

GUILHERME ROCHA PEPLAU

**COMPLEMENTAÇÃO DE PREMISSAS DE SEGURANÇA DE
BARRAGENS NA FASE DE ESTUDOS DE VIABILIDADE DE
USINAS HIDRELÉTRICAS A PARTIR DE DEFINIÇÕES
LEGAIS E REGULATÓRIAS**

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

Orientador: Alan Vaz Lopes

Salvador
2024

Complementação de premissas de Segurança de Barragens na Fase de Estudos de Viabilidade de Usinas Hidrelétricas a partir de Definições Legais e Regulatórias

Guilherme Rocha Peplau

Resumo

O presente artigo visa propor inserções textuais para atualização das Instruções para o Estudo de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos de acordo com as principais exigências de Segurança de Barragens, notadamente advindas do Plano de Ação de Emergência - PAE e da Revisão Periódica de Segurança de Barragens – RPS, constantes em leis e regulamentos vigentes. Essas complementações objetivam definir as ações e os custos decorrentes e sua introdução no Orçamento Padrão Eletrobras, da elaboração e implantação do PAE e de uma eventual futura necessidade de aumento da capacidade vertente de uma usina, ainda na fase pré-leilão de concessão de aproveitamentos hidrelétricos realizados pela ANEEL.

Palavras-chave: Implantação de UHEs, Plano de Ação de Emergência, Revisão Periódica de Segurança.

Abstract

This article aims to propose textual insertions to update the Instructions for the Feasibility Study of Hydroelectric Developments in accordance with the main Dam Safety requirements, notably arising from the Emergency Action Plan and the Periodic Dam Safety Review, contained in current laws and regulations. These complements aim to define the actions and resulting costs and their introduction in the Eletrobras Standard Budget, the preparation and implementation of the PAE and any future need to increase the spillway capacity of a plant, even in the pre-auction phase for the concession of hydroelectric plants carried out by ANEEL in Brazil.

Keywords: Implementation of hydroelectric plants, Emergency Action Plan, Periodic Safety Review.

1 INTRODUÇÃO

Uma das premissas básicas da engenharia é a da segurança intrínseca de seus projetos e obras. Neste contexto, as barragens devem oferecer à sociedade, além da função para a qual foi construída, uma estrutura confiável, cujo risco de falha deve ser minimizado desde sua concepção até sua efetiva desativação.

Entretanto, a principal referência técnica para os estudos de viabilidade de barragens de hidrelétricas no Brasil, “Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos (EVTE)”, mais conhecido como “Manual do EVTE”, publicação das Centrais Elétricas Brasileiras – Eletrobras e do antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE ainda não contempla as recentes evoluções no arcabouço legal e regulatório sobre segurança de barragens.

A última revisão das instruções para o EVTE aconteceu em 1997. Nesta época, fez-se necessária a atualização dessas instruções visando contemplar: o cumprimento do arcabouço legal ambiental, que havia evoluído muito desde a segunda metade da década de 1980; as novas tecnologias registradas no período; e o aprofundamento da utilização dos Estudos de Viabilidade, os quais, em decorrência da então nova legislação sobre concessões, passaram a se constituir no principal documento técnico para instrução dos processos de licitação para concessões de aproveitamentos hidrelétricos.

Passados 27 anos da última revisão do manual do EVTE, o contexto que envolve a atual realidade legal e regulatória no âmbito da segurança das barragens, notadamente em seu pilar de gestão de riscos, mudou sobremaneira após a promulgação da Lei 12.334/2010, que instituiu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Novas exigências de segurança de barragens também foram estabelecidas a partir das Resoluções Normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, órgão regulador e fiscalizador do setor elétrico e que, a partir da mencionada Lei, passou a atuar também como órgão fiscalizador da segurança de barragens cujo uso preponderante é a geração de energia hidrelétrica.

A PNSB estabeleceu diversos novos requisitos de segurança de barragens, dentre eles o Plano de Segurança de Barragens – PSB que inclui o Plano de Ação de Emergência – PAE e a Revisão Periódica de Segurança – RPS, sendo estes importantes instrumentos técnicos das atuais leis e

regulamentos. Muitos desses elementos podem ser abordados já na fase de estudos de viabilidade aproveitamentos hidrelétricos, mas ainda não foram explicitamente introduzidos no escopo do manual do EVTE.

Desta maneira, o presente artigo tem por objetivo avaliar as principais exigências de Segurança de Barragens constantes de recentes leis e regulamentos vigentes, que possam ensejar a atualização de aspectos técnicos preventivos e de gestão de riscos pertinentes ao planejamento geral da implantação e estudos de viabilidade de hidrelétricas. Esses aspectos podem também complementar as ações e custos decorrentes definidas na fase de estudos de viabilidade, que podem subsidiar parâmetros para leilões de concessão de aproveitamentos hidrelétricos realizados pela ANEEL.

Para atender ao escopo descrito, esse trabalho conta com uma breve revisão bibliográfica com a finalidade de apresentar alguns detalhes acerca das leis, resoluções, instruções e outros documentos que possam passar despercebidos pelo empreendedor que só leve em consideração o documento de 1997 ainda vigente, e que não reflete a totalidade das exigências atuais em Segurança de Barragens; a análise de possíveis complementações no documento, principalmente no que possa incidir em custos de implantação; em seguida a elaboração das proposições textuais dessas complementações e por fim, as conclusões advindas dessas inserções e suas consequências práticas para novos estudos e projetos, além de sugestões de outros trabalhos correlatos.

2 REVISÃO DE LITERATURA: JUSTIFICATIVAS E REFERÊNCIAS

2.1 Finalidade do EVTE e de suas Instruções de Elaboração

As etapas dos estudos para a implantação de um empreendimento hidrelétrico seguem uma ordem crescente de complexidade. São estas: a) os Estudos de Inventário para Estimativa de Potencial Hidrelétrico; b) os Estudos de Inventário Hidrelétrico; c) os Estudos de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE); d) o Projeto Básico e; e) o Projeto Executivo.

Especificamente, os Estudos de Viabilidade são a etapa em que se define a concepção global de um dado aproveitamento, da divisão de queda selecionada na etapa dos Estudos de Inventário, visando sua otimização técnico-econômica e ambiental e a obtenção de seus benefícios e custos

associados. Essa concepção compreende o dimensionamento do aproveitamento, as obras de infraestrutura local e regional necessárias à sua implantação, o reservatório, a área de influência, os outros usos da água e as ações socioambientais correspondentes (ELETROBRAS & DNAEE, 1997).

Após a aprovação dos Estudos de Viabilidade e da obtenção das licenças e autorizações necessárias, o projeto de uma usina hidrelétrica pode ser colocado em leilão para venda da energia que será gerada. A Figura 1 apresenta a sequência das etapas para a implantação de um empreendimento hidrelétrico, destacando as fases antes do leilão de energia. Essas etapas envolvem uma série de atividades interconectadas e exigentes em termos técnicos, econômicos e ambientais.

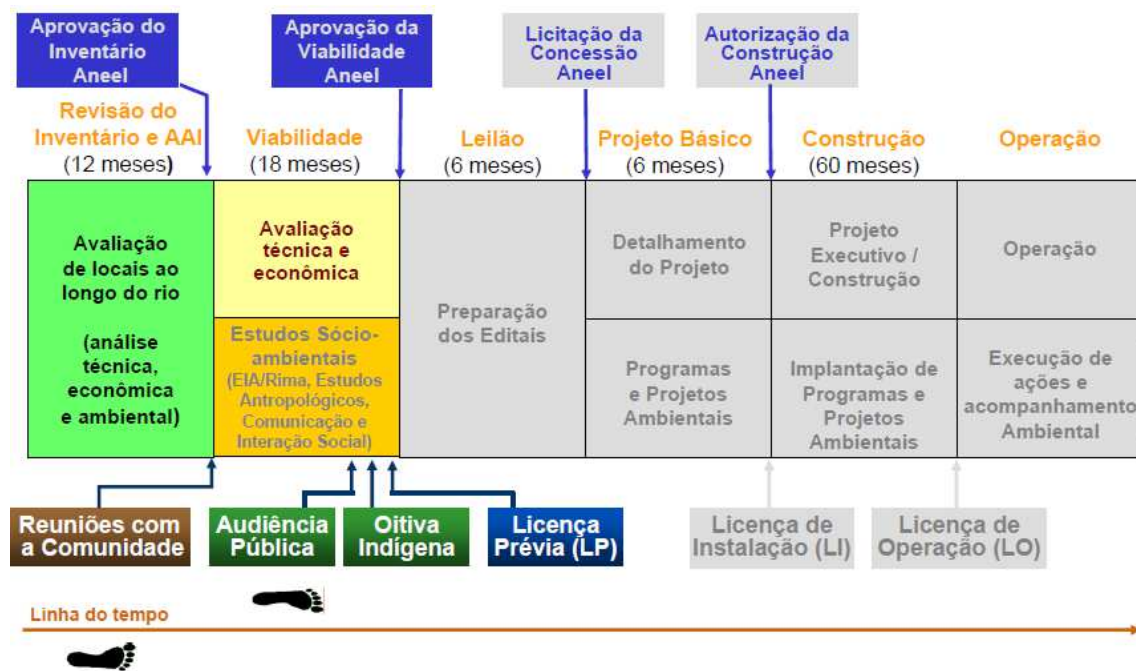


Figura 1 – Linha do tempo de estudos e projetos para implantação de um empreendimento hidrelétrico.

A partir da aprovação do Estudo de Viabilidade, a Agência Nacional de Energia Elétrica promove um leilão, cujo vencedor é aquele cujo lance seja o menor valor da venda de energia do empreendimento. Por isso, o EVTE precisa contabilizar muito bem os custos com implantação, operação e manutenção durante o período de concessão do ativo.

Conforme Eletrobras & DNAEE (1997), as Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos, ou Manual do EVTE, destinam-se a servir como roteiro básico para programação, contratação, elaboração, controle da execução e verificação da qualidade dos estudos de viabilidade, constituindo-se, essencialmente, num Termo de Referência. Essa publicação é a principal referência para elaboração de estudos de viabilidade de aproveitamentos hidrelétricos e pretende abranger a totalidade dos trabalhos a desenvolver. O princípio geral é o de abordar todas as atividades a serem desenvolvidas para a efetiva comprovação da viabilidade técnica e econômica de um dado aproveitamento sem, entretanto, descrever os aspectos metodológicos de como fazê-las. De forma geral, o Manual do EVTE prevê:

- a) Estudos Preliminares, compreendendo coleta de dados existentes, análise dos dados coletados, apreciação da divisão da queda, considerações sobre outros usos da água, inspeção de campo, seleção de critérios para delimitação da área de influência, análise de alternativas de aproveitamento, relatório de consolidação dos estudos preliminares, licenciamento ambiental, programa de interação social e programação geral dos estudos de viabilidade.
- b) Levantamentos de Campo, englobando os aerofotogramétricos, topobatimétricos, hidrometeorológicos, geológicos/geotécnicos, sócio-ambientais e custos.
- c) Estudos Básicos, contendo os hidrometeorológicos, geológico/geotécnicos, sócio-ambientais, estudos mercadológicos, dimensionamento energético e custos.
- d) Estudos de Alternativas do Aproveitamento, compreendendo os estudos de eixos, estudo de arranjos para o eixo selecionado, pré-dimensionamentos, estudos de construção, arranjos e pré-dimensionamento dos equipamentos eletromecânicos.
- e) Estudos Finais, englobando análise da integração da usina no sistema, definição do arranjo geral, avaliação de impactos e programas socioambientais, reservatório, desvio do rio e ensecadeiras, barragens e diques de terra e/ou enrocamento, barragens e muros de concreto, órgãos extravasores, circuito de adução, casa de força, subestação - obras civis, instrumentação, construções especiais, obras de infraestrutura, sequência construtiva, polígono de utilidade pública, estimativa de quantidades, equipamentos eletromecânicos, integração da usina ao sistema de transmissão, estimativa de custos, cronograma de construção, cronograma físico-econômico e índice de mérito da usina hidrelétrica.
- f) Relatório Final dos Estudos de Viabilidade.

- g) Anexos, contendo rede de precedência, quadro síntese do orçamento, ficha resumo, procedimentos para licenciamento ambiental, referências bibliográficas e participantes do grupo de trabalho.

Portanto, a intenção das instruções foi a de delimitar um escopo mínimo de informações capazes de fornecer condições de avaliação de riscos e custos aos empreendedores interessados no aproveitamento a ser leiloado. Assim, faz-se importante adicionar ao orçamento, que no caso de fornecimento de energia para entes públicos tem o modelo chamado de Orçamento Padrão Eletrobras – OPE, todos os dispêndios de implantação da usina hidrelétrica, incluindo aqueles relacionados à segurança de barragens.

2.2. A Lei 12.334/2010

Em setembro de 2010, o Brasil passou a ter um regramento oficial sobre Segurança de Barragens com a promulgação da Lei nº 12.334/2010 que instituiu a PNSB, tratando de barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais. De fato, a chamada “Lei de Segurança de Barragens” é um marco histórico para o país e a principal referência para nortear as ações dos empreendedores e fiscalizadores do setor barrageiro nacional.

A Lei de Segurança de Barragens foi revisada em 2020 com a redação dada pela Lei nº 14.066/2020. Essa revisão definiu regras mais exigentes para os empreendedores, principalmente em relação ao PAE. Dentre os instrumentos da PNSB estabelecidos na Lei destacam-se: I - o sistema de classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado; II - o Plano de Segurança da Barragem, incluído o PAE; III - o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); IV - o Sistema Nacional de Informações sobre o Meio Ambiente (Sinima); V - o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental; VI - o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais; VII - o Relatório de Segurança de Barragens; VIII - o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH); IX - o monitoramento das barragens e dos recursos hídricos em sua área de influência; X - os guias de boas práticas em segurança de barragens

Dentre todos os instrumentos citados, destacamos neste artigo o PSB contendo: I - identificação do empreendedor; II - dados técnicos referentes à implantação do empreendimento; III -

estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de segurança da barragem; IV - manuais de procedimentos dos roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento e relatórios de segurança da barragem; V - regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem; VI - indicação da área do entorno das instalações e seus respectivos acessos; VII - Plano de Ação de Emergência (PAE); VIII - relatórios das inspeções de segurança regular e especial; IX - Revisões Periódicas de Segurança - RPS. X - Identificação e avaliação dos riscos, com definição das hipóteses e dos cenários possíveis de acidente ou desastre; XI - mapa de inundação, considerado o pior cenário identificado; XII - identificação e dados técnicos das estruturas, das instalações e dos equipamentos de monitoramento da barragem.

No contexto do PSB, abordaremos o PAE e a RPS, no que esses documentos trazem de potencial necessidade para complementações ao Manual do EVTE.

O PAE é um documento do PSB que consiste em estabelecer as ações a serem executadas pelo empreendedor da barragem em caso de situação de emergência, bem como a identificação dos agentes a serem notificados dessa ocorrência.

Conforme a Lei 12.334/2010, o PAE deve contemplar, pelo menos: I - descrição das instalações da barragem e das possíveis situações de emergência; II - procedimentos para identificação e notificação de mau funcionamento, de condições potenciais de ruptura da barragem ou de outras ocorrências anormais; III - procedimentos preventivos e corretivos e ações de resposta às situações emergenciais identificadas nos cenários acidentais; IV - programas de treinamento e divulgação para os envolvidos e para as comunidades potencialmente afetadas, com a realização de exercícios simulados periódicos; V - atribuições e responsabilidades dos envolvidos e fluxograma de acionamento; VI - medidas específicas, em articulação com o poder público, para resgatar atingidos, pessoas e animais, para mitigar impactos ambientais, para assegurar o abastecimento de água potável e para resgatar e salvaguardar o patrimônio cultural; VII - dimensionamento dos recursos humanos e materiais necessários para resposta ao pior cenário identificado; VIII - delimitação da Zona de Autossalvamento (ZAS) e da Zona de Segurança Secundária (ZSS), a partir do mapa de inundação; IX - levantamento cadastral e mapeamento atualizado da população existente na ZAS, incluindo a identificação de vulnerabilidades sociais; X - sistema de monitoramento e controle de estabilidade da barragem integrado aos procedimentos emergenciais; XI - plano de comunicação, incluindo contatos dos responsáveis pelo PAE no empreendimento, da prefeitura municipal, dos órgãos de segurança pública e de

proteção e defesa civil, das unidades hospitalares mais próximas e das demais entidades envolvidas; XII - previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, com alcance definido pelo órgão fiscalizador; XIII - planejamento de rotas de fuga e pontos de encontro, com a respectiva sinalização.

A Lei 12.334/2010 definiu que a Revisão Periódica de Segurança – RPS é um documento do PSB com o objetivo de verificar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização dos dados hidrológicos e as alterações das condições a montante e a jusante da barragem.

A RPS engloba: I - o exame de toda a documentação da barragem, em particular dos relatórios de inspeção; II - o exame dos procedimentos de manutenção e operação adotados pelo empreendedor; III - a análise comparativa do desempenho da barragem em relação às revisões efetuadas anteriormente.

2.3. A Resolução ANEEL nº 1.064/2023

Em relação à regulamentação e fiscalização, no artigo 5º da Lei 12.334/2010, está a definição das entidades fiscalizadoras e regulamentadoras da aplicação dos preceitos legais para cada tipo de uso do barramento. No caso de barragens com a finalidade de geração de energia hidrelétrica, a ANEEL é o órgão regulamentador e fiscalizador da segurança de barragens. A ANEEL também é responsável pela regulação do setor elétrico no Brasil, incluindo a concessão de licenças para a construção e operação de usinas hidrelétricas. Cabe à ANEEL aprovar os EVTE e a realização de leilões para concessão de empreendimentos de geração.

No uso de suas atribuições, a ANEEL publicou em 2015 a Resolução nº 696, de modo a regulamentar a Lei de Segurança de Barragens, aliando os preceitos legais às suas diretrizes e critérios de fiscalização. Com o advento da revisão da Lei, a ANEEL emitiu nova regulamentação: a Resolução nº 1.064/2023 que está vigente até o presente momento.

Sobre o PSB de novos empreendimentos, a resolução diz que para usinas novas, o PSB deve estar disponível e acessível antes do início do primeiro enchimento do reservatório, sendo

condição para a liberação do início da operação em teste da primeira unidade geradora. Tal determinação impõe que os estudos, sua confecção e implantação sejam efetivados antes da operação da usina.

Os principais elementos trazidos na Resolução ANEEL 1.064/2023 referentes ao PAE, que são pertinentes a este artigo, são que:

- Para o PAE deverá ser elaborado estudo de rompimento e de propagação da cheia associada, contemplando mapa de inundação para os possíveis cenários de ruptura da barragem, considerando o pior cenário identificado.
- O pior cenário de ruptura da barragem deve considerar o maior impacto entre a área atingida pela inundação incremental de rompimento em cenário da cheia natural considerada no projeto de dimensionamento do vertedouro, ou no estudo hidrológico mais atualizado; e a área atingida por inundação proveniente de rompimento em dia seco, independentemente de cheia natural.
- O estudo de rompimento e propagação da cheia associada deverá indicar a metodologia e software adotados e os critérios, premissas e parâmetros utilizados para a elaboração do mapa de inundação, com a indicação do nível de precisão do levantamento topográfico, os tempos estimados da onda de impacto a jusante, e seu risco hidrodinâmico.
- A área de abrangência dos estudos de rompimento e propagação da cheia associada deve se estender até o amortecimento da cheia associada ou até o reservatório da usina hidrelétrica imediatamente a jusante, o que ocorrer primeiro.
- Quando a área de abrangência do estudo de rompimento e propagação da cheia associada se estender até o reservatório de jusante, seu resultado deverá ser encaminhado para o representante do empreendedor da usina de jusante para avaliação da capacidade de amortecimento.
- Caso o reservatório da usina de jusante não tenha capacidade para amortecimento da cheia associada à ruptura da barragem de montante, o estudo de rompimento e propagação da cheia associada referente a essa usina de jusante deverá ser atualizado considerando essa condição na análise do pior cenário de ruptura e, se for o caso, encaminhado para representante do empreendedor da usina de jusante.

- A elaboração do PAE é obrigatória para: I - todas as barragens classificadas como médio e alto dano potencial associado; ou II - barragens classificadas como A ou B segundo a matriz de Classificação de Barragens (Tabela 1).

Tabela 1 – Matriz de classificação de barragens da ANEEL (BRASIL, 2023).

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

- A elaboração do PAE compete ao empreendedor, devendo ser elaborado e assinado pelo responsável técnico, com manifestação de ciência do representante do empreendedor, ouvidos os órgãos de proteção e defesa civil e os representantes da população da área potencialmente afetada,
- A ZAS deve ser definida em articulação com os órgãos de proteção e defesa civil, contemplando no mínimo a distância que corresponde ao tempo de chegada da onda de inundação no decorrer de trinta minutos ou dez quilômetros.
- Os elementos de autoproteção existentes na ZAS deverão ser estendidos para os locais habitados da ZSS quando os órgãos de proteção e defesa civil não possam atuar tempestivamente.
- O PAE deverá contemplar a previsão de instalação de sistema sonoro ou de outra solução tecnológica de maior eficácia em situação de alerta ou emergência, nos locais habitados na ZAS, devendo conter avaliação quanto a essa abrangência e cabendo ao empreendedor sua implantação, operação e manutenção em articulação com os órgãos locais de proteção e defesa civil.
- Solução alternativa ao sistema sonoro deve ter sua maior eficácia e alcance à ZAS comprovada por meio de relatório técnico, elaborado por responsável técnico, e acompanhado de manifestação de ciência pelo representante do empreendedor.
- O exercício prático de simulação de situação de emergência deve ser realizado com a população da ZAS com frequência e organização definida conjuntamente com os órgãos de proteção e defesa civil, no que couber.

- O empreendedor deverá articular-se com os órgãos de proteção e defesa civil municipais e estaduais para promover e operacionalizar os procedimentos emergenciais constantes do PAE.
- O empreendedor deve adotar as medidas necessárias para implantação e operacionalização do PAE, de modo que as comunidades na ZAS e nos locais habitados da ZSS tenham ciência dos procedimentos a serem adotados em caso de acidente com a barragem.
- O PAE deverá estar disponível no site do empreendedor e ser mantido, em meio digital, no SNISB e, em meio físico, no empreendimento, nos órgãos de proteção e defesa civil dos municípios contemplados no mapa de inundação ou, na inexistência desses órgãos, na prefeitura municipal.
- Para usinas novas, o empreendedor deverá, antes do início do primeiro enchimento do reservatório da barragem, elaborar, implementar e operacionalizar o PAE e realizar reuniões com as comunidades para a apresentação do plano e a execução das medidas preventivas nele previstas, em trabalho conjunto com as prefeituras municipais e os órgãos de proteção e defesa civil.

Já para a RPS, destacamos os seguintes recortes da Resolução ANEEL nº 1.064/2023 que possam vir a ter alguma interferência futura e que possam ser levados em consideração para o EVTE:

- A RPS tem o objetivo de diagnosticar o estado geral de segurança da barragem, levando-se em conta o avanço tecnológico, a atualização de informações hidrológicas na respectiva bacia hidrográfica, de critérios de projeto, incluindo avaliação da estabilidade da barragem e das alterações registradas nas condições de uso e ocupação do solo e na ZAS do empreendimento.
- A RPS deve indicar as medidas a serem adotadas pelo empreendedor para a manutenção da segurança da barragem, compreendendo para tanto: I – o exame de toda a documentação da barragem, em particular dos relatórios de inspeção; IV – a revisão e atualização dos estudos hidrológicos para determinação de vazões extremas e verificação da capacidade de laminação da cheia de projeto pelos dispositivos de descarga, medido em Tempo de Recorrência (TR); VIII – a avaliação da necessidade de atualização do projeto da usina, indicando documentos a serem atualizados, ou elaborando o projeto em caso de sua inexistência;

3 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos descritos na seção introdutória, foram seguidas três etapas de modo a se tornar possível a chegada a resultados esperados. Seriam os seguintes: a identificação de exigências legais aplicáveis à fase de estudos de viabilidade; a identificação de possíveis exigências de RPS futura que poderiam ter tratamentos antecipados no EVTE; e a identificação de custos relacionados ao PAE e RPS que devem constar do OPE do EVTE. A partir desses passos foi possível realizar a identificação das lacunas e possíveis complementações no EVTE com base nos fatores descritos anteriormente.

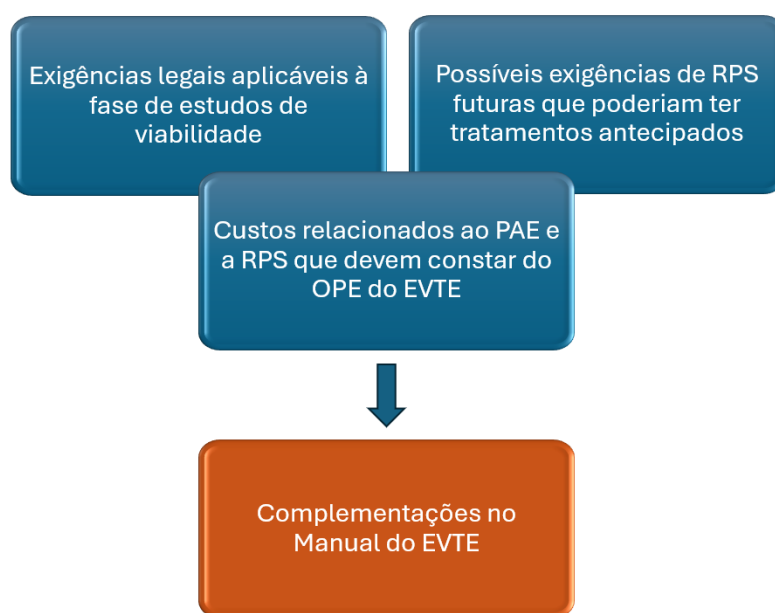


Figura 2 – Etapas de identificação de fatores a serem considerados para a inserção de complementações pertinentes ao PAE e a RPS para o Manual do EVTE.

3.1. Obrigações Aplicáveis ao EVTE

O regramento adotado antes do atual arcabouço legal sobre segurança de barragens era essencialmente técnico, com o uso de manuais de associações de referência, livros de engenharia e de boas práticas de projeto e construção de barragens.

Desta forma foram construídos, operados, monitorados e mantidos os empreendimentos hidrelétricos anteriormente à legislação de segurança de barragens. Assim, grande parte do parque gerador brasileiro foi projetado e implantado sem algumas obrigações que existem atualmente na área de segurança de barragens. Por isso, algumas aplicações e direcionamentos

legais aplicáveis às etapas anteriores à construção de barragens servem apenas para novos empreendimentos e devem ser incorporados ao manual do EVTE.

Tendo como referências a Lei 12.334/2010 (Brasil, 2010) e a Resolução 1.064/2023 da ANEEL (Aneel, 2023), há 03 (três) pontos que devem ser considerados para compor os Estudos de Viabilidade de Hidrelétricas. Embora alguns aspectos não sejam essenciais para o atendimento de critérios de projeto para uma obra segura, são importantes para a prevenção de alterações futuras na bacia hidrográfica e da gestão de riscos.

- Um fundamento da PNSB é **a segurança da barragem, consideradas as fases de planejamento, projeto**, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros (Brasil, 2010).
- O PSB deve estar **disponível e acessível, antes do início da operação da estrutura**, para a equipe responsável pela operação e gestão da barragem no local do empreendimento e para o órgão fiscalizador, bem como ser inserido no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB).
- O empreendedor deverá, **antes do início do primeiro enchimento do reservatório da barragem, elaborar, implementar e operacionalizar o PAE** e realizar reuniões com as comunidades para a apresentação do plano e a execução das medidas preventivas nele previstas, em trabalho conjunto com as prefeituras municipais e os órgãos de proteção e defesa civil.

A partir dos destaques acima citados da legislação fica claro que o empreendedor deve promover ações de gestão de riscos e de emergências em segurança de barragens desde a concepção do projeto para serem implantadas até a operação do empreendimento.

3.2. Potenciais Desdobramentos das Revisões dos Estudos Hidrológicos Previstos na RPS

A RPS prevê a atualização dos estudos hidrológicos para determinação de vazões extremas e verificação da capacidade de laminação da cheia de projeto pelos dispositivos de descarga, medido em Tempo de Recorrência (TR), numa periodicidade que poderá chegar a 07 (sete) anos (Aneel, 2023).

Segundo os Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas (Eletrobras/CBDB, 2003), a vazão de projeto dos órgãos extravasores ou cheia de projeto da barragem, para barragens

maiores que 30 m ou cujo colapso envolva risco de perdas de vidas humanas (existência de habitações permanentes a jusante), a vazão de projeto dos órgãos extravasores, ou cheia de projeto, será a cheia máxima provável¹ e, para barragens de altura inferior a 30 m ou com reservatório com volume menor que 50.000.000 m³ e, não havendo risco de perdas de vidas humanas (inexistência de habitações permanentes a jusante), a cheia de projeto será definida através de uma análise de risco, respeitada a recorrência mínima de 1000 anos.

A RPS, conforme o artigo 10 da Lei 12.334/2010, tem o objetivo de verificar o estado geral de segurança da barragem, considerando o atual estado da arte para os critérios de projeto, a atualização dos dados hidrológicos e as alterações das condições a montante e a jusante da barragem (Brasil 2010). Desta forma, uma das recomendações advindas do estudo hidrológico revisado pode ser a de aumentar a capacidade vertente da estrutura para uma vazão de tempo de recorrência igual à definida em seu projeto original caso o critério da RPS seja o mesmo que o definido em Eletrobras/CBDB (2003).

Dessa forma, é interessante perceber que, ao longo da vida útil do empreendimento, pode acontecer que o resultado de uma atualização (ou mais!) da hidrologia, na RPS, aponte para a necessidade de adaptação da capacidade vertente e de eventuais intervenções/obras para atender às recomendações. A depender da complexidade do empreendimento e das interferências no entorno, as soluções poderiam ser bastante onerosas até o ponto de o proprietário concluir que é menos custoso devolver a concessão da geração ou mesmo desativar o barramento.

3.3 Custos Associados ao Plano de Ação de Emergência - PAE

Os custos de implantação do PAE de barragens podem variar significativamente dependendo de vários fatores, incluindo altura do maciço, volume do reservatório, tipo dos barramentos, localização geográfica, tipo de uso e ocupação do solo à jusante, os requisitos das defesas civis locais, as características hidrológicas e hidrográficas da bacia, entre outros. Apresenta-se a seguir alguns elementos que podem influenciar os custos:

- Estudos e Avaliações: incluem estudos hidrológicos e geotécnicos para entender os riscos e a vulnerabilidade da barragem a diferentes cenários de emergência.

¹ Antes da atual versão dos critérios de projeto era indicado o uso do valor calculado para uma cheia de projeto de 10.000 anos de tempo de recorrência. Essa premissa ainda tem grande aceitação no meio técnico, pela grande segurança atribuída ao empreendimento pela probabilidade de um evento de galgamento ser menor que 10⁻⁵.

- **Elaboração do PAE:** envolve a elaboração do próprio plano, identificando procedimentos específicos para diferentes tipos de emergências, estabelecendo cadeias de comando claras, pontos de evacuação, comunicação com as autoridades e a população local, entre outros.
- **Treinamento e Simulações:** deve-se treinar a equipe do empreendedor, bem como realizar simulados e avaliá-los periodicamente para garantir que o plano seja eficaz e que todos os envolvidos saibam o que fazer em caso de uma emergência real.
- **Comunicação e Alerta:** descrição e implementação de sistemas de alerta/alarme eficazes e canais de comunicação para notificar as autoridades e o público em caso de uma emergência.
- **Infraestrutura de Segurança:** pode incluir a construção ou atualização de estruturas físicas, como estradas de evacuação, abrigos de emergência, entre outros.
- **Monitoramento e Manutenção:** custos contínuos associados a manutenção de equipamentos de segurança e atualização do PAE conforme necessário.
- **Conformidade:** custos associados à conformidade de legislações e regulamentações relacionados à segurança de barragens e gestão de riscos.

É importante ressaltar que esses custos, que devem ser dispendidos antes do primeiro enchimento do reservatório, podem variar consideravelmente a cada situação e podem ser influenciados por fatores específicos da região.

3.4 Custos Associados à RPS

A conservação dos projetos e estudos realizados para a construção da obra e toda a documentação técnica da barragem e estruturas associadas são fundamentais como fonte de informação e análise para os técnicos que elaboram uma RPS. Daí, o investimento a ser realizado no sentido de suportar essa documentação disponível e acessível deve ser contabilizada já no EVTE. A aquisição e manutenção de meios eficientes de armazenamento digital é fundamental. Além do projeto concebido, deve haver ainda o cuidado de elaborar projeto “*as built*” de todas as estruturas que compõem o barramento.

Adicionalmente, retomando a constatação procedente do item 3.2, é pertinente que, no EVTE e no projeto básico, conste previsões para futura expansão da capacidade das estruturas

extravasoras, como uma área para a disposição de uma estrutura que possa vir a ser utilizada para reserva de capacidade de vertimento, seja ela qualquer solução técnica adotada, como por exemplo: dique fusível, soleira vertente, vertedouro de emergência, espera de comportas, entre outros. Assim, caso seja necessário aumentar a condição da passagem da cheia de projeto, exista uma alternativa viável tanto técnica, quanto econômica.

Para atender a essa proposição é possível que o empreendedor necessite adquirir mais terrenos/áreas do que se não fosse atentar para o fato de que no futuro, possa vir a ser necessário intervenções capazes de sanar um possível déficit na capacidade vertente. Além do mais, a própria execução dessa alternativa preventiva acrescenta investimentos financeiros a implantação da usina.

3.5 O Orçamento Padrão Eletrobras - OPE

A principal referência para a estimativa de custos da implantação de uma usina hidrelétrica no Brasil é o Orçamento Padrão Eletrobras – OPE. Conforme MME (2007), o OPE é o documento padronizado para utilização em qualquer etapa do desenvolvimento de um projeto hidrelétrico.

O Plano de Contas do OPE está de acordo com o estabelecido pelo Ministério das Minas e Energia, enquanto a sua definição e descrição é feita no documento Descrições e Instruções para Aplicação do Orçamento Padrão Eletrobras de Usinas Hidroelétricas.

Na fase dos estudos, os custos das diversas estruturas são estimados individualmente em função da quantidade de obras, serviços e equipamentos levantados em nível suficiente para uma boa aproximação/estimativa do custo real da estrutura. Trata-se de uma tabela a ser preenchida que é dividida por grupos de custos chamados “Contas”, que pretende descrever os futuros gastos da implementação do empreendimento.

De acordo com MME (2007), deverá ser apresentado o orçamento segundo o Modelo do Orçamento Padrão Eletrobras (OPE) para a solicitação de cadastramento e da habilitação técnica para um leilão através de um requerimento à Empresa de Pesquisa Energética – EPE. A atual tabela do OPE com os custos até a ordem 3 é apresentada na Figura 3. As proposições deste artigo também ensejam acréscimo de itens no OPE, o que será apresentado na seção de resultados.

CONTA	DISCRIMINAÇÃO	un	Qtidade	Custo Unitário R\$	Custo Total R\$	Custo Unitário US\$	Custo Total US\$
.10.	TERRENOS, RELOCAÇÕES E OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS						
.10.10	AQUISIÇÃO DE TERRENOS E BENFEITORIAS						
.10.10.11	PROPRIEDADES RURAIS	gl					
.10.10.12	DESPESAS LEGAIS E DE AQUISIÇÃO	gl					
.10.10.13	OUTROS CUSTOS	gl					
.10.11	RELOCAÇÕES						
.10.11.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km					
.10.11.15	ESTRADAS DE FERRO	km					
.10.11.16	PONTES	m					
.10.11.18	SISTEMA DE TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO	gl					
.10.11.19	SISTEMA DE COMUNICAÇÃO	gl					
.10.11.20	RELOCAÇÕES DE POPULAÇÃO	gl					
.10.11.21	OUTRAS RELOCAÇÕES	gl					
.10.11.13	OUTROS CUSTOS	gl					
.10.15	OUTRAS AÇÕES SÓCIO-AMBIENTAIS						
.10.15.44	COMUNICAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL	gl					
.10.15.45	MEIO FÍSICO-BIÓTICO	gl					
.10.15.46	MEIO SÓCIO-ECONÔMICO-CULTURAL	gl					
.10.15.47	LICENCIAMENTO E GESTÃO INSTITUCIONAL	gl					
.10.15.48	USOS MÚLTIPLOS	gl					
.10.15.13	OUTROS CUSTOS	gl					
.10.27	EVENTUAIS DA CONTA .10	gl					
.11.	ESTRUTURAS E OUTRAS BENFEITORIAS						
.11.12	BENFEITORIAS NA ÁREA DA USINA	MW					
.11.13	CASA DE FORÇA						
.11.27	EVENTUAIS DA CONTA .11	gl					
.12.	BARRAGENS E ADUTORAS						
.12.16	DESVIO DO RIO						
.12.16.22	ENSECADEIRAS	gl					
.12.16.24	CANAL OU GALERIA / ADUFA DE DESVIO	gl					
.12.17	BARRAGENS E DIQUES						
.12.17.25	BARRAGENS E DIQUES DE TERRA E ENROCAMENTO	gl					
.12.17.26	BARRAGENS DE CONCRETO	gl					
.12.17.27	TRANSIÇÕES E MUROS DE CONCRETO	gl					
.12.18	VERTEDOUROS						
.12.18.28	VERTEDOUROS DE SUPERFÍCIE	gl					
.12.18.29	VERTEDOUROS DE FUNDO E OUTROS	gl					
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS						
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA	gl					
.12.19.31	CANAL DE ADUÇÃO	gl					
.12.19.32	CONDUTO ADUTOR	gl					
.12.19.33	CHAMINÉS DE EQUILÍBRIO	gl					
.12.19.34	CONDUTO FORÇADO	gl					
.12.20.37	OUTRAS CONSTRUÇÕES ESPECIAIS (Escada de Peixe)						
.12.27.98	EVENTUAIS DA CONTA .12 obras civis	gl					
.12.27.99	EVENTUAIS DA CONTA .12 equipamentos	gl					
.13.	TURBINAS E GERADORES						
.13.27	EVENTUAIS DA CONTA .13	gl					
.14.	EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS ACESSÓRIOS						
.14.27	EVENTUAIS DA CONTA .14	gl					
.15.	DIVERSOS EQUIPAMENTOS DA USINA						
.15.27	EVENTUAIS DA CONTA .15	gl					
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES						
.16.00.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km					
	ESTRADA DE FERRO	km					
.16.00.16	PONTES	m					
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16	gl					
	CUSTO DIRETO TOTAL = (CDT)						
.17.	CUSTOS INDIRETOS						
.17.21	CANTEIRO E ACAMPAMENTO						
.17.21.38	CONSTRUÇÕES DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl					
.17.21.39	MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DO CANTEIRO E ACAMPAMENTO	gl					
.17.22	ENGENHARIA E ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO						
.17.22.40	ENGENHARIA	gl					
.17.22.41	ADMINISTRAÇÃO DO PROPRIETÁRIO	gl					
.17.27	EVENTUAIS DA CONTA .17	gl					
	CUSTO TOTAL (Exclusive Juros Durante a Construção)	gl					
.18.	JUROS DURANTE A CONSTRUÇÃO	gl					
	CUSTO TOTAL (Inclusive Juros Durante a Construção) = (CT)	gl					
	Potência instalada	kW					
	Custo em US\$/kW Instalado	US\$/kW					

Figura 3 – Planilha atual do Orçamento Padrão Eletrobras - OPE

4 RESULTADOS: COMPLEMENTAÇÕES AO MANUAL DO EVTE

A partir da análise das exigências legais sobre o PAE e RPS, identificadas como pertinentes à fase de EVTE, foram elaboradas formas de abordá-las no EVTE e identificados os itens do EVTE que poderiam ser complementados, conforme apresentado na Tabela 2. Com base nessa análise, são propostas a seguir alguns ajustes possíveis no Manual do EVTE para contemplar e antecipar alguns aspectos de segurança definidos na legislação e na regulamentação da ANEEL.

Tabela 2 - Exigências legais e possíveis abordagens no Manual do EVTE

Item do Manual do EVTE	Exigências Legais Identificadas	Ação prevista com a complementação do texto do manual
Estudos Preliminares: coleta e análise de dados; inspeção de campo; programa de interação social	<ul style="list-style-type: none"> • Antes do início do primeiro enchimento do reservatório da barragem, elaborar, implementar e operacionalizar o PAE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de estudo sobre a população residente e seu tipo de ocupação a jusante do AHE até 10 km do barramento.
Levantamentos de campo: Aerofotogramétricos e Topobatimétricos.		<ul style="list-style-type: none"> • Realização de levantamentos para estudos de propagação da onda de ruptura hipotética da barragem, bem como dos mapas de inundação derivados.
Estudos Básicos Hidrometeorológicos		<ul style="list-style-type: none"> • Realização de estudos de propagação do hidrograma defluente com mapas de inundação durante onda decorrente de ruptura hipotética. Essa propagação deverá ser simulada até a próxima barragem da cascata ou até a foz do rio.
Estudos de Alternativas do Aproveitamento: pré-dimensionamento	<ul style="list-style-type: none"> • Segurança da barragem nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Definição de órgão extravasor complementar, cujo espaço para sua eventual instalação deve estar garantido no arranjo. Tal estrutura pode vir a ser necessária, caso numa futura RPS seja indicada uma expansão da capacidade de vertimento instalada.
Estudos Finais: Definição do Arranjo Geral; Órgãos Extravasores; a inserção de um item sobre Plano de Segurança de Barragens e Estimativa de Custos	<ul style="list-style-type: none"> • Antes do início do primeiro enchimento do reservatório da barragem, elaborar, implementar e operacionalizar o PAE. • Segurança da barragem nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, 	<ul style="list-style-type: none"> • Reserva de espaço e, caso necessário, obras de espera, para estrutura de vertimento complementar. • Inclusão de um item sobre o PSB. • Levantamento e inclusão dos custos com a elaboração e implantação do PSB, incluindo o PAE.

Item do Manual do EVTE	Exigências Legais Identificadas	Ação prevista com a complementação do texto do manual
	descaracterização e usos futuros. <ul style="list-style-type: none"> • PSB disponível e acessível, antes do início da operação da estrutura 	
Relatório Final do EVTE: Levantamentos Executados e Estudos Finais.	<ul style="list-style-type: none"> • Antes do início do primeiro enchimento do reservatório da barragem, elaborar, implementar e operacionalizar o PAE. • Segurança da barragem nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros. • PSB disponível e acessível, antes do início da operação da estrutura 	<ul style="list-style-type: none"> • Completar a parte aplicada do manual com dados para: • Reserva de espaço e, caso necessário, obras de espera, para estrutura de vertimento complementar. • Inclusão de um item sobre o PSB. • Levantamento e inclusão dos custos com a elaboração e implantação do PSB, incluindo o PAE.
OPE	<ul style="list-style-type: none"> • Antes do início do primeiro enchimento do reservatório da barragem, elaborar, implementar e operacionalizar o PAE. • Segurança da barragem nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros. • PSB disponível e acessível, antes do início da operação da estrutura 	<ul style="list-style-type: none"> • Inclusão de itens relacionados em algum grau com o PAE e a RPS no orçamento dos estudos de viabilidade para leilão de geração de energia

4.1 Estudos Preliminares no EVTE

O primeiro item do Manual do EVTE a conter complementações são os Estudos Preliminares, que compõe o capítulo 1 do documento. Os objetivos principais destes estudos estão ligados à elaboração de um relatório sobre a situação atual e da programação geral dos Estudos de Viabilidade.

Diante do arcabouço temático apresentado no índice do manual, as propostas de adaptação para contemplação com aspectos de segurança de barragens se dariam nos itens 1.1 Coleta de Dados

Existentes; 1.2 Análise dos Dados Coletados; 1.5 Inspeção de Campo e 1.10 Programa de Interação Social.

4.1.1 Coleta de dados existentes

Esta atividade dá início aos Estudos de Viabilidade do aproveitamento hidrelétrico, tendo como objetivo identificar e coletar as informações disponíveis em todas as disciplinas e áreas de conhecimento necessárias aos estudos (ELETROBRAS & DNAEE, 1997). A fim de atualizar esse item, sugerimos a seguinte complementação em formato textual, de acordo com a formatação original: ***“Relatórios sobre a evolução da população residente e seu tipo de ocupação a jusante do aproveitamento hidrelétrico até 10 km do barramento”***.

Justificativa 1: Tal texto faz-se importante nesta fase do EVTE para o início da previsão de custos de implantação do PAE, já que um dos critérios adotados para a definição da Zona de Auto Salvamento – ZAS é justamente 10 km a jusante do barramento.

4.1.2 Análise dos dados coletados

Todos os dados coletados deverão ser catalogados e avaliados quanto à consistência e atualidade. Assim, apresentamos a inclusão do seguinte texto, conforme a formatação original em *bullets*: ***“Situação atual do uso e ocupação antrópica a jusante do aproveitamento hidrelétrico ao longo da extensão de 10 km”***.

Justificativa 2 – Idem a justificativa 1.

4.1.3 Inspeção de campo

Conforme Eletrobras & DNAEE (1997), deverão ser realizadas inspeções de campo na área do aproveitamento e do futuro reservatório, com vistas a obter subsídios para as atividades subsequentes. Como complementação de texto no contexto deste artigo, apresentamos em itálico-negrito o seguinte: ***“Reconhecimento geral do uso e ocupação antrópica a jusante do aproveitamento hidrelétrico ao longo da extensão de 10 km.”***

Justificativa 3 – Idem a justificativa 1.

4.1.4 Programa de Interação Social

Para complementação do texto apresentado no item 1.10 do Manual do EVTE, incluímos o seguinte destaque: *"Considerando as informações obtidas durante as atividades relativas aos Estudos Preliminares, deverá ser estabelecido um programa especial para divulgação e esclarecimentos junto às populações e instituições envolvidas quanto aos objetivos dos Estudos de Viabilidade, sua dinâmica, necessidades e comprometimentos dos trabalhos a serem executados, e mesmo da implantação do Plano de Ação de Emergência. Este programa deverá prever, inclusive, as formas de relacionamento das equipes de campo com as populações, órgãos públicos e outras entidades."*

Justificativa 4 – A implantação de um empreendimento hidrelétrico geralmente traz consigo dúvidas quanto a condição futura da rotina da população do entorno. A prática do esclarecimento, sobre toda a situação que pode vir a ser impactada com o advento da usina hidrelétrica, é pertinente, oportuna e educativa.

4.2 Levantamentos do EVTE

O segundo capítulo trata de levantamentos de campo que visam a obtenção de dados básicos ao desenvolvimento dos estudos e caracterizam-se como essencialmente de campo. Neste item as propostas de complementação a respeito dos aspectos de segurança de barragens são nos itens 2.1 Aerofotogramétricos e 2.2 Topobatimétricos.

4.2.1 Levantamentos Aerofotogramétricos

No documento, o item do capítulo 2 possui dois tópicos: um sobre os levantamentos aerofotogramétricos do reservatório e o outro relacionado ao sítio do aproveitamento hidrelétrico. Neste ponto a complementação seria a seguinte: ***"2.1.2 LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO DE JUSANTE DO EIXO DO AHE. Para os estudos de propagação da onda de uma ruptura hipotética da barragem, bem como dos mapas de inundação derivados, é necessário levantamento aerofotogramétrico da área de jusante a partir do eixo indicado pelos estudos de inventário hidrelétrico até a foz do rio onde se encontra o barramento ou até a próxima barragem da cascata, em escala 1:25.000."***

Justificativa 5 - Conforme ANA (2016) a delimitação das áreas de inundação deve ser feita preferencialmente sobre cartografia 1:25.000, podendo ser complementada com maior pormenor para zonas urbanas ou industriais. Assim essa mesma escala deve ser adotada para os aerolevantamentos de jusante para contemplar essas demandas do PAE.

4.2.2 Levantamentos Topobatimétricos

Nos levantamentos topobatimétricos, a parte a ser complementada está a seguir em itálico-negrito e a eliminação do trecho tachado: "~~Trecho a jusante do barramento: Em caso de possíveis interferências e para compor o rol de dados das simulações hidrodinâmicas do PAE, deverão ser feitos levantamentos topobatimétricos a jusante do local do futuro barramento, conforme indicado nos Estudos Preliminares.~~"

Justificativa 6 - Conforme ANA (2016) a delimitação das áreas de inundação deve ser feita preferencialmente sobre cartografia 1:25.000, podendo ser complementada com maior pormenor para zonas urbanas ou industriais. Assim essa mesma escala deve ser adotada para os aerolevantamentos de jusante para contemplar essas demandas do PAE.

4.3 Estudos Básicos do EVTE

O conjunto de atividades relativas a Estudos Básicos, conforme Eletrobras & DNAEE (1998), tem por objetivo a definição de todos os condicionantes e parâmetros básicos necessários ao completo conhecimento das características técnicas que vão influenciar as concepções do Aproveitamento Hidrelétrico. Para o capítulo 3. Estudos Básicos, a complementação sugerida para o manual é no item de 3.1 Hidrometeorológicos.

4.3.1 Estudos Hidrometeorológicos

A fim de atualizar esse item, sugerimos a seguinte complementação em formato textual, em Itálico-Negrito, logo após o item de "Amortecimento da onda de cheia": "**PROPAGAÇÃO DO HIDROGRAMA DEFLUENTE DE PROJETO. Os estudos de propagação do hidrograma defluente deverão apresentar a configuração em mapas de inundação durante a passagem da cheia decorrente de ruptura hipotética da barragem. Essa propagação deverá ser simulada**

em programa computacional de hidrodinâmica até a próxima barragem da cascata ou até a foz do rio."

Justificativa 7 – Os estudos de propagação do hidrograma defluente são necessários para efeito de demonstração da extensão da ZSS para o caso de rompimento da barragem. É possível que o incremento da mancha de inundação de ruptura a partir de certo ponto do terreno se assemelhe à provocada pela vazão de projeto do vertedouro, de tal modo que a propagação daí em diante esteja caracterizado como o cenário definido dentro das condições operativas previstas em projeto.

4.4 Estudos de Alternativas do Aproveitamento

As atividades que compõem o bloco de Estudos de Alternativas do Aproveitamento são as necessárias à escolha do eixo e do arranjo geral, mediante estudos que utilizam os dados obtidos na etapa denominada Estudos Básicos

O quarto capítulo do Manual do EVTE a conter complementações, trata dos Estudos de Alternativas do Barramento. Diante dos itens apresentados no índice do manual, as propostas de adaptação para contemplação com aspectos de Segurança de Barragens se dariam no item de 4.3 Pré-Dimensionamentos.

4.4.1 Pré-Dimensionamentos

No capítulo dos Pré-Dimensionamentos, no item de Pré-Dimensionamento Hidráulico dos Órgãos Extravasores, a parte a ser complementada está em itálico-negrito conforme a seguir: *"PRÉ-DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS ÓRGÃOS EXTRAVASORES. Todas as premissas desse tópico devem ser adotadas também para a definição de órgão extravasor complementar, cujo espaço para sua eventual instalação deve estar garantido no arranjo. Tal estrutura pode vir a ser necessária, caso numa futura Revisão Periódica de Segurança de Barragem – RPS seja indicada uma expansão da capacidade de vertimento instalada."*

Justificativa 8 – Com o aumento do monitoramento hidrológico e suas séries históricas, a evolução do estado da arte da definição de métodos de definição das vazões de projeto dentre outros, pode acontecer de uma RPS durante a vida útil do empreendimento, venha a detectar a

necessidade de uma expansão da capacidade extravasora da usina. O projeto para a futura implantação de um vertedouro complementar poderia garantir que o espaço reservado para sua instalação pudesse estar preservado de interferências com ocupações, acessos definitivos, dentre outros que pudessem vir a onerar muito sua obra.

4.5 Estudos Finais do EVTE

Os Estudos Finais de Engenharia visam a definição da concepção global do Aproveitamento selecionado e se constituem no real objetivo dos estudos de Viabilidade.

O quinto capítulo do Manual do EVTE a conter complementações são os Estudos Finais. Diante do temário apresentado no índice, as propostas de adaptação para contemplação com aspectos de segurança de barragens se dariam nos itens 5.2 Definição do Arranjo Geral; 5.8 Órgãos Extravasores; a inserção de um item sobre Plano de Segurança de Barragens e 5.20 Estimativa de Custos;

4.5.1 Definição do Arranjo Geral

Na definição do arranjo geral, no item de pré-dimensionamento hidráulico e estrutural, a parte a ser complementada está após os *bullets* existentes no texto do item. Segue inserção em itálico-negrito: ***"Pré-dimensionamento hidráulico e estrutural. Espera de obras futuras (extravasor complementar) – reserva de espaço e, caso necessário, obras de espera, para estrutura de vertimento complementar."***

Justificativa 9 – Idem justificativa 8.

4.5.2 Órgãos Extravasores

Nos estudos finais dos órgãos extravasores, o texto complementar sugerido deve ser o penúltimo parágrafo e deve ficar, de acordo com o apresentado a seguir: ***"Deverá ser reservado um local no arranjo para a espera da implantação de um vertedouro complementar. Tal espaço poderá ser necessário para a construção de estrutura vertente durante a vida útil do empreendimento."***

Justificativa 9 – Idem justificativa 8.

4.5.3 Plano de Segurança de Barragens

Aqui, conforme os objetivos deste artigo, faz-se necessária a inclusão de um item sobre o Plano de Segurança de Barragens – PSB do barramento. Seria necessário um item novo, cujo texto apresentamos a seguir: *"5.17 PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS - PSB. De posse dos estudos preliminares, dos levantamentos de campo e dos estudos básicos deverão ser realizados os estudos finais para a confecção do Plano de Segurança de Barragens - PSB, incluindo a elaboração e o plano de trabalho e custos para a implantação do Plano de Ação de Emergência – PAE. Estes estudos abrangerão o seguinte:*

- *Sistema Repositório de Documentação Técnica*
- *Estimativa das quantidades de documentações técnicas a serem inseridas em repositório digital para dimensionamento de custos de implantação e manutenção do sistema mais adequado para o empreendimento, de modo a subsidiar o PSB.*
- *Elaboração do Plano de Ação de Emergência*
- *Avaliação da elaboração do PAE conforme os dados levantados nas etapas anteriores do EVTE, incluindo a apresentação da estrutura de um Termo de Referência para esta etapa.*
- *Implantação do Plano de Ação de Emergência*
- *Seleção e análise dos dados representativos para cada etapa da implantação do PAE, sendo elas: sinalização de rotas de fuga e pontos de encontro, sistemas de comunicação e alerta, cadastramento e mapeamento da população da ZAS, simulados interno e externos."*

Justificativa 10 – Inserir a base teórica do PSB na fase de estudos finais irá conduzir essas observações ao item de estimativa de custos, ao relatório final e a consideração de seus custos no OPE.

4.5.4 Estimativa de custos

No tópico de trabalhos a serem desenvolvidos para a estimativa de custos, a complementação sugerida como um dos *bullets* do item serão as seguintes: ***"Levantamento e inclusão dos custos com a elaboração e implantação do PSB, incluindo o PAE."***

Justificativa 11 – Inclusão dos custos atrelados à elaboração e implantação do PSB no orçamento para o leilão do empreendimento.

4.5 Relatório Final do EVTE

Como marco de conclusão de todos os estudos desenvolvidos, ao final dos Estudos de Viabilidade de um Aproveitamento Hidrelétrico, deverá ser elaborado o relatório final conclusivo, que sintetizará os trabalhos realizados.

Para o Relatório Final do EVTE, as propostas de adaptação para contemplação dos aspectos de segurança de barragens se dariam nos capítulos: 6. Levantamentos Executados e 13. Estudos Finais.

No capítulo 6, as inserções se dariam dentro dos itens 6.1 e 6.2, sem um item específico para o índice. Já para os estudos finais (capítulo 13) a complementação pertinente a esse artigo com o item **"13.16. PLANO DE SEGURANÇA DE BARRAGENS – PSB."**

4.6 Inserções no Orçamento Padrão Eletrobras - OPE

No Orçamento Padrão Eletrobras – OPE os custos das obras civis e equipamentos são agrupados em grandes blocos, de forma a obter mais facilmente o custo de um conjunto das obras, estruturas e serviços, possibilitando a montagem rápida do orçamento.

A inserção das complementações de Segurança de Barragens no Manual do EVTE sugeridas nos tópicos anteriores deste capítulo tem como desdobramento esperado um incremento nos itens da planilha do Orçamento Padrão Eletrobras – OPE.

A Figura 4 apresenta a inserção (em vermelho) na Conta 12 (Barragens e Adutoras) da previsão de um vertedouro denominado de “complementar”, para o caso de uma Revisão Periódica de Segurança apontar a necessidade de ampliação da capacidade de extravasamento da usina hidrelétrica. O detalhamento do item pode ter várias possibilidades conforme o item 3.1.2 deste artigo.

.12.18.29	VERTEDOUROS DE FUNDO E OUTROS	gl
.12.18.29.12	Escavação	m³
.12.18.29.12.10	Comum	m³
.12.18.29.12.11	Em rocha a céu aberto	m³
.12.18.29.13	Limpeza e tratamento de fundação	gl
.12.18.29.14	Concreto	m³
.12.18.29.14.13	Cimento	t
.12.18.29.14.14	Concreto sem Cimento	m³
.12.18.29.14.15	Armadura	t
.12.18.29.23	Equipamentos	gl
.12.18.29.23.16	Comportas e guinchos	gl
.12.18.29.23.17	Stoplogs	gl
.12.18.29.23.20	Guindaste	gl
.12.18.29.17	Outros custos	gl
.12.18.30	VERTEDOURO COMPLEMENTAR (PARA EXPANSÃO DA CAPACIDADE)	gl
.12.19	TOMADA D'ÁGUA E ADUTORAS	
.12.19.30	TOMADA D'ÁGUA	gl
.12.19.30.12	Escavação	m³
.12.19.30.12.10	Comum	m³
.12.19.30.12.11	Em rocha a céu aberto	m³

Figura 4 – Inserção de vertedouro complementar para expansão da capacidade extravasora no OPE.

Já na Figura 5 está a complementação (em vermelho) a respeito da introdução do item “Plano de Segurança de Barragens – PSB”, incluindo nos custos diretos dentre outros, os aspectos ligados ao Plano de Ação de Emergência – PAE.

CONTA	DISCRIMINAÇÃO	un
.16.	ESTRADAS DE RODAGEM, DE FERRO E PONTES	
.16.00.14	ESTRADAS DE RODAGEM	km
	ESTRADA DE FERRO	km
.16.00.16	PONTES	m
.16.27	EVENTUAIS DA CONTA .16	gl
.17.	PLANO DE SEGURANÇA DA BARRAGEM - PSB	gl
	SISTEMA REPOSITÓRIO DE DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA	gl
	ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE	gl
	IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO DE EMERGÊNCIA - PAE	gl
	Sinalização de rotas de fuga e pontos de encontro	gl
	Sistemas de comunicação e alerta	gl
	Cadastramento e mapeamento da população da ZAS	gl
	Simulado interno	gl
	Simulados externos	gl
	CUSTO DIRETO TOTAL = (CDT)	
	Custo direto total em R\$	
	Custo direto total em US\$ equivalentes	

Figura 5 – Inserção do Plano de Segurança de Barragens - PSB no OPE.

5 CONCLUSÕES

O presente artigo descreveu e justificou possíveis futuras complementações nas atuais Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamentos Hidrelétricos (EVTE) a partir das atuais exigências legais relacionadas ao PSB, precisamente nos volumes de PAE e RPS.

Devido à sua importância, o “Manual do EVTE” necessita de atualização em vários temas de engenharia e de questões ambientais ligados principalmente em razão do advento de novas tecnologias e de adequação ao arcabouço legal e regulatório e suas tendências. Promover essa atualização geral é uma das formas possíveis de valorizar a geração de energia hidráulica no Brasil e a manutenção da referência mundial da nossa engenharia nacional.

Também seria igualmente útil incluir atualizações nos manuais dos estudos de inventário hidrelétrico de 2007, no manual de Projeto Básico de 1999, nos Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas, de 2003, para compatibilização de premissas, inclusive aquelas necessárias a compatibilizar esses manuais com os instrumentos e exigências da PNSB, notadamente, a RPS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. (ELETROBRAS); DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DNAEE). **Instruções para Estudos de Viabilidade** – Brasília, DF, 1998.

BRASIL, CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A. (ELETROBRAS); COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (CBDB). **Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas** – Brasília, DF, 2003.

BRASIL, MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (MME). **Manual de Inventário Hidroelétrico de Bacias Hidrográficas** – Rio de Janeiro, RJ, 2007.

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 nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 21 set. 2010.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) Resolução Normativa 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. Brasília, DF, 2015.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Guia de orientação e formulários do Plano de Ação de Emergência - PAE**. - Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. Altera a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), a Lei nº 7.797, de 10 de julho de 1989, que cria o Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA), a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, e o Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 out. 2020.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL) Resolução Normativa N° 1.064, de 02 de maio de 2023. 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. Brasília, DF, 2023.