

COMANDO DA ACADEMIA E ENSINO BOMBEIRO MILITAR

SILVANEI BARBOSA COELHO

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO DAS
BARRAGENS NO ESTADO DE GOIÁS**

GOIÂNIA
2018

SILVANEI BARBOSA COELHO

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO DAS
BARRAGENS NO ESTADO DE GOIÁS**

Artigo Científico, apresentado ao Comando da Academia e Ensino Bombeiro Militar - CAEBM, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Formação de Oficiais e obtenção do título de Aspirante a Oficial, Sob a orientação do Sr. 1º Ten QOA Valdick Aparecido Rocha Ribeiro.

GOIÂNIA
2018

SILVANEI BARBOSA COELHO

**ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO DAS
BARRAGENS NO ESTADO DE GOIÁS**

Goiânia, 12 de janeiro de 2018.

Nota

BANCA EXAMINADORA

Jonas Henrique Moreira Bueno - TC QOC
Oficial Presidente

Helaine Vieira Santos - Maj QOC
Oficial Membro

Igor Eduardo Cordeiro de Moura – 1º Ten QOC
Oficial Membro

ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO BARRAGENS NO ESTADO DE GOIÁS

Silvanei Barbosa Coelho¹

RESUMO

No trabalho constatou-se a importância de se realizar um estudo mais detalhado sobre a vulnerabilidade das comunidades instaladas à margem de barragens no Estado de Goiás, bem como, analisou-se o processo de tomada de decisão e de gestão de risco pelo Corpo de Bombeiros Militar no exercício da função de Defesa Civil, com base nas políticas nacionais de segurança de barragens e de proteção e defesa civil. A pesquisa foi bibliográfica e documental, a qual analisou relatórios de vistoria das principais barragens das Regionais de Defesa Civil do Estado de Goiás. Sendo concluído que não há um guia procedimental do CBMGO que norteie as ações dos agentes de Defesa Civil na análise dos riscos dessas estruturas.

Palavras chave: Segurança de Barragem. Ruptura de barragem. Risco.

ABSTRACT

In the work it was verified the importance of carrying out a more detailed study about the vulnerability of the communities located at the margin of dams in the State of Goiás, as well as analyze the decision-making process and risk management by the Military Fire Department of the State of Goiás in the exercise of the Civil Defense function, based on the national policies of security of dams and of protection and civil defense. The research was bibliographical and documentary, which analyzed reports of the inspection of the main dams of the Civil Defense Region of Goiás. It was concluded that there is no procedural guide of the CBMGO that guides the actions of the Civil Defense agents in the analysis of the risks of these structures..

Keywords: Dam Safety. Dam-break. Risk.

¹ Cadete do 3º ano do Curso de Formação de Oficiais do Comando da Academia de Ensino Bombeiro Militar do Estado de Goiás. E-mail: silvaneei@gmail.com.

INTRODUÇÃO

Uma barragem oportuniza muitos benefícios, como a geração de energia, a irrigação na agricultura, o acesso de água ao gado, local para recreação, contenção de inundações, controle de erosão entre outros, mas tais conveniências agregam também um grande risco à sociedade.

Por contar com vasto recurso hídrico e mineral, possui em nosso país uma quantidade expressiva de barragens, tais estruturas são essenciais para uma devida gestão hídrica e contenção de rejeitos de mineração ou de resíduos industriais. Sua construção e operação podem, entretanto, acarretar danos potenciais tanto para as populações, quanto para os bens materiais e ambientais existentes no entorno.

A preocupação com a segurança de barragens se fundamenta na relevância das estruturas e no elevado impacto que pode ser provocado numa eventual ruptura. A garantia da segurança por sua vez se alicerça nas técnicas de projeto, construção e, a posteriori, na etapa de operação pela adequada manutenção das estruturas.

Portanto, este trabalho apresenta como objetivo identificar as principais características dos riscos e estabelecer parâmetros quanto aos procedimentos de segurança a serem adotados pelos agentes da Defesa Civil em barragens. E como objetivos específicos: analisar a vulnerabilidade, sugerir ações de segurança previstas na Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, a qual estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) para assim, contribuir com a evolução na qualidade do serviço preventivo prestado pelos bombeiros militares à sociedade goiana.

O conhecimento sobre segurança e a execução das medidas preventivas necessárias para minimizar o risco são de suma importância, seja na fase de projeto, execução e operação dessas estruturas. O presente trabalho busca compilar os fatores envolvidos, visando à prevenção de acidente e os males que tal desastre pode causar à vida humana, bem como, ao meio ambiente.

2. BARRAGENS: HISTÓRICO E ASPECTOS GERAIS

O decorrer da nossa história aponta que, há mais de 5.000 anos, às barragens desempenham um papel fundamental para o desenvolvimento da sociedade humana, como evidenciado nos berços da civilização: Mesopotâmia,

Egito, Pérsia, na Babilônia, Índia e extremo oriente (JANSEN, 1983). Os romanos construíram vários reservatórios, que perdurou ao longo do seu grande domínio territorial, sendo que algumas continuam em funcionamento até os dias atuais, como por exemplo, a represa espanhola de Proserpina, datada do século II.

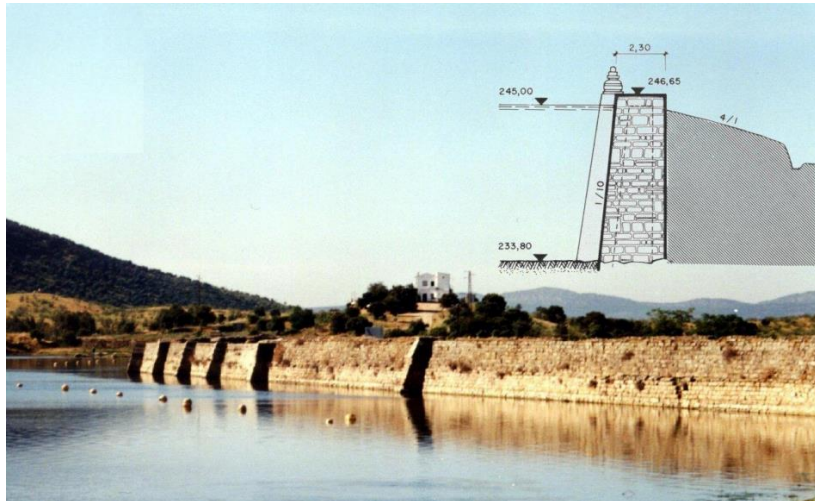


Figura 1 – Barragem Proserpina, do séc. II, na Espanha
Fonte: BALBI, 2008

2.1. Conceituação de Barragem

Diversos autores estabelecem uma conceituação diferenciada para o termo “Barragem”, analisando critério de sua utilização e forma construtiva. Para um melhor entendimento e clareza na comunicação, cabe estabelecer os conceitos conforme os autores a seguir:

O Ministério da Integração Nacional, em seu Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragens (2005, p. 3), conceitua barragem como sendo “qualquer obstrução em um curso permanente ou temporário de água, ou talvegue, para fins de retenção ou acumulação de substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, compreendendo a estrutura do barramento, suas estruturas associadas e o reservatório formado pela acumulação”.

Para Marangon (2004, p. 1) barragem é: “[...] um elemento estrutural, construído transversalmente à direção de escoamento de um curso d’água, destinado a criação de um reservatório artificial de acumulação de água”.

Segundo Menescal et al (2004, p. 935) a definição de barragem é:

[...] qualquer obstrução em um curso permanente ou temporário de água, talvegue, para fins de contenção ou acumulação de

substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, compreendendo a estrutura do barramento, suas estruturas associadas e o reservatório formado pela acumulação.

Aqui será adotada a mais abrangente definição de barragens, englobando aquelas para acumulação temporária ou permanente de água e misturas com partículas sólidas, além das convencionais (irrigação, abastecimento, hidrelétricas, recreação, piscicultura, entre outras), as de rejeito, diques, contenção de resíduos industriais, aterros e etc.

2.2. Acidentes e Incidentes em Goiás

Conforme Peck (1984), noventa por cento das rupturas de barragens ocorrem não por problemas no seu nível mais alto de desempenho, mas sim por estimativas muito otimistas das condições geológicas da região ocupada, falta de comunicação entre o projetista e o executor da obra ou ainda por negligências dos responsáveis.

Relatos mostram que somente após graves acidentes englobando barragens, foram disseminados estudos com o propósito de analisar a segurança, gerenciar o risco e propor melhorias. No Estado de Goiás inúmeras falhas (Tabela 1) poderiam ter sido prevenidas, caso fosse efetivados e seguidos plano de ação em situações emergenciais e plano de monitoramento das condições da estrutura.

Data	Barragem / Açude - Localização	Anomalia Observada	Danos Causados (humanos, financeiros, material, etc.)
2004	Barragem de Caldas Novas	Ruptura	5 mortes
2004	Fazenda Manibu Formosa	Ruptura	5 pontes destruídas
2005	Paraná Flores de Goiás	Incidente	Insegurança da população
2005	Sítio Ecológico Caldas Novas	Ruptura	4 mortes e desabamento de trecho da GO-213
2008	Espora Aporé	Ruptura	Inundou plantações e danificou casas no sul do Estado

Tabela 1 – Acidentes e Incidentes no Estado de Goiás (2004 - 2008)

Fonte: Adaptado de Menescal (2008)

Segundo Mello (1966), “todo acidente é tratado como um fato indesejável e imprevisto, devendo ser distinguido da negligencia de manutenção preventiva, uma vez que essa última está aliada a uma ocorrência já esperada pelo administrador da estrutura, ao passo que o acidente é fruto de um problema ou falha que deveria ter

sido reparado a contar do instante da sua identificação”. Ainda distingue o acidente trivial do catastrófico. O primeiro tem correlação à manutenção preventiva ineficiente, já o acidente catastrófico é aquele no qual existe grande assolação, prejuízos a terceiros, e presumivelmente óbitos humanos além do total colapso da estrutura.

2.5. Risco associado às Barragens

A fim de entendermos o contexto que diz respeito aos desastres, transfigura-se oportuna a definição intrínseca de risco, extraída do Glossário de Defesa Civil:

Medida de danos ou prejuízos potenciais expressa em termos de probabilidade estatística de ocorrência e de intensidade ou grandeza das consequências previsíveis. Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinado se concretize e o grau de vulnerabilidade do sistema receptor e seus efeitos. (MI, 2008, p. 147)

Uma vez que não há probabilidade de risco zero, torna-se indispensável regê-lo mediante condutas reguladas para retê-lo em níveis aceitáveis. De acordo com Martins (2000), “a possibilidade de tutelar as vidas humanas em circunstância de um desastre com barragem subordina-se a três aspectos: a presença de sistemas de alerta/aviso, a distância entre a barragem e as áreas habitadas e o seu tipo ou características”.

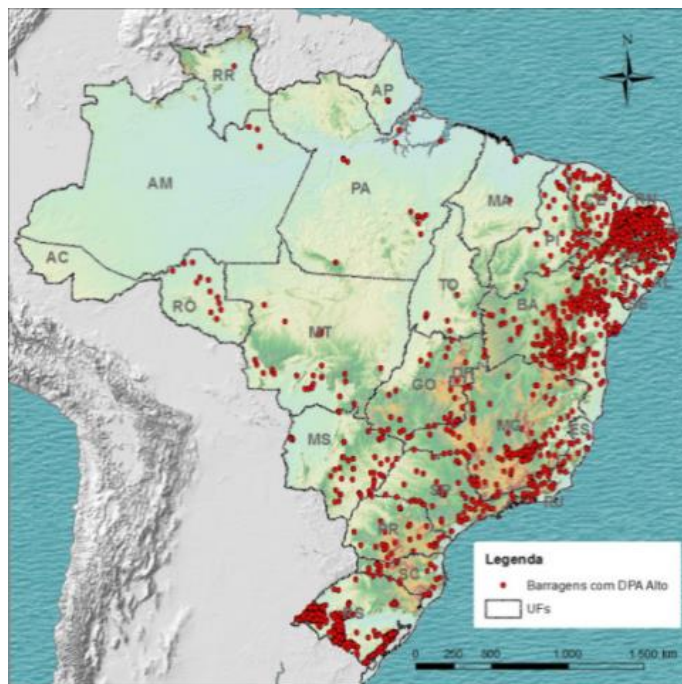


Figura 2 – Barragens com Dano Potencial Associado Alto
Fonte: ANA, 2016

Segundo um levantamento realizado pela ANA (2016), em relação ao universo total de 22.920 barragens catalogadas no Brasil, somente em 3.174 aplica-se todos os dispositivos previstos na Lei de Segurança em Barragens e seus regulamentos decorrentes, assegurando a integral fiscalização da segurança. Desse total, apenas 3.691 foram classificadas em relação à Categoria de Risco (CRI), existindo 1.091 com alto risco. Na classificação quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), o que inclui a probabilidade de perda de vidas humanas, relacionou-se apenas 4.149 barragens, onde 2.053 atingiram o DPA de nível alto (maior graduação).

Uma comunidade que almeja um modelo social eficaz de alerta tem, em seu Plano de Ação Emergencial (PAE), um mecanismo fundamental. No qual, são definidas e convertidas em um único título, as condutas e metodologias para mitigar os riscos e reagir com eficiência às necessidades, decorrentes de desastres, que possam pôr em xeque a estabilidade e segurança da sociedade (BALBI, 2008).

3. A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA PARA SEGURANÇA DE BARRAGENS

Após sete anos de tramitação no Poder Legislativo, a Lei n. 12.334 que constitui a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) foi sancionada em 21 de Setembro de 2010, criando o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Entre seus objetivos e fundamentos destacam-se os abaixo citados:

Art. 3º São objetivos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

(...)

IV - criar condições para que se **amplie o universo de controle de barragens** pelo poder público, com base na **fiscalização**, orientação e correção das ações de segurança;

(...)

VI - **estabelecer conformidades** de natureza **técnica** que permitam a **avaliação** da adequação aos parâmetros estabelecidos pelo poder público;

VII - fomentar a **cultura de segurança de barragens e gestão de riscos**.

(...)

Art. 4º São fundamentos da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB):

II - a **população** deve ser informada e estimulada a participar, direta ou indiretamente, das **ações preventivas e emergenciais**;

(...)

IV - a promoção de mecanismos de **participação e controle social**. (DOU, 2010, p. 1, grifo nosso).

No entanto, a vigência da lei não é suficiente, por si só, para garantir que se conquiste uma maior segurança nas barragens brasileiras. Diversos fatores podem pôr em xeque a segurança de uma barragem. (BRASIL, 2005)

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 2006) define aos órgãos de segurança pública o objetivo de preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, e estabelece aos Corpos de Bombeiros Militares, além de suas atribuições definidas na lei, a efetivação das atividades de defesa civil.

A Lei de Política Nacional de Segurança de Barragens também estabelece o acesso irrestrito ao local das barragens aos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Defesa Civil, bem como a fiscalização da documentação de segurança, conforme se observa abaixo:

Art. 17. O empreendedor da barragem obriga-se a:

(...)

VI - permitir o acesso irrestrito do órgão fiscalizador e dos **órgãos integrantes do Sindec** ao local da barragem e à sua documentação de segurança. (DOU, 2010, p. 1, grifo nosso).

Na Política Nacional de Defesa Civil, por meio dos “Projetos de Proteção de Populações contra Riscos de Desastres Focais” (BRASIL, 2007), está inserida a preparação contra desastres de natureza tecnológica, como as inundações oriundas de ruptura de barragens. Tais projetos objetivam tanto o planejamento, como a preparação dos órgãos da Defesa Civil, em interação com a população local, para procederem de forma conjunta frente aos desastres dessa natureza.

4. CICLO DO GERENCIAMENTO DO RISCO E DAS EMERGÊNCIAS

O gerenciamento do risco e das emergências em seu ciclo (Figura 3), referente a rupturas e cheias provocadas por barragens, é usualmente subdividido em Mitigação, Prevenção, Preparação, Resposta e Recuperação. Já operacionalmente, divide-se esse ciclo em três fases: antes, durante e após a identificação da emergência.

Para Undro (1991), de acordo com essa definição, figura na primeira fase a mitigação, também definida como “antes da emergência”. Tal fase fundamenta-se no

emprego de medidas preventivas e de “preparação”. E seu êxito se sujeita as condições e presteza dos indivíduos envolvidos num momento inicial de crise.

A prevenção, pelo responsável da barragem, reside na atenuação da possibilidade de ocorrência de um incidente ou acidente por meio de precauções estruturais, como por exemplo, obras de reparação e reforço ou de ampliação do volume de extravasamento. Deve-se ainda efetivar medidas não estruturais que possibilitem constatar acasos temerários a segurança em hábil espaço de tempo, como monitoração. (UNDRO, 1991)

Pelo lado de atuação da Defesa Civil (Figura 3), compreende o acompanhamento de fenômenos geradores de desastres, concepção e efetivação das regras de ocupação e utilização dos solos, da retirada de estruturas estabelecidas em zona de risco, na elaboração de programas de conscientização e instrutivos entre outras medidas de segurança. (VISEU, 2006)

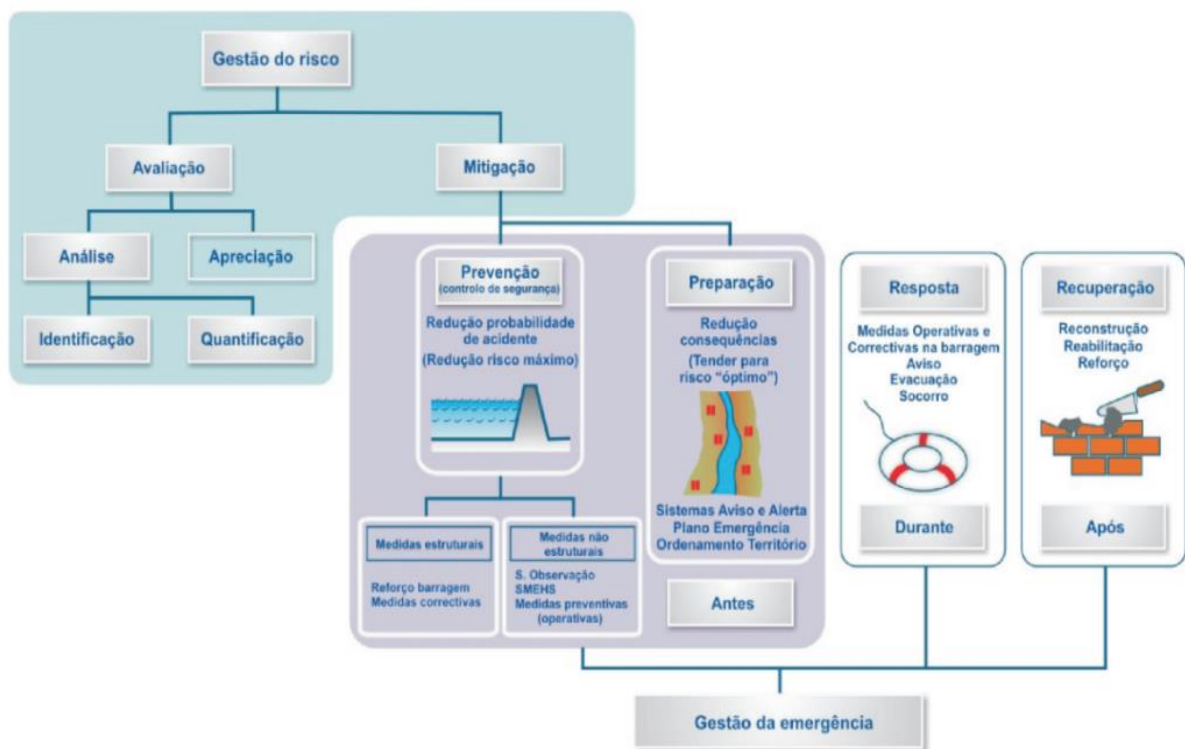


Figura 3 – Relação entre as gestões de Risco e de Emergência.

Fonte: VISEU, 2006

A fase de preparação opera mais na minimização do índice de vulnerabilidade. Consiste substancialmente na implantação de parâmetros não estruturais para redução dos danos gerados pela cheia induzida. (UNDRO, 1991)

Para Viseu (2006), “ao responsável pela barragem concerne informar imediatamente os eventos anormais ao demais incursos nas práticas emergenciais, manter-se apto e proativo no momento da detecção de anomalia”. Aos agentes da Defesa Civil compete atuar na minimização da vulnerabilidade da população locada na proximidade do vale. Através da implantação de mecanismos de aviso e alerta, confecção de planos de contingência e zoneamento das regiões de risco.

Quando a emergência é declarada inicia-se a fase de resposta. Certa anomalia foi identificada, as ações de controle do incidente se mostraram ineficientes e o acontecimento do acidente é inevitável ou já foi constatado, analisado e decidiu-se agir. Executa-se todo o plano preparado previamente para nortear os envolvidos nas atividades que deverão ser desempenhadas adiante. Nessa fase são disparados os alertas, os aparatos são mobilizados, os Centros de Operações são instalados, inicia-se então a evacuação e assistência à população atingida (ALMEIDA, 2001).

Posteriormente a fase emergencial, estabelecem-se os procedimentos de recuperação do que foi avariado e restauração dos serviços essenciais, seguida da reconstrução dos bens afetados. (ALMEIDA, 2001)

5. DEFESA CIVIL: GESTÃO DAS EMERGÊNCIAS

Balbi (2008) imputa a duas condições o êxito dos planos de ações de emergências em algumas nações. A inicial compreende territórios que padecem frequentemente por riscos de alguma categoria de fenômeno natural (climáticos, vulcões, terremotos) ou de terrorismo e guerras entre outros; tal fato contribui para que a sociedade envolvida seja mais receptiva aos indicadores de um, colabore mais e participe ativamente em projetos de treinamento (Figura 4).

A segunda conjuntura, em relação ao elevado grau de desenvolvimento cultural e econômico desses países, proporcionando alcance a modernas ciências de combate aos efeitos de um desastre e favorece o comportamento mais positivo da comunidade frente à prevenção, devido ao superior padrão de vida. (BALBI, 2008)

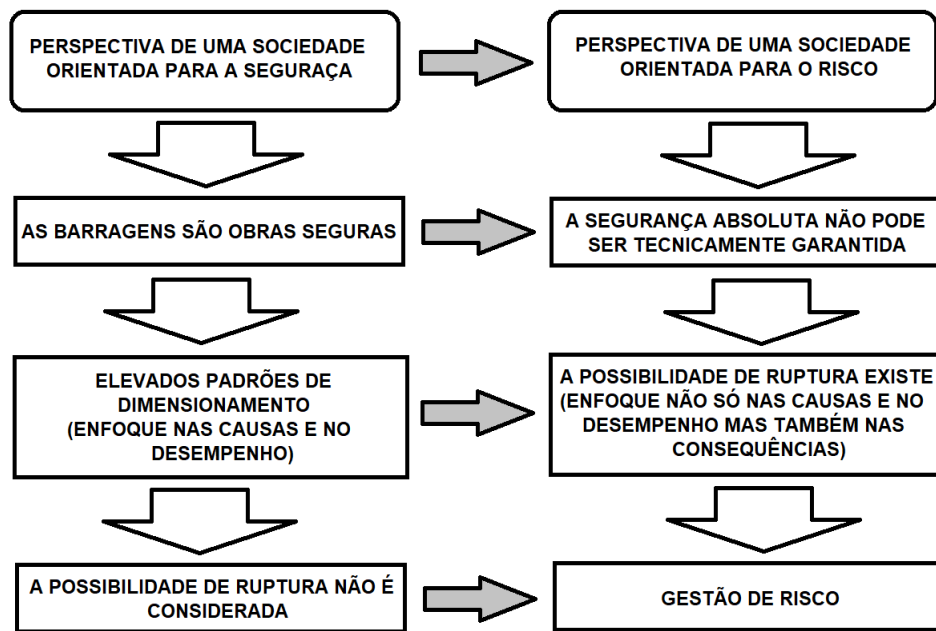


Figura 4 – Perspectivas de orientação para a sociedade.
Fonte: Adaptado de Rettemeier et al.,2002.

As perdas e prejuízos resultantes da ruptura de uma barragem ou reservatório podem ser maiores do que da maioria dos outros tipos de desastres tecnológicos. Por esse motivo é crucial compreendermos que a caracterização da maioria das barragens deve-se ao crescente potencial de risco, principalmente devido ao desenvolvimento a jusante e também por causa da degradação progressiva da própria estrutura e alguns dos seus equipamentos (VISEU et. al., 2015).

A gestão das emergências constitui-se por um agrupamento de metodologias e atividades coordenadas de resposta para atenuar a gravidade das avarias devidas a acidentes e incidentes com barragens, garantindo a mais adequada resposta ao longo e depois do sinistro (ALMEIDA, 2001).

Embora inexista no Brasil uma percepção mais difundida sobre defesa civil, já foram adotadas medidas emergenciais de proteção da sociedade pelo poder público em inúmeros cenários de acidentes com barragens. Ações que proporcionaram proteção à população vulnerável, minimizando bastante a quantidade de vítimas. Citamos quanto a isso as tragédias englobando a barragem de Orós, no ano de 1960, onde cerca de 100.000 afetados foram evacuados pelos militares das forças armadas; e da barragem Santa Helena, datada em 1985, quando agentes da defesa civil evacuaram mais de 5.000 pessoas, durante o período da noite, em três municípios situados a jusante (CARDIA, 2007).

A composição da Defesa Civil no Brasil iniciou-se em meados de 1942 e hodiernamente organiza-se em um Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), constituído por múltiplos órgãos. O órgão central desse Sistema denomina-se de Secretaria Nacional de Defesa Civil – SEDEC, que responde pela coordenação das atividades de defesa civil em extensão nacional (BRASIL, 2007).

No nível municipal, o órgão responsável é a Coordenadoria Municipal de Defesa Civil – COMDEC, de fundamental importância por ser o precursor na atuação em uma situação de emergência. O poder municipal deve estar pronto para acolher imediatamente à comunidade afetada por qualquer espécie de desastre, minimizando perdas humanas e materiais (BRASIL, 2007).

5.1. Plano de Ação Emergencial: situação no contexto atual brasileiro

O Plano de Ação Emergencial (PAE) é o escrito que estabelece em um único documento o projeto das ações em casos emergenciais, de maneira a definir os processos e procedimentos adotados pelos funcionários e operadores de barragens e pelos agentes de segurança do poder público nessa situação (VERÓL; MIGUEZ; MASCARENHAS, 2012).

Para Rodrigues et al. (2012) a produção de um plano de emergência propõe, em sua estrutura, a observação de três fases. Iniciando pela mitigação do risco, alcançada apenas com a cooperação dos diversos setores da sociedade. Residem no emprego de técnicas compatíveis e fundamentos de gestão para redução das chances de ocorrências adversas e/ou seus resultados. Posteriormente na resposta apropriada aos procedimentos presentes no plano emergencial. E por fim a etapa de recuperação do desastre, que envolve um conjunto de medidas de avaliação e reparação dos danos.

Consoante a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos (Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010) em seu art. 12, o Plano de Ação Emergencial deve dispor no mínimo quatro dispositivos basilares, sendo eles:

- Art. 12. O PAE estabelecerá as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência, bem como identificará os agentes a serem notificados dessa ocorrência, devendo contemplar, pelo menos:
- I – identificação e análise das possíveis situações de emergência;

II – procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento ou de condições potenciais de ruptura da barragem;
III – procedimentos preventivos e corretivos a serem adotados em situações de emergência, com indicação do responsável pela ação;
IV – estratégia e meio de divulgação e alerta para as comunidades potencialmente afetadas em situação de emergência.

Parágrafo único. O PAE deve estar disponível no empreendimento e nas prefeituras envolvidas, bem como ser **encaminhado às autoridades competentes e aos organismos de defesa civil.** (DOU, 2010, p. 1, grifo nosso)

Em meados do ano de 2012 a Agência Nacional de Águas (ANA) editou a Resolução nº 91, que determinou o conteúdo básico e a amplitude de detalhamento, a regularidade de atualização, o atributo do responsável técnico, tanto da Revisão Periódica, quanto do Plano de Segurança de Barragem. Tal Resolução, além de regulamentar a Lei nº 12.334, é mais restritiva, tendo em vista que impõe a elaboração de Planos de Segurança de Barragem também em estruturas de baixo risco e dano potencial associado (ANA, 2012).

6. METODOLOGIA

A referida pesquisa é exploratória, tendo em vista que é muito atual o estudo sobre a problemática abordada. Desse modo, os métodos utilizados para a documentação indireta foram relacionados a pesquisas documentais e bibliográficas, onde buscou uma análise do Relatório Geral das Vistorias em Barragens no Estado de Goiás instruído pelo Comando de Operações de Defesa Civil. Onde foram levantadas 47 (quarenta e sete) barragens em Goiás no decorrer do segundo semestre de 2016.

A consulta bibliográfica se deu em periódicos de cunho científico, legislação e livros pertinentes. Para o levantamento documental foram utilizados planos e relatórios das Regionais de Proteção e Defesa Civil – REDEC, disponibilizados pelo Comando de Operações de Defesa Civil (CODEC), incluindo resoluções e pareceres.

O exame dos dados baseou-se também nos objetivos e nas diretrizes propostas pela Política Nacional de Segurança de Barragens e pela Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, analisando as percepções e responsabilidades de cada um dos principais agentes sociais envolvidos.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente levantamento foram vistorias 47 (quarenta e sete) barragens pelas Regionais de Defesa Civil, entre o período de 12 de setembro de 2016 a 14 de outubro de 2016.

Foram inspecionadas as principais barragens dos seguintes municípios do Estado de Goiás: Goiânia, Cachoeira Alta, Itarumã, Caçu, Luziânia, Cachoeira Dourada, Caldas Novas, Ouidor, Catalão, Nova Aurora, Goiandira, Davinópolis, Jataí, Aporé, S. João D'aliança, Niquelândia, Barro Alto, Alto Horizonte, Crixás, Cristalina, Mambaí, Buritinópolis, Sítio D'abadia, São Domingos, Minaçú, Piracanjuba, São Simão, Pilar de Goiás e Ivolândia (Anexo I).

No decorrer da visita as equipes regionais preencheram um Relatório de Vistoria (anexo II), conforme uma listagem predefinida de itens. Averiguaram as atuais condições no tocante aos critérios de segurança e se as mesmas se encontravam em conformidade com as legislações vigentes que tratam sobre o tema.

No levantamento foram levadas em conta seis categorias conceituais de suma relevância em referência à segurança de barragens, as classificações quanto à destinação da barragem, quanto à idade da barragem, quanto ao volume do reservatório, quanto ao potencial de risco, quanto ao nível de perigo e quanto à exigência do PAE. Essa divisão está em conformidade com a Resolução n. 143/12 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, que estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório.

7.1. Quanto à destinação

Do total de 47 (quarenta e sete) barragens inspecionadas no Estado de Goiás, apenas 01 (uma) é destinada para reserva de rejeitos; 10 (dez) são destinadas a mineração; 01 (uma) Industrial; 03 (três) para irrigação; 31 (trinta e uma) para geração de energia e 01 (uma) para abastecimento (Gráfico 1).

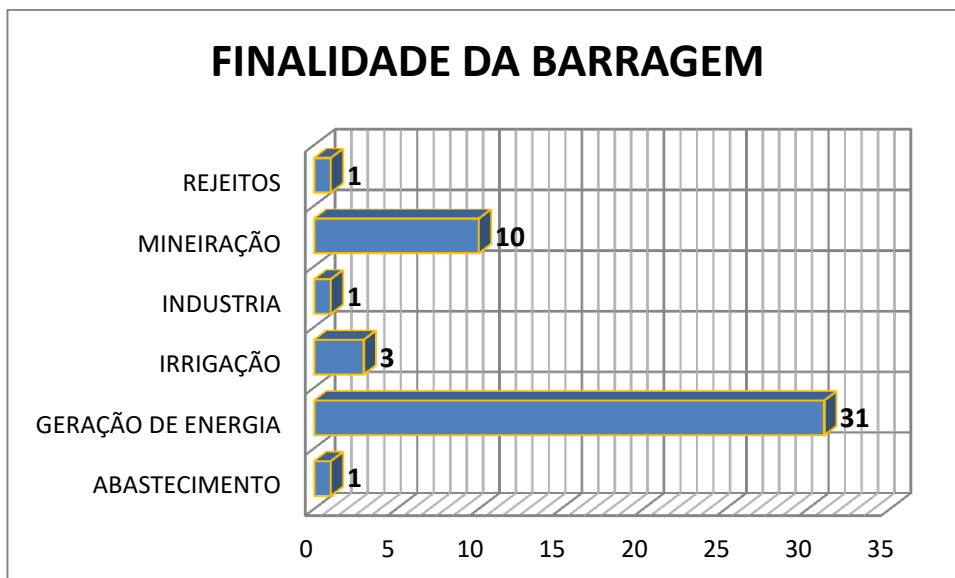


Gráfico 1 – Finalidade das Barragens vistoriadas
Fonte: Do Autor

Destacamos a barragem de contenção rejeitos, pela sua finalidade, pois são dispositivos que têm o objetivo de reter água e resíduos sólidos dos processos de beneficiamento de minérios.

As propriedades dos rejeitos variam conforme a classe do mineral e de seu beneficiamento. Esse tipo de empreendimento apresenta em sua maioria um alto grau de risco e de dano potencial associado, merecendo uma atenção especial das autoridades de Defesa Civil.

7.2. Quanto à idade da Barragem

O fator tempo de existência está diretamente ligado ao nível de perigo de uma barragem, devemos iniciar a contagem a partir do início do enchimento do reservatório ou, caso inexista tal informação, do início de operação.

Por se tratar de uma construção de engenharia fundada com materiais que sofrem variações com o transcorrer dos anos, bem como da utilização, podendo surgir fissuras ou erosões que comprometam a capacidade de segurança da barragem. De acordo com o relatório das equipes, elaboramos o gráfico abaixo.

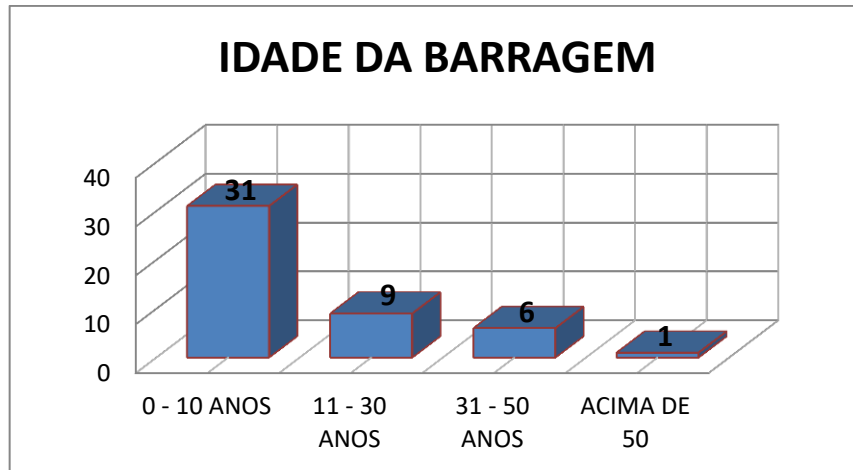


Gráfico 2 – Idade das Barragens vistoriadas
Fonte: Do Autor

Verificamos que das barragens vistoriadas a maior parte delas encontram-se no intervalo de idade entre 0 (zero) a 10 (dez) anos. Essa faixa inicial (primeiros anos de operação) apresenta um histórico de grande número de rupturas.

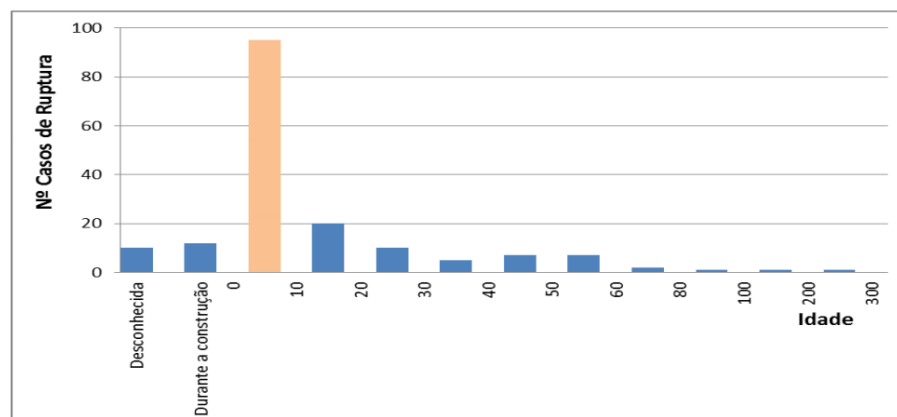


Figura 6 – Idade de ruptura de barragens
Fonte: Adaptado de ICOLD, 1995

Justifica-se que durante o primeiro enchimento do reservatório, ocorrerem carregamento da barragem e suas fundações. Esse fenômeno torna-se o estopim para uma situação de falha associada a eventuais problemas de projeto e construção.

7.3. Quanto ao volume do reservatório

A classificação do volume do reservatório pode ser dividida em pequeno (menor ou igual a 5 milhões m³), médio (5 milhões a 75 milhões m³), grande (75 milhões a 200 milhões m³) e muito grande (maior de 200 milhões m³). Das barragens

vistoriadas, 12 (doze) foram enquadradas como de Pequeno Porte, 19 (dezenove) como médio, 5 (cinco) como Grande e 11 (onze) como muito grande (Gráfico 3).

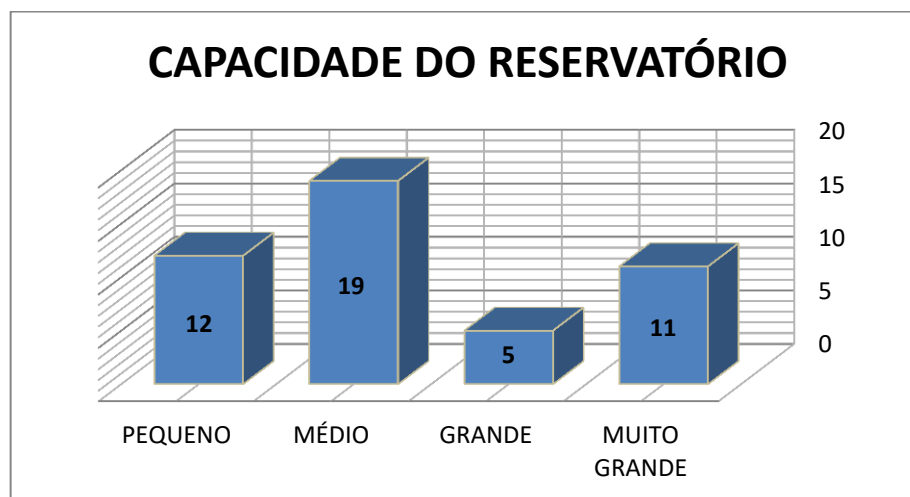


Gráfico 3 – Capacidade das Barragens vistoriadas
Fonte: Do Autor

A graduação da capacidade do reservatório está ligada diretamente ao dano potencial associado, informação imprescindível também para a demarcação da área de inundação no caso de uma eventual ruptura da barragem.

Como os danos estão correlacionados ao volume de líquido liberado em direção à jusante numa eventual ruptura e como inexistente atualmente mapa de inundação elaborado para grande parte das barragens goianas, com a delimitação das áreas alagadas em tal situação, a inclusão deste fator deve ser considerada essencial.

7.4 Quanto à Categoria de Risco - CRI

Os fatores relacionados para determinação da Categoria de Risco das barragens são aqueles que buscam estimar por meio de aspectos técnicos e organizacionais a probabilidade de ruptura da estrutura, separados em Características Técnicas, Estado de Conservação e Atendimento ao Plano de Segurança de Barragens, conforme critérios tabelados (Anexo III).

Com base nesses padrões foram identificados que das 47 (quarenta e sete) barragens, 08 (oito) foram classificadas como risco alto, 04 (quatro) risco médio e 35 (trinta e cinco) risco baixo.

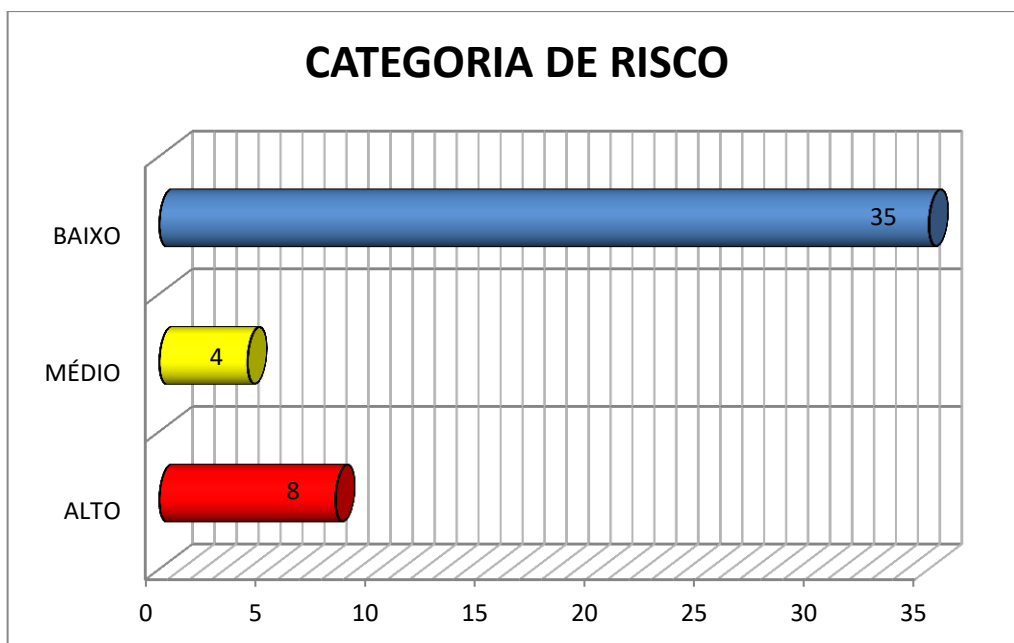


Gráfico 4 – Categoria de Risco
Fonte: Do Autor

O estudo e identificação da categoria de risco permite concluir para quais barragens as ações de fiscalização, acompanhamento e recuperação devem ser priorizados, pois significa o número de ameaças à segurança da barragem.

Contudo na deliberação das barragens mais alarmantes não se utiliza apenas tal preceito, mas sim a condição de conservação constatada em campo e principalmente o Dano Potencial Associado, tentando vincular a possibilidade de ruptura com a gravidade das consequências.

7.5. Quanto ao Dano Potencial Associado – DPA

Este índice procura estimar os resultados causados pela eventual ruptura da barragem. A classificação por classe de dano potencial associado em baixo, médio ou alto será realizada consoante à potencialidade de perdas humanas e dos prejuízos ambientais, econômicos e sociais.

Baseados nesses padrões o resultado obtido é alarmante, foram identificados que do total 47 (quarenta e sete) barragens, 33 (trinta e três) ou 70% (setenta por cento) foram classificadas como risco alto, 10 (dez) risco médio e 4 (quatro) risco baixo.

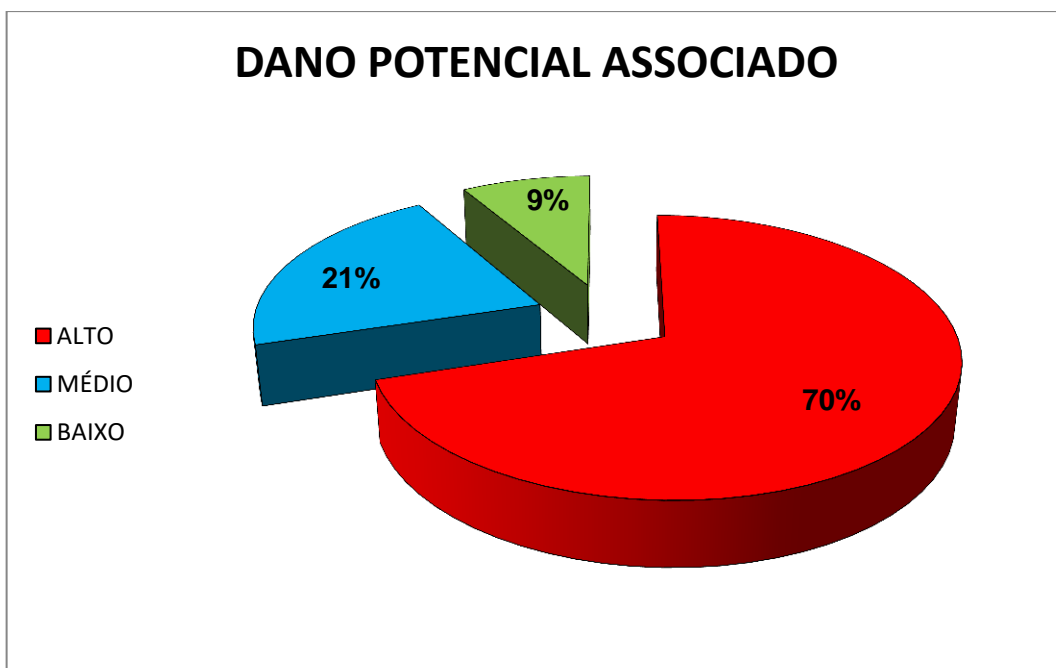


Gráfico 5 – Dano Potencial Associado

Fonte: Do Autor

A definição dos danos consequentes do rompimento de uma barragem é geralmente produzida por meio da simulação computacional do desastre e da análise de sua amplitude e resultados no vale a jusante.

Embora com a existência de tal ferramenta, a determinação da consequência e a gradação de danos não é uma incumbência fácil, principalmente no que se relaciona à perdas humanas.

7.6. Quanto a Exigência do Plano de Ação de Emergência - PAE

O PAE é um documento solene, a ser produzido pelo Empreendedor, no qual deverão ser definidas as atitudes a serem realizadas em caso de emergência, bem como designados os responsáveis a serem notificados.

Das 47 (quarenta e sete) barragens vistoriadas, 43 (quarenta e três) necessitavam apresentar o PAE, porém 12 (doze) não apresentaram (UHE de Batalha – Cristalina; Fazenda Velha – Jataí; Planalto Energética S/A – Aporé; Irapá Energética – Jataí; PCH Pontal do Prata – Aporé; Retiro Velho Energética – Aporé; Barragem Paranã – São João D’aliança; Barragem da Porteira – São João D’aliança; Santa Edwirges II – Mambaí; Santa Edwirges III – Buritinópolis; PCH São Domingos

I – São Domingos e PCH Santo Antônio do Caiapó – Ivolândia), o que significa cerca de 26% (vinte e seis por cento) das barragens (Gráfico 6), o que representa um número preocupante, pois, todas as medidas, tanto preventivas quanto de resposta no caso de ruptura da barragem deve estar especificadas no referido plano.

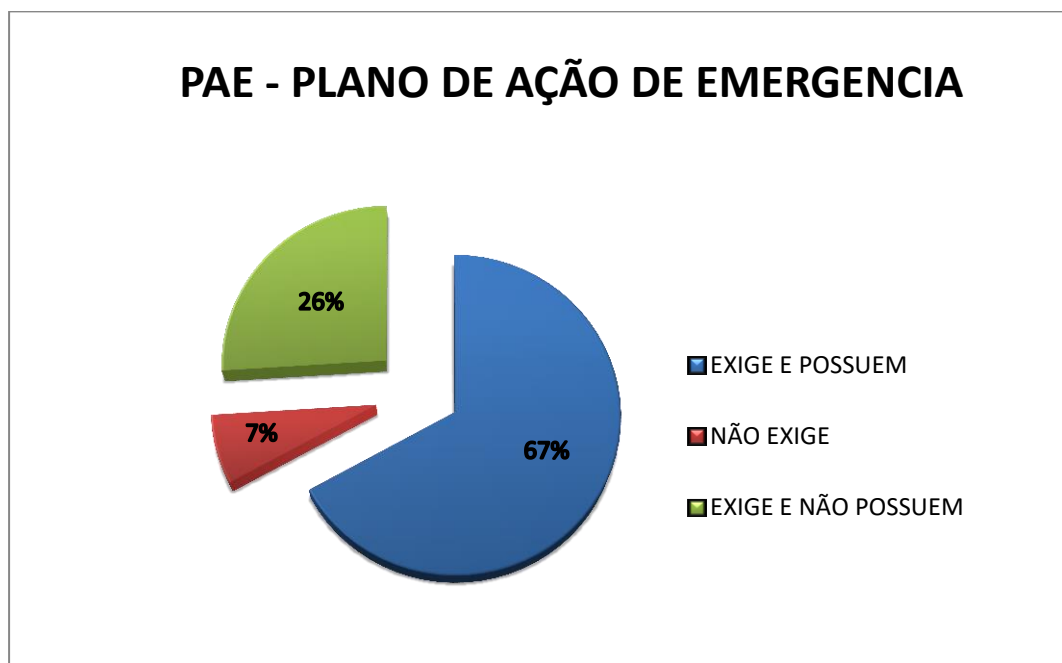


Gráfico 6 – Plano de Ação de Emergência
Fonte: Do Autor

O art. 11 da lei 12.334/2010 define que o órgão fiscalizador deverá exigir o Plano de Ação de Emergência - PAE sempre que a barragem for classificada como dano potencial associado alto ou em função da categoria de risco. O PAE deve estar disponível no empreendimento e nas Prefeituras envolvidas, bem como ser encaminhado às autoridades competentes e aos organismos de Defesa Civil (DOU, 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Evidenciou-se neste trabalho a relevância de estudos mais aprofundados sobre segurança em barragem, como o foco dessa importância para o desenvolvimento de estratégias de minimização da vulnerabilidade em suas várias fases de desempenho operacional.

A gestão do risco deve ser traçada por meio de procedimentos preventivos e de preparação da comunidade ao desastre, com a presença de planos bem elaborados e amplamente difundidos.

Com a análise dos institutos bibliográficos e em conjunção às informações fornecidas pelas regionais, verificou-se neste estudo um elevado grau de risco e alto nível de dano potencial associado às barragens situadas no Estado de Goiás.

Além disso, percebemos durante a elaboração deste, o entusiasmo dos especialistas em Defesa Civil do CBMGO, quanto ao assunto de Segurança e Gestão de Risco em Barragens, objetivando padronizar as ações das equipes regionais.

Através da presente pesquisa, constatou-se a inexistência de qualquer manual ou guia procedimental, publicado pelo Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, que padronize as atividades dos agentes de Defesa Civil, tanto nas emergências envolvendo ruptura de barragens, como nas ações preventivas de gestão do risco, dificultando a execução do serviço daqueles bombeiros que assumem tão importante missão de gerenciar essa espécie de risco. Sendo sugerida a adoção do Guia de Orientação e Formulários para Inspeções de Segurança de Barragem² da Agência Nacional de Águas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Antônio Betâmio. **Emergência e gestão do risco. In: Curso de Exploração e Segurança de Barragens.** Capítulo 7. Lisboa: Instituto Nacional da Água (INAG), 2001. Disponível em <http://www.civil.ist.utl.pt/~joana/artigos%20risco%20ABA/pub-2001/capitulo-7-livro-curso%20INAG2001.pdf>. Acesso em 13 de novembro de 2017.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Relatório de segurança de barragens 2011.** Brasília: ANA, 2012. 92 p.

_____. **Manual de políticas e práticas de segurança de barragens para entidades fiscalizadoras.** Brasília: ANA, 2016. 221 p.

² Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/ManualEmpreendedor/GuiaOrientacaoFormulariosParaInspecoesSegurancaBarragem.PDF>

BALBI, Diego Antonio Fonseca. **Metodologias para a elaboração de planos de ações emergenciais para inundações induzidas por barragens: estudo de caso: Barragem de Peti - MG**. Dissertação. Mestrado. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/258M.PDF>. Acesso em 05 de outubro de 2017.

BRASIL, Lucas Samuel Santos. **Utilização de modelagens uni e bidimensional para a propagação de onda de cheia proveniente de ruptura hipotética de barragem. Estudo de caso: Barragem de Rio das Pedras**. 2005. 222 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. Disponível em <http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/171M.PDF>. Acesso em 11 de outubro de 2017

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Texto consolidado até a Emenda Constitucional n. 52 de 08 de março de 2006. Brasília: Senado Federal, 2006.

_____. **Política Nacional de Defesa Civil**. Ministério da Integração Nacional, Brasília, 2007. 82p.

CARDIA, Ruben José Ramos. **Emergência e gestão de risco em barragens**. In. 2º Simpósio Nacional de Desastres Naturais e Tecnológicos. Santos. ABGE, Anais..., dezembro de 2007. (Publicado em CD-ROM).

COLLISCHONN, Walter; TUCCI Carlos Eduardo Morelli, **Análise de rompimento hipotético da Barragem de Enerstina**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas – UFRGS. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre – RS, v. 2, n.2, p. 191-206, Jul/Dez 1997. Disponível em <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=56&SUMARIO=753>. Acesso em 22 de outubro de 2017.

DE CEA, Juan Carlos. **Segurança de barragens: Experiência espanhola. Curso de Exploração e segurança de barragens**. Instituto Nacional da Água. Lisboa, 2006. Transparência eletrônica (CD-ROM).

DOU - DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO, 2010. **Lei 12.334 de 10 de Setembro de 2010**, DOU, 21 de setembro, Brasil.

ICOLD (1995). **Dam Failures Statistical Analysis**, *Bulletin* 99: 1-73. Disponível em http://www.icold-cigb.net/GB/dams/dams_safety.asp. Acesso em 22 de outubro de 2017.

MARANGON, Márcio. **Barragens de Terra e Enrocamento**. Apostila do Curso de Engenharia Civil – Área Departamental de Geotecnia e Obras de Terra, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2004. Disponível em http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/togot_unid05.pdf. Acesso em 28 de outubro de 2017.

MARTINS, Rui. **Segurança hidráulico-operacional de barragens à luz da legislação internacional**. In: CONGRESSO DA ÁGUA, 5, 2000, Lisboa. Disponível em http://www.aprh.pt/index.php/pt/congressoagua2000/comunic/r_3.pdf. Acesso em

MELLO, Victor Froilano Bachmann. **Acidentes em Barragens**. III Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos. Belo Horizonte - MG, 1966. Disponível em <http://victorfbdemello.com.br/arquivos/Publicacoes/034.2%20-%20ACIDENTES%20EM%20BARRAGENS.pdf>. Acesso em 02 de novembro de 2017.

MENESCAL, Rogério de Abreu; MIRANDA, Antônio Nunes; PITOMBEIRA, Ernesto da Silva; PERINI, Daniel Sosti. **As Barragens e as Enchentes**. In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 1., Florianópolis, 2004. Disponível em <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/571>. Acesso em 09 de outubro de 2017.

MENESCAL, Rogério de Abreu. **Panorama da Segurança de Barragens no Brasil. Acidentes e Incidentes envolvendo barragens brasileiras**, São Paulo - SP, 2008. Disponível em [file:///C:/Users/nei/Downloads/SegurancaBarragens%20\(4\).pdf](file:///C:/Users/nei/Downloads/SegurancaBarragens%20(4).pdf). Acesso em 29 de setembro de 2017.

MI - MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens**. Brasília, 2002. Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/cadastros/barragens/inspecao/ManualdeSegurancaeInspecaoBarragens.pdf>. Acesso em 02 de outubro de 2017.

_____. Secretaria de Defesa Civil. **Política Nacional de Defesa Civil**. Brasília/DF: Imprensa Nacional, 2008. Disponível em http://www.mi.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157. Acessado em 05 de outubro de 2017.

PECK, Ralph Brazelton. **Judgement in Geotechnical Engineering – The Professional Legacy of Ralph**. New York: John Wiley & Sons, 1984. Disponível em <https://www.chegg.com/textbooks/judgement-in-geotechnical-engineering-the-professional-legacy-of-ralph-b-peck-0921095171>. Acesso em 10 de novembro de 2017.

RETTEMEIER, K; NILKENS, B; FALKENHAGEN, B; KÖNGETER, J. **New Developments in Dam Safety: feasibility evaluation on risk assessment**. 6 p., 2001. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.634.7095&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em 20 de setembro de 2017.

RODRIGUES, Amanda et al. **Dam-Break Flood Emergency Management System**. *Water Resources Management*, v. 16, n. 6, p. 489-503, 2002/12/01 2002. ISSN 0920-4741. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/226166692_Dam-Break_Flood_Emergency_Management_System. Acesso em 17 de setembro de 2017.

SOUZA, Danielle Hoffert Cruz. **Análise probabilística e de sensibilidade dos parâmetros de um estudo de rompimento hipotético: Barragem de terra**. 2016. 91 f. *Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de*

Campinas, São Paulo, 2016. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/321785>. Acesso em 21 de setembro de 2017.

(UNITED NATIONS DISASTER RELIEF ORGANIZATION - UNDRP. *Mitigating natural disasters: phenomena, effects and options. A manual for policy makers and planners*. New York. 1991. 164 p.). Disponível em https://books.google.com.br/books/about/Mitigating_Natural_Disasters.html?id=agvs mgEACAAJ&redir_esc=y. Acesso em 05 de dezembro de 2017.

VALERIUS, Marcelo Bernardi. **Cadastro e Análise do Potencial de Risco das Barragens de Rejeitos de Mineração do Estado de Goiás**. 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado), Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2014. Disponível em <http://www.repositorio.unb.br/handle/10482/17348>. Acesso em 18 de setembro de 2017.

VERÓL, Aline Pires; MIGUEZ, Marcelo Gomes; MASCARENHAS, Flávio Cesar Borba. **Propagação da Onda de Ruptura de Barragem Através de um Modelo Quasi-2D**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p.165-176, 22 nov. 2012. Disponível em <https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=97&SUMARIO=1498>. Acesso em 20 de setembro de 2017.

WISEU, Maria Teresa; MARCELINO, J.; MENDES, S.; MARTINS, T.; FERNANDES, J. **Treinamento de planos de ação emergência em barragens**. 80 f. Agência Nacional de Águas. Brasília. 2015. Disponível em http://audienciapublica.ana.gov.br/arquivos/Aud_006_2015_Manual_do_Empreendedor_Volume%20IV_Guia_de_Orientacao_e_Formularios_dos_Planos_de_Acao_de_Emergencia_PAE.pdf. Acesso em 27 de setembro de 2017.

WISEU, Maria Teresa (2006) **“Segurança dos vales a jusante de barragens. Metodologias para apoio à gestão do risco”**. Tese de doutoramento em Engenharia Civil, IST, Lisboa, Janeiro. Disponível em <http://www.Inec.pt/hidraulica-ambiente/pt/equipa/maria-teresa-wiseu/>. Acesso em 19 de setembro de 2017.

ANEXO I

PLANILHA DAS BARRAGENS VISTORIDAS

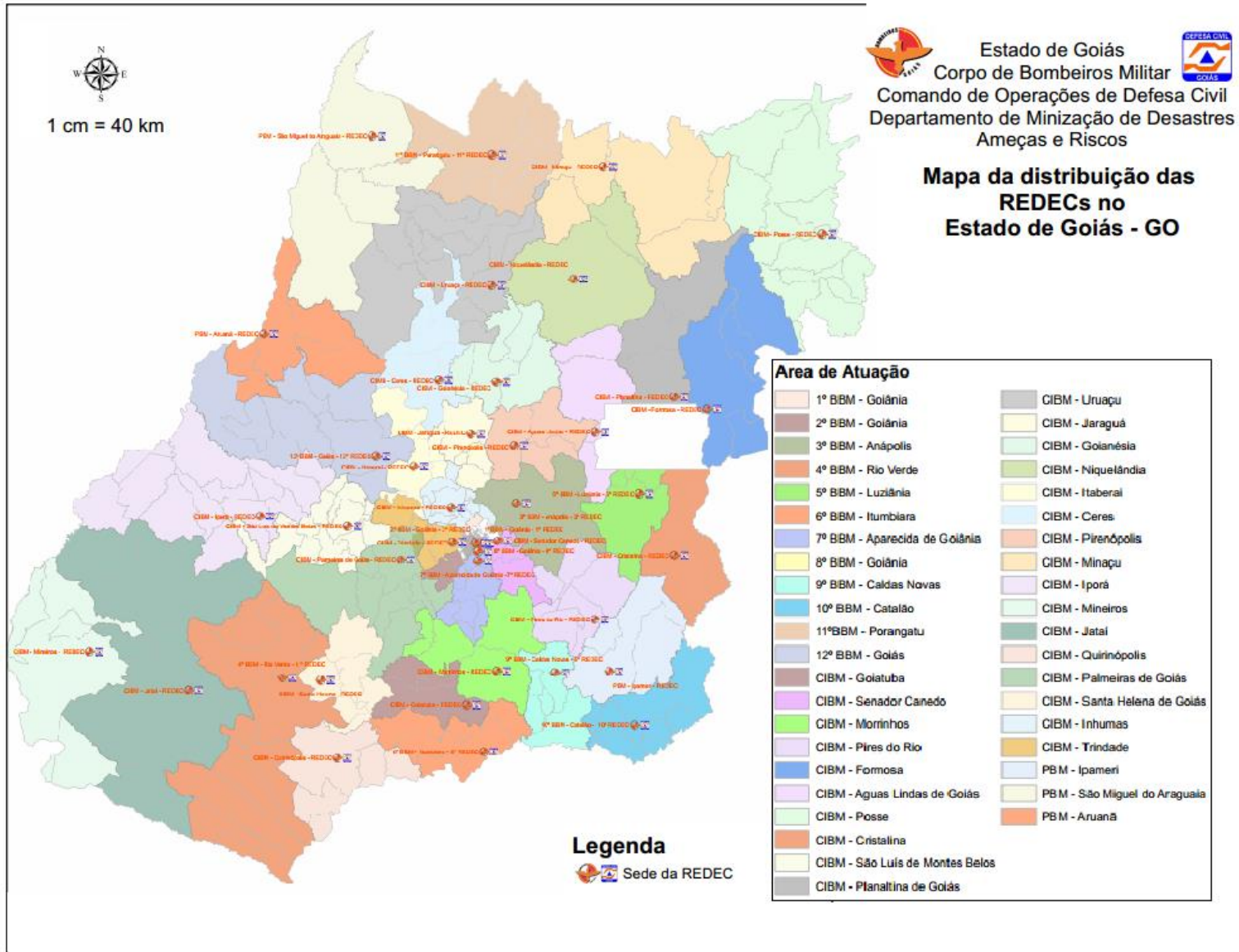
ORD	OBM	REDEC	Barragem	Município	Órgão Outorgante	Localização	EXIGÊNCIA		Possui PAE?	DPA	Função	Capac. Do Reservatório	Nível de perigo	Risco Iminente
							PSB	PAE						
1	1ºBBM - Goiânia	1ª	Ribeirão João Leite	Goiânia	SEMARH	491211W 163440S	S	S	S	Alto	Abastecimento	Grande	Atenção	Não
2	4º BBM - Rio Verde	4ª	UHE Barra dos Coqueiros	Cachoeira Alta	ANA	510011,0W 184324,0S	S	S	S	Médio	G. Energia	Médio	Normal	Não
3			UHE Salto do Rio Verdinho	Itarumã	SEMARH	504510,0W 190823,0S	S	S	S	Médio	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
4			Queixada Energética	Itarumã	Sup. Rec. Hídricos	514755,0W 184352,0S	S	S	S	Médio	G. Energia	Médio	Normal	Não
5			UHE Salto	Caçu	Sup. Rec. Hídricos	511021,0W 184331,0S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
6			UHE Caçu	Caçu	ANA	510852,0W 183150,0S	S	S	S	Alto	G. Energia	Pequeno	Normal	Não
7	5º BBM - Luziânia	5ª	Corumbá III	Luziânia	SEMARH	475631W 164710S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
8			Corumbá IV	Luziânia	IBAMA e ANEEL	48111W 162922,2S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
9	6ºBBM - Itumbiara	6ª	UHE Cachoeira Dourada	Cachoeira Dourada	ANEEL	492935W 183009S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
10	9º BBM - Caldas Novas	10ª	UHE CORUMBÁ USCB.O	Caldas Novas	Não	48533981W 17989677S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não

11	10º BBM - Catalão	11ª	Barragem do Buraco	Ouvidor	SEMARH	475043W 180949S	S	S	S	Alto	Mineração	Médio	Normal	Não
12			Barragem das Macaúbas	Ouvidor	SEMARH	475119W 180856S	S	S	S	Médio	Mineração	Pequeno	Normal	Não
13			Unidade I (1A/1B)	Ouvidor	SEMARH	474813W 180851S	S	S	S	Alto	Mineração	Pequeno	Normal	Não
14			Unidade II (2A) - Antiga R1 R2	Ouvidor	SEMARH	474833W 180903S	S	S	S	Alto	Mineração	Pequeno	Normal	Não
15			Barragem BR	Catalão	SEMARH	474651W 180618S	S	S	S	Alto	Mineração	Médio	Normal	Não
16			Barragem BM	Catalão	Não	47472,548W 18642,024S	S	S	N	Médio	Mineração	Pequeno	Normal	Não
17			PCH Nova Aurora	Nova Aurora	SEMARH	481232,6W 180341,1S	S	S	S	Alto	G. Energia	Médio	Atenção	Não
18			PCH Goiandira	Goiandira	SEMARH	481611W 18835S	S	S	S	Alto	G. Energia	Grande	Atenção	Não
19			UHE Serra do Facão	Davinópolis	Não	474029W 180247S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
20	3º CIBM - Jataí	9ª	Irara Energética Ltda	Jataí	SEMARH	511005W 180403S	S	S	N	Alto	G. Energia	Médio	Atenção	Não
21			Jataí Energética S/A	Jataí	SEMARH	514324W 175639S	S	N	N	Baixo	G. Energia	Pequeno	Normal	Não

22			Fazenda Velha	Jataí	SEMARH	51935900W 801294,9S	S	S	N	Baixo	G. Energia	Médio	Normal	Não
23			Pontal do Prata	Aporé	SEMARH	7927700W 363400S	S	S	N	Alto	G. Energia	Médio	Atenção	Não
24			Retiro Velho Energética	Aporé	SEMARH E ANEEL	501039W 184912S	S	S	N	Médio	G. Energia	Médio	Atenção	Não
25			Espora Energética S/A	Aporé	SEMARH	51515360W 184045,4S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
26			Planalto Energética S/A	Aporé	ANEEL	512138W 174757S	S	S	N	Alto	G. Energia	Médio	Normal	Não
27	7º CIBM - Formosa	21ª	Barragem Paranã	S. João D'aliança	ANA	144207W 471645S	S	S	N	Alto	Irrigação	Grande	Atenção	Não
28			Barragem da Porteira	S. João D'aliança	SEMARH	143647W 471507S	S	S	N	Alto	Irrigação	Médio	Normal	Não
29	8º CIBM - Niquelândia	24ª	Barragem do Mosquito	Niquelândia	SECIMA	776498,54W 8414046,57S	S	S	S	Alto	Indústria	Pequeno	Normal	Não
30			Barragem Jacuba	Niquelândia	Não	775000W 841100S	S	S	S	Alto	Rejeitos	Médio	Normal	Não
31	13º CIBM - Goianésia	18ª	Reservatório de água Industrial	Barro Alto	SEMARH	154246,5W 485618,3S	N	N	N	Baixo	Mineração	Pequeno	Normal	Não
32	1º PBM - Uruaçu	27ª	Barragem Maracá	Alto Horizonte	SEMARH	492414,58W 141216,91S	S	S	S	Alto	Mineração	Grande	Normal	Não
33			Barragem MSG	Crixás	Não	495744,78W 143340,35S	S	S	S	Alto	Mineração	Pequeno	Normal	Não
34	2º PBM - Cristalina	28ª		Cristalina	ANA	472922W 172044S	S	S	N	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
35	3º PBM - Posse	29ª	PCH Riachão	Mambaí	SEMARH	461255W 141846S	S	S	S	Alto	G. Energia	Médio	Normal	Não
36			Santa Edwirges II	Mambaí	SEMARH	461134,6W 142820,4S	S	S	S	Alto	G. Energia	Médio	Normal	Não
37			Santa Edwirges III	Buritópolis	SEMARH	461135W 142120S	S	S	S	Alto	G. Energia	Médio	Normal	Não

38			PCH Mambaí II	Sítio D'abadia	SEMARH	461757W 144059S	S	S	S	Médio	G. Energia	Pequeno	Normal	Não
39			PCH São Domingos II	São Domingos	SEMARH	462313W 132501S	S	S	S	Médio	G. Energia	Pequeno	Normal	Não
40			PCH Galheiros	São Domingos	SEMARH	46232630W 13233626S	S	S	S	Médio	G. Energia	Pequeno	Normal	Não
41			PCH São Domingos I	São Domingos	SECIMA	132417,25W 462025,0S	S	S	N	Alto	G. Energia	Pequeno	Normal	Não
42	10º PBM - Minaçu	15ª	Serra da Mesa	Minaçu	ANA	481819W 134945S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
43			UHE Cana Brava	Minaçu	ANA	480818W 132413S	S	S	S	Alto	G. Energia	M. Grande	Normal	Não
44	2º CIA. Op./9ºBBM-Morrinhos	30ª	Usina do Rochedo	Piracanjuba	Min. Est. Minas e Energia	1718862W 4902314S	S	N	N	Médio	G. Energia	Médio	Normal	Não
45	2º DBM - Quirinópolis	35ª	UHE Foz do Rio Claro	São Simão	SEMARH	503837W 180657S	S	S	S	Baixo	G. Energia	Grande	Normal	Não
46	6º DBM - Ceres	37ª	Barragem de rejeitos CGO	Pilar de Goiás	SEMARH	1448619W 04932433S	S	S	S	Alto	Mineração	Pequeno	Normal	Não
47	1º Pel. Op. Da 15ª CIBM - São Luís de M. Belos	39ª	PCH Sant. Antônio do Caiapó	Ivolândia	SEMARH	512549W 162636S	S	S	N	Alto	G. Energia	Pequeno	Normal	Não

MAPA DAS REGIONAIS DE DEFESA CIVIL



ANEXO II

MODELO DO RELATÓRIO UTILIZADO NAS VISTORIAS

Empreendimento						
Nome da Barragem:						
Nome do Empreendedor:					CNPJ:	
Endereço da Barragem:						
Município:				Corpo Hídrico (Rio):		
Capacidade Geral do Reservatório (em m ³): _____ m ³		Capacidade Atual do Reservatório (em porcentagem): _____ %		Data de Construção da Barragem: ____/____/____		
Tipo da Barragem	<input type="checkbox"/> Concreto	<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Enrocamento (rochas + cascalhos)	<input type="checkbox"/> Outro:		
Altura do Maciço ² :	_____ Metros	Posição do Maciço:	Longitude:	Latitude:		
Telefones						
Adm: ()		Responsável: Fixo ()		Cel: ()		
Tel Emergência Fixo: ()		Cel: ()		Outros: ()		
Responsável pela Equipe de Segurança da Barragem ³		Nome:			Função:	
Finalidade Principal da Barragem						
<input type="checkbox"/> Aproveitamento Potencial Hidroelétrico	<input type="checkbox"/> Irrigação	<input type="checkbox"/> Abastecimento Público	<input type="checkbox"/> Indústria	<input type="checkbox"/> Esgotamento Sanitário	<input type="checkbox"/> Mineração	<input type="checkbox"/> Outro (especificar):
Possui outorga ⁴ ?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	Caso Positivo, N ^o da Resolução:			
Entidade outorgante (se houver):						
Classificação da Barragem ⁵						
(Somente para as que se enquadram na Resolução 143/2.012 CNRH - Plano de Segurança da Barragem ¹)						
Data do ultimo relatório de inspeção realizada pelo empreendedor: ____/____/____						

Categoria de Risco ⁶	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Baixo	
Dano Potencial Associado ⁷ :	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Médio	<input type="checkbox"/> Baixo	
Possui Plano de Atuação Emergencial – PAE ⁸ ?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim, mas não disponível durante a vistoria	<input type="checkbox"/> Não Necessário ⁸

Danos Potenciais Associados – DPA (definido no PSB)

VOLUME DO RESERVATÓRIO (marque com x):	<input type="checkbox"/> PEQUENO (< = 5 milhões m ³)	<input type="checkbox"/> MÉDIO (5 milhões a 75 milhões m ³)	<input type="checkbox"/> GRANDE (75 milhões a 200 milhões m ³)	<input type="checkbox"/> MUITO GRANDE (> 200 milhões m ³)
POTENCIAL DE PERDAS DE VIDAS HUMANAS (marque com X):	<input type="checkbox"/> INEXISTENTE (não existem pessoas permanentes/residentes ou temporárias/transitando na área afetada a jusante da barragem)	<input type="checkbox"/> POUCO FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local)	<input type="checkbox"/> FREQUENTE (não existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal, estadual, federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas)	<input type="checkbox"/> EXISTENTE (existem pessoas ocupando permanentemente a área afetada a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas)
MPACTO AMBIENTAL:	Avaliação de interesse ambiental, não é necessário a avaliação pela Defesa Civil			
MPACTO SÓCIO-ECONÔMICO (marque com X):	<input type="checkbox"/> INEXISTENTE (não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem)	<input type="checkbox"/> BAIXO (existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação)	<input type="checkbox"/> ALTO (existe grande concentração de instalações residenciais ecomerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação)	

Responsabilidades das informações

Funcionário responsável pelas informações repassadas:	Tel ()
Função:	Cel ()
Data da Vistoria:	Militar (es) Vistoriador (es)
	RG (s)
	Assinatura (s):
Nível de Perigo⁹	<input type="checkbox"/> Normal
	<input type="checkbox"/> Atenção
	<input type="checkbox"/> Alerta
	<input type="checkbox"/> Emergência

ANEXO III

FÓRMULA PARA CLASSIFICAÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO (CRI)

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS - CT					
Altura(a)	Comprimento (b)	Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Tipo de fundação (d)	Idade da Barragem (e)	Vazão de Projeto (f)
Altura ≤ 15m(0)	comprimento ≤ 200m (2)	Concreto convencional (1)	Rocha sã (1)	entre 30 e 50 anos (1)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Decmilenar (3)
15m < Altura < 30m (1)	Comprimento > 200m (3)	Alvenaria de pedra / concreto ciclópico / concreto rolado - CCR (2)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	entre 10 e 30 anos (2)	Milenar (5)
30m ≤ Altura ≤ 60m (2)	-	Terra homogênea /enrocamento / terra enrocamento (3)	Rocha alterada sem tratamento / rocha alterada fraturada com tratamento (3)	entre 5 e 10 anos (3)	TR = 500 anos(8)
Altura > 60m (3)	-	-	Rocha alterada mole / saprolito / solo compacto (4)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	TR < 500 anos ou Desconhecida / Estudo não confiável (10)
-	-	-	Solo residual / aluvião (5)	-	-
CT = ∑ (a até f):					

ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC				
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Estruturas civis e hidroeletrônicas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) desobstruídos(0)	Estruturas civis e hidroeletrônicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente. (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente.(7)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas/ canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas(10)
Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletrônicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e com medidas corretivas em implantação (4)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de vazão e sem medidas corretivas (6)	-
Percolação(i)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem(0)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitoradas(3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico(5)	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente (8)

ESTADO DE CONSERVAÇÃO - EC				
Deformações e Recalques (j)	Inexistente(0)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo(1)	Existência de trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento(5)	Existência de trincas, abatimentos ou escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento da segurança(8)
Deterioração dos Taludes / Paramentos(k)	Inexistente(0)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo.(1)	Erosões superficiais, ferragem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva(5)	Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos, sulcos profundos de erosão, com potencial de comprometimento da segurança(7)
Eclusa (*) (l)	Não possui eclusa(0)	Estruturas civis e hidroeletrônicas bem mantidas e funcionando (1)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação(2)	Estruturas civis comprometidas ou dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)
EC = \sum (g até l):				

3 - PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PS				
Existência de documentação de projeto(n)	Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)
Projeto executivo e "como construído"(0)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem(0)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Emite regularmente os relatórios (0)
Projeto executivo ou "como construído"(2)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem(4)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção(3)	Não(6)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)
Projeto básico(4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem(8)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	-	Não emite os relatórios(5)
Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	-	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções(6)	-	-
Inexiste documentação de projeto(8)	-	-	-	-
PS = \sum (n até r):				



SECRETARIA DE SEGURANÇA PÚBLICA E ADM. PENITENCIÁRIA
CORPO DE BOMBEIROS MILITAR
COMANDO DA ACADEMIA E ENSINO BOMBEIRO MILITAR



CESSÃO DE DIREITOS

Eu, SILVANEI BARBOSA COELHO - Cad. QPEsp. autorizo que o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás faça a reprodução de cópias, empréstimos e comercialização de tais cópias somente para propósito acadêmico ou científico e publique no site da corporação o meu trabalho de conclusão de curso produzido no 3º ano do curso de Formação de Oficiais cujo o tema é: ANÁLISE DA VULNERABILIDADE E GESTÃO DE RISCO DAS BARRAGENS NO ESTADO DE GOIÁS.

SILVANEI BARBOSA COELHO - Cad. QPEsp