



**ANEXO I – TERMO DE REFERÊNCIA**

**ATO CONVOCATÓRIO Nº 016/2021**

**CONTRATO DE GESTÃO Nº 028/ANA/2020**

**CONTRATAÇÃO DE CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS TÉCNICOS A PARTIR DE DIAGNÓSTICO DE BARRAGENS DE REJEITOS MINERÁRIOS E INDUSTRIAIS EXISTENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**

**Enquadramento:** Plano de Aplicação Plurianual (PAP) – 2021 - 2025

**Finalidade:** 1 - Gestão de Recursos Hídricos

**Programa:** 1.9 - Normas e ações relacionados aos sistemas e políticas de gestão de recursos hídricos

**Ação:** 1.9.2 - Promoção de articulações, cooperações e parcerias para gestão integrada dos recursos hídricos

**Subação POA 2021:** 1.9.2.1 - Contratação de consultoria para investigação do grau de risco das principais barragens de rejeito na bacia do rio São Francisco

**Sumário**

1. INTRODUÇÃO.....	20
2. POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS .....	23
3. OBJETIVOS.....	24
3.1. Objetivo Geral .....	24
3.2. Objetivos Específicos .....	24
4. JUSTIFICATIVA.....	25
5. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS (SNISB) .....	25
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS.....	30
7.1. Estado da arte dos aspectos legais e normativos relacionados à Segurança de Barragens.....	30
7.2. Levantamento e caracterização das barragens de rejeitos existentes na bacia hidrográfica do rio São Francisco e elaboração de mapas temáticos .....	31
7.3. Modelagem espacial das manchas de inundação das principais barragens de rejeito	32
7.4. Construção de banco de dados espaciais para publicação e acoplamento no SIGA São Francisco .....	35
7.5. Apresentação final .....	36
8. PERFIL DA EQUIPE TÉCNICA.....	36
9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO.....	37
10. ESTIMATIVAS DE CUSTOS DO PROJETO .....	38
11. REFERÊNCIAS.....	38





### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa temático da bacia hidrográfica do rio São Francisco .....22

Figura 2 - Fluxograma de decisão sobre a responsabilidade de fiscalização de uma barragem .....24

Figura 3 - Esquema de uma barragem de terra, do reservatório, do vertedouro e do descarregador de fundo/tomada d'água .....29

### ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Cronograma físico-financeiro .....37

Tabela 2 - Estimativa de custos decorrentes da execução dos serviços a serem contratados .....38





## 1. INTRODUÇÃO

A Agência de Bacia Hidrográfica Peixe Vivo (Agência Peixe Vivo) é uma associação civil de direito privado, composta por empresas usuárias de recursos hídricos e organizações da sociedade civil, tendo como objetivo a execução da Política de Recursos Hídricos deliberada pelos Comitês de Bacia Hidrográfica a ela integrados.

Criada em 15 de setembro de 2006, a Agência Peixe Vivo está legalmente habilitada a exercer as funções de Entidade Equiparada às ações de Agência de Bacia do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) nº. 114, de 10 de junho de 2010, que delega competência à Agência Peixe Vivo para o exercício de funções inerentes à Agência de Água da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Além deste Comitê de Bacia Federal, a Agência Peixe Vivo está legalmente habilitada a exercer as funções de Agência de Bacia para o CBH Verde Grande e dois Comitês estaduais mineiros, o CBH Rio das Velhas (Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH SF5) e o CBH Rio Pará (UPGRH SF2).

Dentre as finalidades da Agência Peixe Vivo está a prestação de apoio técnico-operativo à gestão dos recursos hídricos das bacias hidrográficas para as quais ela exerce as funções de Agência de Bacia, incluindo as atividades de planejamento, execução e acompanhamento de ações, programas, projetos, pesquisas e quaisquer outros procedimentos aprovados, deliberados e determinados por cada CBH ou pelos Conselhos Estaduais ou Federal de Recursos Hídricos.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) é o órgão colegiado responsável por realizar a gestão descentralizada e participativa dos recursos hídricos da bacia do Rio São Francisco. Integrado pelo poder público, sociedade civil e empresas usuárias de água, visa à proteção dos seus mananciais e ao seu desenvolvimento sustentável. Com atribuições normativas, deliberativas e consultivas, foi criado por Decreto Presidencial em 5 de junho de 2001.

O CBHSF é vinculado ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão colegiado do Ministério do Meio Ambiente (MMA), e se reporta à Agência Nacional de Águas (ANA), órgão responsável pela coordenação da gestão compartilhada dos recursos hídricos no país.

As atividades político-institucionais do CBHSF são exercidas, de forma permanente, por uma Diretoria Colegiada (DIREC), que abrange a Diretoria Executiva (presidente, vice-





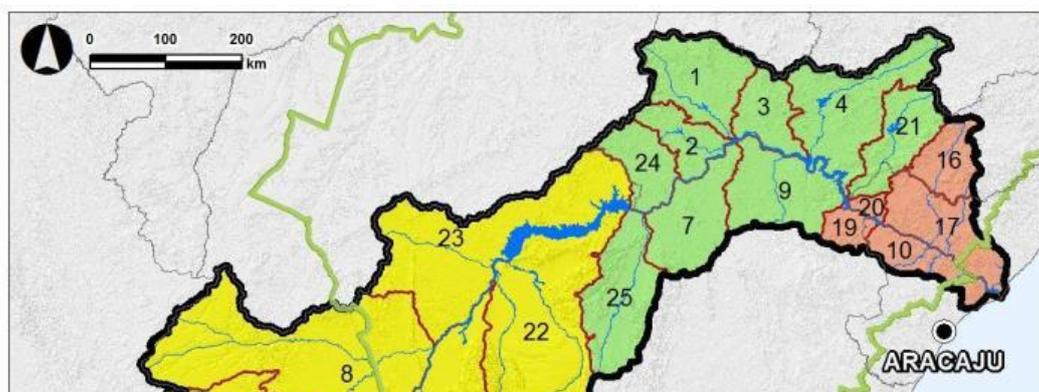
presidente e secretário), e pelos coordenadores das Câmaras Consultivas Regionais (CCRs) das quatro regiões fisiográficas da bacia: Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco.

As ações do CBHSF abrangem essas quatro regiões e objetivam implementar a política de recursos hídricos aprovada em plenária, estabelecendo as regras de conduta em favor dos usos múltiplos das águas.

A Secretaria Executiva do CBHSF, conforme preconizado pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), é exercida pela Agência Peixe Vivo, selecionada em processo seletivo público para ser a sua Agência de Bacia. Para o exercício das funções de Agência de Água, a Agência Peixe Vivo e a ANA assinaram o Contrato de Gestão nº. 14, em 30 de junho de 2010, com a anuência do CBHSF. Esse contrato estabelece o Programa de Trabalho da Agência, obrigando-a, dentre outras, a analisar e emitir pareceres sobre obras e projetos financiados com recursos da cobrança pelo uso de recursos hídricos, propor os planos de aplicação desses recursos ao CBHSF e aplicá-los em atividades previstas no plano e aprovadas pelo Comitê.

A bacia hidrográfica do rio São Francisco abrange cerca de 640.000 km<sup>2</sup> de área de drenagem (7,5% do país) e vazão média de 2.850 m<sup>3</sup>/s (2% do total do país). O rio São Francisco tem cerca de 2.700 km de extensão e nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais, escoando no sentido sul-norte pela Bahia e Pernambuco, quando altera seu curso para leste, chegando ao Oceano Atlântico através da divisa entre Alagoas e Sergipe. A Bacia abrange sete unidades da federação – Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%) – e mais de 500 municípios.

A Figura 1 apresenta o mapa temático da bacia hidrográfica do rio São Francisco, contendo a delimitação da mesma em 34 unidades hidrográficas, que compõem as 4 regiões fisiográficas (Alto, Médio, Submédio e Baixo).





**Figura 1 - Mapa temático da bacia hidrográfica do rio São Francisco (fonte: PRH-SF 2016-2025, in: Resumo Executivo, 2016)**

No ano de 2016, foi aprovado o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PRH-SF, 2016-2025), através da Deliberação CBHSF nº 91, de 15 de setembro de 2016. Através do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PRH-SF, 2016-2025), o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco - CBHSF estipulou seis grandes eixos de atuação, a saber: (i) Governança e mobilização social; (ii) Qualidade da água e saneamento; (iii) Quantidade de água e usos múltiplos; (iv) Sustentabilidade hídrica do semiárido; (v) Biodiversidade e requalificação ambiental; e (vi) Uso da terra e segurança de barragens. Cada eixo possuindo diversas metas e atividades.

O PRH-SF por meio do Eixo VI - Uso da terra e segurança de barragens, aponta a necessidade de realização de investimentos destinados a diagnosticar barragens existentes na bacia hidrográfica, seu potencial de periculosidade, monitoramento, prevenção e resposta em caso de acidentes. Assim, cabe ao CBHSF e Agência de





Bacia alocarem recursos na busca pelo desenvolvimento de trabalho que possa evidenciar tais barragens e dar ampla divulgação no âmbito da bacia hidrográfica, sobretudo, em comunidade potencialmente afetadas em eventuais rompimentos ou vazamentos.

## 2. POLÍTICA NACIONAL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

De acordo com o art. 5 da Lei nº 12.334/2010, a fiscalização da segurança de barragens caberá, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), nas seguintes situações:

*I - à entidade que outorga o direito de uso dos recursos hídricos, observado o domínio do corpo hídrico, quando o objeto for de acumulação de água, exceto para fins de aproveitamento hidrelétrico;*

*II - à entidade que concede, autoriza ou registra o uso do potencial hidráulico, quando se tratar de uso preponderante para fins de geração hidrelétrica;*

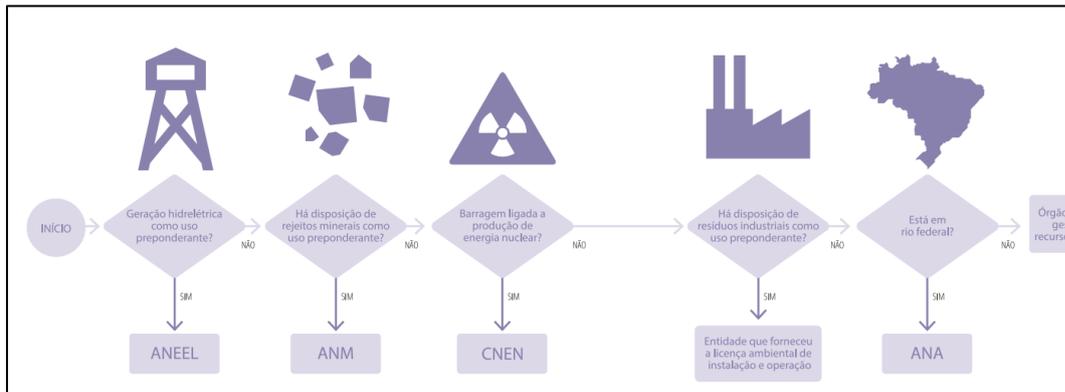
*III - à entidade que regula e fiscaliza as atividades minerárias, para fins de disposição de rejeitos, observado o disposto no inciso V do caput do art. 5;*

*IV - à entidade que concede a licença ambiental, para fins de disposição de resíduos industriais;*

*V - à entidade que regula, licencia e fiscaliza a produção e o uso da energia nuclear, quando se tratar de disposição de rejeitos de minérios nucleares.*

No Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) consta a lista completa das entidades federais e estaduais responsáveis pelos trabalhos de monitoramento e fiscalização de barragens, a partir do seguinte endereço: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/apresentacao/entidades-fiscalizadoras> . Para constatar a responsabilidade de fiscalização de determinada barragem, utiliza-se o fluxograma apresentado na Figura 2.





**Figura 2 - Fluxograma de decisão sobre a responsabilidade de fiscalização de uma barragem (fonte: Relatório Nacional de Segurança de Barragens de 2019, elaborado por ANA, 2020)**

Segundo a Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, caberá ao empreendedor (proprietário da barragem) a responsabilidade legal por manter os padrões de segurança da estrutura, sendo que a responsabilidade de monitorar e fiscalizar a segurança das barragens é dividida, de acordo com a finalidade de uso da barragem e de acordo com a localização da mesma.

Posteriormente, a Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, alterou parcialmente a Lei 12.334/2020, em alguns pontos tornando a primeira mais rígida, a exemplo da proibição da construção ou alteamento de barragens de mineração pelo método de montante.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo Geral

Desenvolver estudo técnico para levantamento de barragens de rejeitos industriais e de mineração na bacia hidrográfica, a partir de dados mais atualizados disponíveis do Relatório de Segurança de Barragens (RSB), visando sua localização, caracterização e ampla divulgação dos resultados.

#### 3.2. Objetivos Específicos

- Analisar, sob o ponto de vista histórico, a evolução da PNSB e seus desdobramentos legais e regulamentares, cotejando o período anterior e posterior aos episódios catastróficos de rompimentos de barragens de rejeito, notadamente em Mariana e Brumadinho;
- Identificar as barragens de rejeito existentes e analisar criteriosa e criticamente



os seus status de segurança, em conformidade com a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB);

- Criar *dashboards* didáticas para a divulgação de informações para o público em geral (afeto ou não ao tema de segurança de barragens), relacionadas à situação das barragens de rejeitos na bacia hidrográfica do rio São Francisco;
- Elaborar mapas temáticos identificando os danos potenciais associados na hipótese de rompimentos de barragens de rejeitos, identificando as principais localidades a serem diretamente atingidas e compor um memorial simplificado discriminando as comunidades potencialmente atingidas; populações e infraestrutura;
- Confeccionar banco de dados compatível para ser acoplado ao SIGA São Francisco, para permitir visualização geográfica e eventual tomada de decisão por parte de gestores territoriais e/ou demais interessados;
- Apresentar os resultados do estudo em uma reunião específica do CBHSF, com a presença de representantes das comunidades e empreendedores a serem convidados pelo comitê.

#### 4. JUSTIFICATIVA

A Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) visa regulamentar procedimentos e estabelecer parâmetros para a avaliação da segurança das barragens, introduzindo padrões de segurança com o intuito de reduzir fortemente a possibilidade de ocorrência de acidentes e eventuais impactos.

A implementação da PNSB pode ser potencializada a partir do acompanhamento e da divulgação junto às comunidades diretamente interessadas, a partir de ações do CBHSF em conjunto com os órgãos fiscalizadores e os empreendedores.

De acordo com o Caderno de Investimentos do PRH-SF 2016-2025, está prevista a meta de elaboração de estudo que visa levantar e diagnosticar a situação, os riscos e danos de barragens existentes e, além disso, promover a divulgação destes resultados para o conhecimento geral.

Pelas motivações anteriormente demonstradas, justifica-se a construção deste termo de referência que visa a contratação de consultoria especializada.

#### 5. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DE BARRAGENS (SNISB)





O Sistema Nacional de Informações de Segurança de Barragens – SNISB foi criado pela Lei 12.334/2010. A Lei estabelece que o SNISB deve conter um registro informatizado das condições de segurança de barragens em todo o território nacional e deve incluir um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de suas informações, contemplando todas as fases de vida da barragem.

O art. 14 da mesma Lei, estabelece três princípios básicos para o funcionamento do SNISB:

- i) *descentralização da obtenção e produção de dados e informações;*
- ii) *coordenação unificada do sistema e*
- iii) *acesso a dados e informações garantido a toda a sociedade.*

Em 2012, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) publicou a Resolução nº 144 que estabelece as diretrizes para a implementação da PNSB e definiu o escopo e os responsáveis diretos pelas informações do SNISB, a saber:

*- a ANA, a quem compete, como gestora do SNISB, desenvolver uma plataforma informatizada sobre segurança de barragens, estabelecer mecanismos e coordenar a troca de informações com as demais Entidades Fiscalizadoras, definir as informações que deverão compor o SNISB em articulação com as demais Entidades Fiscalizadoras e disponibilizar o acesso a dados e informações para a sociedade por meio da WEB;*

*- as Entidades Fiscalizadoras, a quem compete manter um cadastro atualizado das barragens sob sua jurisdição, disponibilizar permanentemente o cadastro e demais informações sobre as barragens em formato que permita sua integração ao SNISB em prazo a ser definido pela ANA em articulação com as Entidades Fiscalizadoras e manter atualizada no SNISB a classificação das barragens sob sua jurisdição por categoria de risco, por dano potencial associado e pelo seu volume;*

*- os empreendedores, a quem compete manter atualizadas as informações cadastrais relativas às suas barragens junto à respectiva entidade fiscalizadora, e articular-se com a entidade fiscalizadora, com intuito de permitir um adequado fluxo de informações.*

Para alcançar os objetivos propostos na Lei, a ANA adotou no desenvolvimento do SNISB uma estratégia baseada num conceito modular e com desenvolvimento faseado.





A modularidade tem como objetivo diminuir a complexidade do sistema, facilitando o seu desenvolvimento, as atualizações e a expansão futura. Este modelo pretende garantir flexibilidade na inserção de novas funcionalidades e proceder à adaptação progressiva do sistema.

Está disponível um painel interativo desenvolvido no SNISB onde consta informações cadastrais de barragens enquadradas de acordo com a PNSB. O painel é composto de três telas principais, criadas a partir do conceito de *dashboards* de *Business Intelligence*, sendo, uma com gráficos filtráveis por diversos parâmetros, uma segunda contendo as barragens filtradas e inseridas em uma tabela de atributos e uma terceira que apresenta gráfico dos dados cadastrados por faixa de completude das informações cadastradas para as barragens.

## 6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma barragem é uma estrutura em um curso de água, permanente ou temporário, para fins de contenção ou acumulação de água, de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e/ou sólidos (ANA, 2016a).

As barragens são estruturas construídas historicamente pelo homem para armazenar e controlar a água, sendo a base do desenvolvimento e da gestão dos recursos hídricos de bacias fluviais. Atualmente, elas são concebidas para as mais diversas finalidades (irrigação, hidreletricidade, abastecimento de água, retenção de resíduos minerais e industriais, controle de enchentes e recreação), desempenhando um papel importante na infraestrutura e desenvolvimento de um país, principalmente por meio da contínua disponibilidade de água e energia. As barragens se tornaram elementos críticos e essenciais em nossa infraestrutura e, diante dos acidentes ocorridos recentemente no país, existe uma forte demanda da sociedade em conhecer o risco imposto por essas estruturas (MELO, 2014).

Para FRANCO (2008) as barragens desempenham um importante papel no atendimento a diversos interesses econômicos da atualidade, a exemplo da geração de energia, abastecimento público, produção agrícola e mineração. Contudo, existem algumas desvantagens relacionadas aos impactos ambientais e sociais que as mesmas podem ocasionar no local e no entorno onde são implantadas.

Segundo ICOLD (2007), as barragens podem ser classificadas em diversos tipos, sendo a primeira, de acordo com o material utilizado para a construção da estrutura. Barragens construídas de concreto, pedra ou outras alvenarias são chamadas de





barragens gravitacionais ou barragens de arco. Barragens construídas de terra ou material rochoso (ou também com um mix de terra e rochas) são chamadas de barragens de aterro.

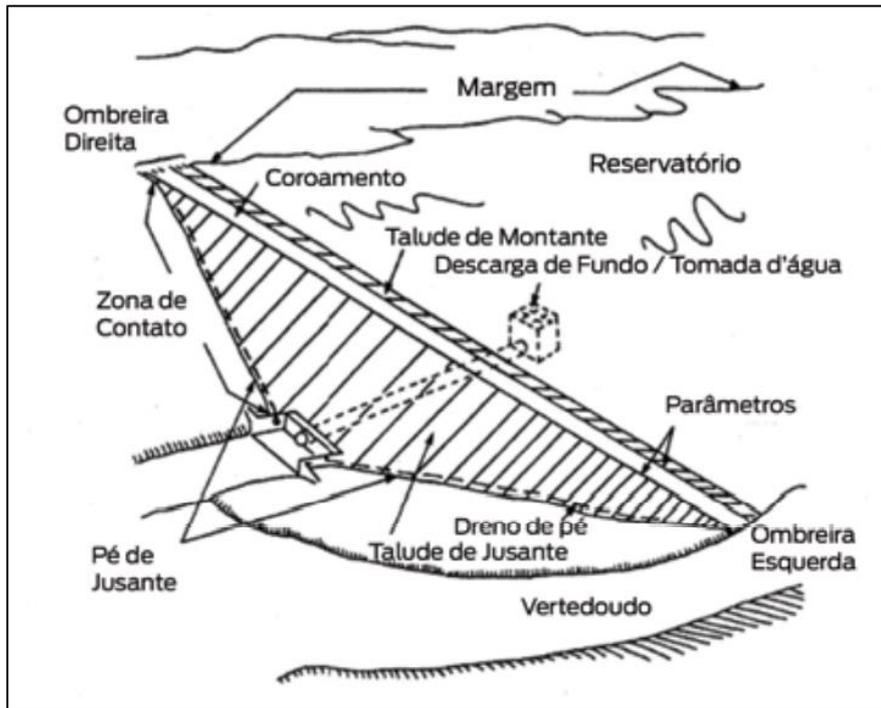
As barragens de aterro são geralmente construídas em áreas onde grande quantidade de terra ou rochas estão disponíveis. Eles representam cerca de 75% de todas as barragens do mundo. As barragens gravitacionais dependem inteiramente de seu próprio peso para resistir à tremenda força da água armazenada. Barragens de arco são barragens de concreto que se curvam rio acima em direção ao fluxo de água. São geralmente construídas em cânions estreitos, onde o arco pode transferir a força da água para a parede do cânion.

O projeto de uma barragem de terra deve satisfazer determinados fatores de segurança em condições minimamente aceitáveis pela legislação do local onde as mesmas são projetadas e para tal, deve atender as seguintes premissas:

- a) o aterro deve estar protegido contra um eventual transbordamento, durante eventos de cheia e também protegido de transbordamento provocado por ondas;
- b) os taludes da barragem devem apresentar estabilidade durante a sua construção e também em qualquer situação operacional;
- c) o aterro não deverá submeter a fundação à tensão excessiva;
- d) deve haver controle de percolação no aterro, na fundação e nas ombreiras a fim de não provocar instabilidade no aterro;
- e) os taludes de montante e de jusante deverão estar protegidos (ou projetados para suportar) erosão por ondas, devido às chuvas e também erosão eólica.

De acordo com ANA (2016a), os principais componentes de uma barragem são a estrutura de retenção ou barramento, a sua fundação e as ombreiras, a zona vizinha a jusante, as estruturas extravasoras, as estruturas de adução e o reservatório. Na Figura 3 é apresentado o esquema de uma barragem de terra padrão e suas estruturas acessórias.





**Figura 3 - Esquema de uma barragem de terra, do reservatório, do vertedouro e do descarregador de fundo/tomada d'água (fonte: ANA, 2016a)**

O tema “segurança de barragens”, ganhou grande repercussão nos últimos anos, motivado sobretudo, pela ocorrência catastrófica do rompimento das barragens de contenção de rejeitos de mineração de Fundão (Mariana - MG) e do Córrego do Feijão (Brumadinho - MG). Estas duas ocorrências causaram irreparáveis perdas de vidas humanas, sobre o ecossistema e também na economia dos locais atingidos e também à jusante ao longo do caminho da dispersão dos rejeitos.

A bacia hidrográfica do rio São Francisco possui cerca de mil barramentos devidamente enquadrados segundo a PNSB, cerca de 25% deles é destinados são destinados à contenção de rejeitos de mineração e de indústrias, segundo o Relatório Anual de Segurança de Barragens de 2019, publicado pela ANA. Contudo, é possível que este número seja maior, já que não há como assegurar a presença de controle e fiscalização sobre todo o território.

Segundo ANA (2016b) o controle da segurança para a construção de uma barragem tem como principais objetivos não só assegurar a não ocorrência de incidentes ou acidentes durante a construção, mas contribuir, também, para assegurar a qualidade da construção e para minimizar os eventuais impactos ambientais, associados à construção. Durante a operação, a barragem tem que passar por periódicas inspeções que permitam averiguar a estabilidade da estrutura, em total observância às diretrizes estabelecidas na legislação vigente.



De qualquer maneira, a inspeção periódica de uma barragem, a fim de identificar a presença ou não de patologias na estrutura deve ser conduzida por equipe de profissionais habilitados e devidamente certificados pelos órgãos fiscalizadores competentes, se for o caso.

## 7. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DOS SERVIÇOS A SEREM EXECUTADOS

### 7.1. Estado da arte dos aspectos legais e normativos relacionados à Segurança de Barragens

A Consultoria a ser contratada deverá elaborar um relatório técnico descrevendo e comentando os principais aspectos vigentes e relacionados à legislação, regulamentações complementares e normatização aplicáveis à gestão da segurança de barragens no Brasil.

A barragem segura é uma condição que visa manter a sua integridade estrutural e operacional, de modo a minimizar o risco de incidentes ou acidentes, para que a barragem cumpra sua finalidade, observando os cuidados necessários à preservação da vida, da saúde, da propriedade e do meio ambiente. Uma barragem segura é uma barragem bem cuidada, na qual esforços, energia, atenção, recursos e profissionais capacitados são direcionados para uma boa concepção, um bom projeto e uma construção que siga as boas práticas da engenharia.

Os fatos trágicos recentemente observados em Mariana e Brumadinho foram o estopim para uma série de iniciativas no âmbito legislativo visando mitigar possibilidades de ocorrência de novas tragédias, ou pelo menos, essas parecem ser as intenções das iniciativas. Contudo, não há consenso do meio profissional se manter as atuais políticas normas são opções melhores quando comparadas às propostas de modificação do status quo nesse âmbito.

Diante disso, espera-se a confecção de um relatório técnico perpassando pelos acontecimentos históricos de sinistros em barragens em território nacional, não se resumindo somente aos episódios de Brumadinho e Mariana, mas, de maneira generalista, a partir de informações consistentes. Há que se analisar também o status da política de segurança de barragens antes e depois dos episódios trágicos nos municípios citados.

Este relatório técnico do estado da arte da segurança de barragens deverá ser elaborado por profissional gabaritado e experiente no ramo de segurança de





barragens, ou ainda, por uma equipe coordenada por profissional devidamente experiente neste segmento. O relatório técnico deverá possuir, minimamente, o seguinte conteúdo:

- Introdução
- Contextualização
- Aspectos da Política Nacional de Segurança de Barragens
- Evolução dos aspectos legais aplicáveis à segurança de barragens
- Principais ocorrências de sinistros com barragens no Brasil e lições aprendidas
- Recomendações da consultoria
- Referencial teórico

Um ponto importante da Lei 14.066/2020 foi a alteração do art. 50 da Lei 9.433/1997, que endureceu as penalidades aplicáveis a infratores que realizam intervenções em recursos hídricos ou obras hidráulicas, a exemplo de barragens.

O trabalho deverá ser entregue por meio de relatórios técnicos impressos e também em meio digital.

## **7.2. Levantamento e caracterização das barragens de rejeitos existentes na bacia hidrográfica do rio São Francisco e elaboração de mapas temáticos**

A Consultoria contratada deverá realizar um levantamento para caracterizar a situação das barragens de rejeitos existentes na bacia hidrográfica do rio São Francisco a partir do Relatório Nacional de Segurança de Barragens publicado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), utilizando a versão mais recente disponibilizada pela entidade autora.

Inicialmente, a Consultoria tomará conhecimento da situação não somente das barragens de rejeitos industriais e de mineração, mas, de uma situação global envolvendo todas as finalidades de barramentos enquadrados segundo a PNSB e presentes do Relatório supramencionado.

Deverá ser produzido um mapa temático índice contendo a distribuição espacial das barragens segundo sua finalidade e também serão produzidos 04 (quatro) mapas temáticos, com escala superior, demonstrando a situação destes nas regiões fisiográficas da bacia (Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco).

A análise deverá considerar a distribuição espacial das barragens de contenção de rejeitos, segundo:





- Dano potencial associado (DPA);
- Risco;
- Capacidade de acumulação de rejeitos;
- Classificação do resíduo armazenado.

A base de dados deverá passar por análise estatística básica e deverá produzir como resultados peças gráficas com caráter conclusivo que permita ao público em geral realizar uma leitura crítica, ainda que, não os leitores não façam parte do rol daqueles afetos ao tema de segurança de barragens.

Para facilitar o entendimento a Consultoria deverá produzir gráficos alusivos à análise da base de dados de barragens de rejeito em questão.

A Consultoria também deverá elaborar mapas temáticos diversos que representem satisfatoriamente a situação das barragens de rejeitos na bacia hidrográfica do rio São Francisco, para tanto, os temas anteriormente citados (dano potencial associado, risco, capacidade de acumulação de rejeitos e classificação do resíduo armazenado) deverão ser considerados como critérios para a confecção dos mapas.

A semiologia gráfica empregada para a produção dos mapas deverá considerar a intensidade de cada parâmetro de barragem, permitindo ao leitor concluir de forma rápida e didática, qual barragem representa maior ou menor preocupação quanto à existência da estrutura.

Deverão ser empregadas escalas cartográficas compatíveis para um bom nível de visualização e interpretação de informações, logo, deverão ser produzidos tantos mapas quanto forem necessários e, quando necessário, determinados mapas deverão dar zoom em regiões de informações reconhecidamente densificadas de barragens de rejeito (a exemplo do Alto Rio das Velhas).

Os produtos desenvolvidos deverão ser entregues em formato GeoPDF e mapas impressos em folhas compatíveis com as escalas cartográficas.

### **7.3. Modelagem espacial das manchas de inundação das principais barragens de rejeito**

A partir do emprego de software de geoprocessamento, a Consultoria deverá realizar 05 (cinco) análises visando a modelagem de manchas de inundação em eventuais rompimentos de barragens de rejeito na bacia hidrográfica do rio São Francisco.





A mancha de inundação pertinente ao mapa de inundação é produto de estudo de inundação que compreende a delimitação geográfica georreferenciada das áreas potencialmente afetadas por eventual vazamento ou ruptura da barragem e seus possíveis cenários associados e que objetiva facilitar a notificação eficiente e a evacuação de áreas afetadas por essa situação.

Por meio do Relatório Nacional de Segurança de Barragens mais recente disponível, serão selecionadas 05 (cinco) barragens de contenção de rejeitos classificadas como Dano Potencial Associado (DPA) **Alto**. Além disso, as barragens selecionadas deverão corresponder àquelas que possuem as maiores capacidades para armazenamento de rejeitos (hm<sup>3</sup>), segundo o Relatório supracitado.

Segundo a Lei 14.066/2020, o interior da mancha de inundação, presente no mapa de inundação, contempla a Zona de Autossalvamento (ZAS), que é o trecho do vale a jusante da barragem em que não haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação e; a Zona de Segurança Secundária (ZSS), que é o trecho constante do mapa de inundação não definido como ZAS.

A Lei 14.066/2020 também estipula que, quando se tratar de barragens de mineração:

- i) fica vedada a implantação de barragem cujos estudos de cenários de ruptura identifiquem a existência de comunidade na ZAS;*
- ii) cabe ao poder público municipal adotar as medidas necessárias para impedir o parcelamento, o uso e a ocupação do solo urbano na ZAS de barragens de mineração, sob pena de caracterização de improbidade administrativa;*
- iii) no caso de barragem em instalação ou em operação em que seja identificada comunidade na ZAS, deverá ser feita a descaracterização da estrutura, ou o reassentamento da população e o resgate do patrimônio cultural, ou obras de reforço que garantam a estabilidade efetiva da estrutura, em decisão do poder público, ouvido o empreendedor e consideradas a anterioridade da barragem em relação à ocupação e a viabilidade técnico-financeira das alternativa;*
- iv) somente se admite na ZAS a permanência de trabalhadores estritamente necessários ao desempenho das atividades de operação e manutenção da barragem ou de estruturas e equipamentos a ela associados.*





O método de geoprocessamento a ser empregado na análise solicitada neste termo de referência será o desenvolvido pelo Laboratório de Engenharia Civil de Portugal (LNEC) para geração da mancha (ou polígono de referência) para a estimativa desse dano decorrente da inundação provocada pelo rompimento da barragem e demonstrado por GONÇALVES (2018).

A metodologia desenvolvida pelo LNEC parte do pressuposto básico de que os dados disponíveis tanto das barragens quanto do relevo não permitem uma modelagem de precisão do rompimento, portanto a metodologia adequada é simplificada para permitir o uso de um modelo digital de elevação e um mínimo de dados de entrada sem maiores descrições da geometria tanto da barragem quanto do escoamento a jusante. Este método foi preconizado por treinamento desenvolvido pela ANA (2017) e disponibilizado em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/1492>.

Assim, a partir de diversos estudos envolvendo um universo de rompimentos de barragens anteriores, definiu-se um procedimento que consiste nos seguintes passos:

- cálculo empírico da extensão do rio a ser modelada;
- verificação da adequação do limite determinado analisando a ocupação e a geomorfologia do vale a jusante da barragem;
- cálculo da vazão máxima associada à ruptura da barragem;
- cálculo das vazões de pico em cada uma das seções transversais ao longo do vale;
- comparação da vazão amortecida em cada seção transversal ao longo do vale com a vazão máxima do vertedouro para interrupção da modelagem no ponto onde os danos devidos à ruptura sejam menores que o dano devido à cheia de projeto na seção de controle do extravasor;
- obtenção da altimetria de pontos ao longo das seções transversais;
- cálculo hidráulico para estimativa do nível máximo da onda de ruptura em cada uma das seções transversais;
- criação da superfície envoltória da onda de ruptura;
- obtenção do polígono classificação de DPA;
- eventual adoção de ajustes para considerar características específicas do local estudado.

Para a obtenção do algoritmo necessário e de arquivos auxiliares empregados na geração das manchas de inundação de barragens, os interessados poderão acessá-los





em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/205> .

O trabalho desenvolvido deverá ser apresentado por meio de relatórios técnicos impressos e em meio digital. Também deverão ser desenvolvidos mapas temáticos em formato GeoPDF.

Os polígonos gerados referentes às manchas de inundação deverão ser fornecidos em formato vetorial para inserção no banco de dados descrito no item a seguir.

#### **7.4. Construção de banco de dados espaciais para publicação e acoplamento no SIGA São Francisco**

Deverá ser desenvolvido um banco de dados espaciais que fundamentará a divulgação do levantamento de barragens de rejeitos na bacia hidrográfica do rio São Francisco.

Da mesma forma, os polígonos referentes às manchas de inundação desenvolvidas nos moldes do item anterior deste termo de referência deverão estar contemplados no banco de dados espaciais, juntamente com as informações espaciais das localidades diretamente impactadas em caso de eventuais rompimentos.

O banco de dados deverá ser desenvolvido por meio da plataforma ESRI ArcGIS, formato ESRI File Geodatabase (GDB) ou, se possível, por meio de plataforma de uso livre (gratuito) compatível com os requisitos do banco de dados. Deverão estar inseridos os dados vetoriais, munidos de tabelas de atributos inerentes aos dados que serão disponibilizados ao público em geral.

O trabalho a ser desenvolvido deverá ser compatível com a padronização de dados publicados no SIGA São Francisco, por meio do módulo SF MAP, que publica dados vetoriais organizados em pastas temáticas. Especificamente para o tema barragens de rejeito, será confeccionada a pasta temática que contemplará a informação das barragens de rejeito, das manchas de inundação das principais barragens e as comunidades diretamente afetadas por eventuais rompimentos.

A divulgação das informações e a adequação do banco de dados poderá ser refinada pela equipe da Agência Peixe Vivo responsável pela gestão do SIGA SF, por esta razão, é importante salientar que os dados entregues pela Consultoria contratada deverão permitir edição para adequação e/ou atualização de informações.

A semiologia gráfica empregada para a divulgação das informações no SIGA São Francisco deverá considerar a intensidade de cada parâmetro de barragem, permitindo





ao leitor concluir de forma intuitiva, qual barragem representa maior ou menor preocupação quanto à existência da estrutura.

O trabalho deverá ser apresentado por meio de relatório técnico e arquivos digitais.

### **7.5. Apresentação final**

Ao final das etapas anteriores, a Consultoria deverá realizar uma apresentação dos resultados em uma reunião convocada pelo CBHSF em que serão convocados representantes do poder público diretamente interessados no tema de segurança de barragens, representantes da sociedade civil, de comunidades presentes nas áreas de influência direta das barragens de rejeito e empreendedores de barragens e também usuários de água.

Previamente à reunião, a Contratada deverá disponibilizar a sua equipe para um briefing a ser realizado entre a Diretoria do CBHSF e membros da Agência Peixe Vivo.

Todas as reuniões serão realizadas em ambiente virtual. Deverá elaborado e entregue relatório técnico impresso desta atividade.

## **8. PERFIL DA EQUIPE TÉCNICA**

A Contratada deverá dispor uma equipe técnica capaz de atender o escopo dos serviços requeridos, observando os prazos previstos para entregas dos produtos. Os profissionais mobilizados pela Contratada deverão se dedicar integralmente ou parcialmente ao longo do contrato, de acordo com as etapas previstas para elaboração dos produtos.

Apresenta-se, a seguir, a relação de profissionais que deverão constituir a equipe chave da Contratada. Além destes profissionais, a Contratada poderá prever profissionais auxiliares para apoio na execução das diversas atividades previstas no cronograma.

### **Equipe Chave requerida:**

- 01 (um) Coordenador(a), com formação superior em qualquer área, com pelo menos 12 (doze) anos de formação e experiência comprovada na coordenação ou supervisão ou gerenciamento de serviços relacionados à segurança de barragens.
- 01 (um) Hidrólogo(a), com formação superior em Engenharia, com pelo menos 10 (dez) anos de formação e experiência comprovada na elaboração de estudos hidrológicos e/ou modelagem hidrológica.





- 01 (um) Profissional de Geoprocessamento, com formação superior em qualquer área, com pelo menos 5 (cinco) anos de formação e experiência comprovada em serviços de geoprocessamento e/ou modelagem de banco de dados espaciais.

Será exigido um número mínimo de 02 (dois) atestados para trabalhos distintos em que o profissional tenha atuado de forma completa ou parcialmente no seu desenvolvimento. Todos os atestados devem vir acompanhados da Certidão de Acervo Técnico (CAT) emitida pelo Conselho que regula a atuação do profissional.

Somente serão considerados os Atestados que constarem a descrição e o período das atividades desenvolvidas pelo Profissional. Atestados com equipe genérica, sem indicar qual função o profissional exerceu no contrato, não serão aceitos.

**Outros profissionais poderão ser agregados para o auxílio no desenvolvimento do projeto executivo, tais como: geólogos, engenheiros ambientais, agrônomos, biólogos, etc. No entanto, estes contarão apenas como membros de equipe auxiliar de apoio, sem prejuízo à apresentação de equipe chave com a capacitação mínima demandada.**

**9. CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO**

As entregas dos produtos/serviços ocorrerão de acordo com as premissas do cronograma físico-financeiro, apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Cronograma físico-financeiro**

PRODUTO/SERVIÇO	MESES				
	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5
Produto 1 - Relatório do estado da arte dos aspectos legais e normativos relacionados à Segurança de Barragens	10%				
Produto 2 - Levantamento e caracterização das barragens de rejeitos existentes na bacia hidrográfica do rio São Francisco e elaboração de mapas temáticos		30%			
Produto 3 - Modelagem espacial das manchas de inundação das principais barragens de rejeito			30%		
Produto 4 - Construção de banco de dados espaciais para publicação e acoplamento no SIGA São Francisco				25%	
Produto 5 - Apresentação final					5%
<b>Desembolso mensal</b>	10%	30%	30%	25%	5%
<b>Desembolso acumulado</b>	10%	40%	70%	95%	100%

Não há previsão de remuneração de nenhum outro serviço a não ser aqueles previstos no Cronograma Físico-Financeiro.

Estão vedadas quaisquer possibilidades de majoração ou diminuição dos percentuais discriminados no Cronograma Físico-Financeiro.





## 10. ESTIMATIVAS DE CUSTOS DO PROJETO

Para execução dos serviços foram estimados os valores unitários e totais (R\$) referentes aos custos para execução integral dos serviços. Foram contabilizados os custos diretos com honorários profissionais e também foram considerados os custos indiretos envolvidos na realização destes serviços.

A planilha de custos é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2 - Estimativa de custos decorrentes da execução dos serviços a serem contratados**

PLANILHA RESUMO - CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE ELABORAÇÃO DE ESTUDOS TÉCNICOS A PARTIR DE DIAGNÓSTICO DE BARRAGENS DE REJEITOS MINERÁRIOS E INDUSTRIAIS EXISTENTES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO					
<b>Custos Diretos com honorários profissionais - Horista</b>					
Cargo	Quantidade necessária estimada	Unidade de medida	Valor unitário referencial (R\$)	Custo por item (R\$)	Fonte referencial
Coordenador	400	hora	R\$ 118,66	R\$ 47.464,00	PORTARIA ANA Nº 363 - fevereiro/2021
Hidrólogo	520	hora	R\$ 83,05	R\$ 43.186,00	PORTARIA ANA Nº 363 - fevereiro/2021
Profissional Geoprocessamento	520	hora	R\$ 83,05	R\$ 43.186,00	PORTARIA ANA Nº 363 - fevereiro/2021
<b>Sub total (A)</b>				<b>R\$ 133.836,00</b>	
<b>Outros Custos Diretos</b>					
Cargo	Quantidade necessária estimada	Unidade de medida	Valor unitário referencial (R\$)	Custo parcial (R\$)	Fonte referencial
<b>Sub total (B)</b>				<b>R\$ 0,00</b>	
Fatores (Alíquotas)	k1 (horista)	85,20%			
	k1 (mensalista)	49,52%			
	k2	17,29%			
	k3	8,76%			
	PIS	1,65%			
	COFINS	7,60%			
	ISS	5,00%			
	Fator k4	16,62%			
		<b>Fator K (horista)</b>		2,568	
		<b>Fator K (mensalista)</b>		2,116	
		<b>TRDE</b>		1,268	
<b>CUSTOS DIRETOS</b>			<b>CUSTOS INDIRETOS</b>		
Equipe Horista		R\$ 133.836,00		Encargos Sociais, Impostos, Lucro e Overhead	
Outros Custos Diretos		R\$ 0,00		R\$ 209.892,54	
<b>Valor máximo para contratação</b>			<b>R\$343.728,54</b>		

O valor global máximo de contratação será de R\$ 343.728,54 (trezentos e quarenta e três mil, setecentos e vinte e oito reais e cinquenta e quatro centavos).

## 11. REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional do Aguas (Brasil). **Diretrizes para a construção de barragens**. Brasília: ANA, 2016a. 67 p. il. – (Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, 6).

ANA - Agência Nacional do Aguas (Brasil). **Diretrizes para a construção de barragens**. Brasília: ANA, 2016b. 126 p. il. – (Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens, 1).

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.

BRASIL. **Lei nº 14.006, de 28 de maio 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).

BRASIL. Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH. **Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012.** Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, 2012.

FRANCO, C. S. S. P. A. **Segurança de barragens: aspectos regulatórios.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás. 134 f. Goiânia, 2008.

GONÇALVES, R. C. D. **Análise de metodologias para classificação quanto ao dano potencial associado em barragens.** Monografia de Projeto Final. Universidade de Brasília. 70 f. Brasília, 2018.

ICOLD. **Dams and the World's Water – Educational Book that Explains how Dams Help to Manage the World's Water.** International Commission on Large Dams, Paris, 2007.

MELO, A. V. **Análises de risco aplicadas a barragens de terra e enrocamento: estudo de caso de barragens da Cemig GT.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. 168 f. Belo Horizonte, 2014.

