais de avaliação de desempenho e conformidade permitem à liderança compartilhada analisar criticamente o SIGS em intervalos regulares para garantir sua contínua adequação.

A análise crítica pela liderança compartilhada deve considerar mudanças em:

- a) questões internas e externas que sejam pertinentes para o SIGS;
- b) necessidades e expectativas das partes interessadas, incluindo os requisitos legais e outros requisitos;
- c) seus aspectos de segurança significativos;
- d) riscos e oportunidades;
- e) procedimentos vigentes e que por razões diversas podem estar suscitando descontentamento pelas partes interessadas;
- f) suficiência de recursos.

Em caso de mudanças em expectativas das partes interessadas, planos de ação de melhoria podem incorporar:

- a) conclusões sobre a contínua adequação, suficiência e eficácia do SIGS;
- b) decisões relacionadas às oportunidades para melhoria contínua;
- c) decisões relacionadas a qualquer necessidade de mudanças no SIGS incluindo recursos;
- d) ações, se necessárias, quando não forem alcançados os objetivos de segurança;

- e) oportunidades para melhorar a integração do SIGS do vale a jusante com outros planos do município, se necessário;
- f) qualquer implicação para o direcionamento estratégico da liderança compartilhada.

14. Bibliografia

1. ABNT NBR ISO 14001 (2015): Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos
2. EN ISO 22300 (2018): Security and resilience – Vocabulary
3. ABNT NBR ISO 22320 (2020): Segurança e resiliência – Gestão de emergências – diretrizes para gestão de incidentes
4. ABNT NBR ISO 22322 (2020): Segurança da sociedade – Gestão de emergências – Diretrizes para aviso público
5. ABNT NBR ISO 26000 (2010): Responsabilidade Social – Diretrizes
6. ABNT NBR ISO 31000 (2018): Gestão de Riscos – Diretrizes
7. FEMA (2019): Emergency Operations Planning: Dam Incident Planning Guide.

UNICAMP