

ESTADO DE CONSERVAÇÃO E SEGURANÇA DE UMA BARRAGEM EM JAGUARÉ-ES

Breno Sanches de Lima¹, Flávio Martins da Silva¹, Julia Celeste Sousa da Silva¹, Carlos Alexandre Seruti²

¹Acadêmicos de Engenharia Civil - Multivix – São Mateus-ES

² Mestre em Engenharia Civil (Estruturas e Materiais) - Docente Multivix – São Mateus-ES

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo abordar as vantagens de se utilizar barragens de terra, e analisar a situação atual de uma barragem projetada no Córrego do Deves, Zona Rural do município de Jaguaré/ES, sendo ela utilizada para irrigação de plantios. Foi avaliado se o aterro foi realizado de forma adequada e se encontra seguro. A análise foi realizada com o auxílio dos órgãos e especialistas apropriados, sendo eles o Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) de Jaguaré/ES e por engenheiro civil atuante na área de barragens de terra. Foi constatado que a barragem não está em risco de rompimento, uma vez que todas as adequações foram realizadas conforme projeto e normas técnicas. Palavras-Chave: barragem de terra; rompimento; manutenções preventivas.

ABSTRACT

This research aimed to address the advantages of using earth dams, and to analyze the current situation of one projected in Córrego do Deves, Rural Area of the municipality of Jaguaré/ES, which is used for irrigation of plantations. It was evaluated whether the landfill was carried out properly and whether it is safe. The analysis was carried out with the help of appropriate bodies and specialists, namely the Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF) of Jaguaré/ES and by a civil engineer working in the field of earth dams. It was found that the dam is not at risk of collapse, since all adjustments were carried out according to the design and technical standards.

Keywords: earth dam; rupture preventive maintenance.

1 INTRODUÇÃO

Diante dos problemas hídricos provenientes da falta de chuvas presentes em diversas localidades do mundo, a população pode vir a sofrer economicamente com perda de lavouras, pastagens, diminuição de produção etc. e até mesmo ficar sem água para consumo. Como exemplo, tem-se a situação que o Estado do Espírito Santo enfrentou nos anos de 2014 a 2017, onde 14 municípios ficaram em situação extremamente crítica (capacidade de abastecimento de água inferior a 30 dias), outros 10 municípios em estado crítico (capacidade de abastecimento entre 30 a 90 dias) e outros 8 municípios em estado de emergência, segundo a Agência Nacional de Recursos Hídricos (AGERH, 2016).

Com grandes períodos de seca (estiagem) e elevado volume de precipitação (enchentes), por exemplo, o ser humano busca meios para solucionar esse desequilíbrio ambiental, estando alerta para a relevância de planejar e colocar em prática obras que equilibrem esse desequilíbrio.

A barragem, definida pelo Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB, 2021) como “obstáculos artificiais com a capacidade de reter água, qualquer outro líquido, rejeitos, detritos, para fins de armazenamento ou controle”, é um recurso muito eficiente, que objetiva o armazenamento água para diversas finalidades (irrigação, abastecimento humano, produção de energia, lazer) e também servem como contenção de água para evitar alagamentos/enchentes.

Neste estudo, foram abordadas as principais vantagens de uma barragem constituída por terra, bem como investigadas as condições atuais de uma barragem de terra usada para armazenamento de água localizada no Córrego do Deves, Zona Rural do município de Jaguaré/ES, usada pelo proprietário para irrigação em plantios de café, pimenta do reino e mamão. Foi apontado se o aterro foi estruturado de forma adequada e se encontra estável e seguro desde sua última adequação, que foi no ano de 2020. A análise foi realizada com o auxílio do IDAF de Jaguaré/ES e do engenheiro civil que atua na área de barragens de terra da localidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Desde o início da civilização, as barragens sempre se fizeram essenciais para o desenvolvimento do ser humano, tendo como uma de suas principais funções a captação e a estocagem de água mitigando a escassez em períodos de baixa precipitação. Esta água estocada proveniente do barramento tem diversas finalidades, dentre as quais citam-se: irrigação, abastecimento humano, produção de energia elétrica, lazer, contenção de alagamentos etc.

O Art. 1º do Decreto Estadual nº 4139-R de 10 de agosto de 2017 (ESPÍRITO SANTO, 2017) enfatiza que barragens destinadas à irrigação são definidas como barragens para fins agropecuários, ou seja, voltadas a atender produtores rurais que obtêm grande parte ou total sustento de atividades agropecuárias. É o caso desta proposta de projeto, no qual o proprietário utiliza a água armazenada para posterior utilização em irrigações das culturas plantadas em sua propriedade.

Segundo o Instituto Brasileiro de Sustentabilidade o Barramento (InBS, 2019),

barragem é definida como “qualquer estrutura em um curso permanente ou temporário de água para fins de contenção ou acumulação de substâncias líquidas ou de misturas de líquidos e sólidos, compreendendo o barramento e as estruturas associadas”. Ao se iniciar uma construção de um barramento de terra, o proprietário deverá seguir as diversas atividades e orientações técnicas, a fim de deixá-la eficaz para cumprir o seu papel (neste caso, reserva de água) mitigando os perigos (socioambientais), e atendendo assim, às necessidades dos interessados e das legislações vigentes.

O Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF, 2017) no Art. 34 da Instrução Normativa nº 020, de 29 de dezembro de 2017, p. 9, afirma:

Art. 34. Para construção e operação de barragens regularizadas junto ao IDAF deverão ser atendidos os seguintes critérios:

I. Possuir dispositivo de vazão mínima (monge ou outros) devidamente dimensionado para a capacidade de escoamento do dobro da vazão regular do curso hídrico. Outras capacidades de vazão poderão ser adotadas desde que devidamente calculadas e demonstrada a literatura de referência.

II. Possuir dispositivo de vazão máxima (vertedouro) devidamente dimensionado para impedir transbordamento da água por sobre barramentos de terra em caso de cheias.

III. Possuir mecanismo que garanta a ocorrência de piracema ou catádroma quando houver estes fenômenos no curso hídrico barrado. IV. Implantar Plano de Recuperação de Área Degradada-Prad objetivando a restauração florestal da APP – Área de Preservação Permanente estabelecida no entorno do reservatório.

V. Implantar a revegetação e estabilização de taludes da área de empréstimo do material em caso de construção de barramentos de terra.

VI. Estabilizar e conter o material na área de bota-fora oriundo da limpeza da bacia de inundação. VII. Construir segundo critérios de engenharia de segurança em conformidade com as disposições legais.

VIII. Possuir estudos ambientais e projetos técnicos assinados, com respectivas Anotações de Responsabilidade Técnica-ARTs de elaboração e execução, conforme o caso. IX. Manter limpa a lâmina d'água do reservatório observando-se a legislação específica, quando houver.

Logo, a importância de seguir as normas de segurança e legislações vigentes é enfatizada pelos órgãos responsáveis, para que a obra não ocasione transtornos futuros, já que a mesma tem certo potencial de risco econômico e catastrófico.

2.1 BARRAGEM: OBRA QUE FACILITA O USO DE RECURSOS HÍDRICOS

O Brasil possui vastas fontes de recursos hídricos à disposição da sociedade, tais como: rio, lençóis freáticos, córregos, lagoas, lagos e etc., entretanto, para que este recurso atenda às atividades humanas como irrigações de plantios agrícolas, geração de energia elétrica, recreação, abastecimento de água potável, navegações etc., muitas vezes se faz necessário à construção de reservatórios de acúmulo de água para proporcionar uma melhora no seu uso.

Desse modo, permite-se que a população consiga armazenar água em períodos

de grande precipitação e conseqüentemente consigam controlar as cheias, evitando alagamentos e destruições. Dessa forma, como o barramento se torna necessário em momentos de chuva, o mesmo (barramento) se faz necessário em tempos de estiagem, pois os mananciais hídricos se tornam indispensáveis para o sustento e crescimento da população.

Pode-se dizer que no início das civilizações, os açudes eram construídos com o principal objetivo de amenizar a falta de água em tempos mais secos. Em seguida, com o avanço da sociedade na Revolução Industrial, as demandas pelas barragens aumentaram, em consequência do aumento na procura de água e energia. Assim, os métodos/procedimentos de sua construção foram se modificando até chegar nas grandes construções modernas que vemos atualmente.

Segundo a AGERH (2020), o uso de barragens se tornou uma estratégia de garantir a segurança hídrica, desde que sejam construídas e gerenciadas de maneira inteligente e técnica. Devem ser bem localizadas, sustentáveis e seguras, tanto para o meio ambiente quanto para a população.

Assim, a reserva de água por açudes dá uma garantia hídrica para seus proprietários, principalmente em períodos de grande estiagem, contribuindo também para o meio ambiente pois fortificam os lençóis freáticos e consolidam as nascentes, visto que com a diminuição da velocidade da água no corpo hídrico tende-se a infiltrar em maior quantidade, abastecendo assim os lençóis ali presentes.

Aliado à construção de reservatórios, os sistemas de irrigações atualmente existentes, como o gotejamento e micro aspersão, diminuem o consumo de água, pois os mesmos possuem maior eficiência se comparados com a irrigação por aspersão convencional. Atuam diretamente na planta, evitando desperdícios e evaporação acelerada. Isso traz benefícios em períodos de pouca precipitação já que um volume de água armazenado, diminui conflitos (brigas) entre os produtores pela posse deste bem (água) e melhora a produção agropecuária, aumentando e conservando a produção de grãos e outros alimentos (feijão, mamão, pimenta, maracujá, goiaba, limão e outros).

2.2 VANTAGENS DE UMA BARRAGEM

Conforme a resolução da AGERH N° 072 (2018) “[...] as barragens são de diversos tipos: de terra, concreto, pedra ou enrocamento, mista e outras”. No município de Jaguaré, a maioria das barragens são de terra, de pequeno e médio porte.

No meio rural, encontram-se diversas possibilidades de geração de renda com a: agricultura, principalmente as culturas do café, pimenta, mamão), além da pecuária, plantio de eucalipto etc. Entretanto, é necessário aproveitar os recursos naturais, principalmente os hídricos. A economia do município se baseia na agricultura, com ênfase nas lavouras de café, em que o armazenamento de água é indispensável para todo o ano, pois grande parte da população são produtores rurais que usam deste benefício para a retirada do seu sustento familiar, além de fornecer benefícios indiretos para pessoas da região, isto é, geração de empregos e movimentação da economia. De acordo com a Lei municipal nº 1.059, A Prefeitura de Jaguaré frisa que:

Considera-se de utilidade pública e interesse social a construção de barramento para fins de armazenamento de água no Município de Jaguaré/ES, de acordo com o Art.1º da Lei nº 1.059, de 06 de maio de 2013 (Jaguaré,2013).

Assim, dentre as vantagens do recurso de barramento de terra nas propriedades rurais, pode-se destacar: (i) o aumento da disponibilidade hídrica da região e aumento da produção, (ii) a regularização de vazões, (iii) dessedentação de animais, (iv) lazer, (v) abastecimento público e industrial e (vi) produção de energia elétrica. Porém, para a correta construção e execução desta obra deve-se observar o que as legislações mostram a respeito. No Brasil, o instrumento legal em vigor, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragem destinadas a acúmulo de água, é a Lei Federal nº 14.066 de 30 de setembro de 2020. A mesma menciona:

Garantir a observância de padrões de segurança de barragens de maneira a fomentar a prevenção e a reduzir a possibilidade de acidente ou desastre e suas consequências;

Regulamentar as ações de segurança a serem adotadas nas fases de planejamento, projeto, construção, primeiro enchimento e primeiro vertimento, operação, desativação, descaracterização e usos futuros de barragens, de acordo com o Art. 3º da Lei nº 14.066 de 30 de setembro de 2020 (Brasil, 2020).

Sendo assim, a evolução na construção das represas está baseada em instrumentos legais e orientações de profissional técnico qualificado, com o propósito de garantir que seja concretizada a eficiência da atividade em questão, ou seja, alcançar as vantagens que esta obra proporciona, agregado à segurança de seus usuários, terceiros e meio ambiente.

2.3 IMPORTÂNCIA DA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA EM BARRAGENS

De acordo com a AGERH (2020), das 35 (trinta e cinco) mil represas existentes no Estado do Espírito Santo, somente 272 (duzentos e setenta e dois) encontram-se

totalmente regularizadas, ou seja, possuem licenciamento ambiental, outorga d'água e o cadastro de segurança de barragem. Isso significa que menos de 1 (um) % do total estão legalizadas e seguras perante as normas técnicas e legislações vigentes.

Assim sendo, constata-se que diversos açudes foram construídos de forma ilegal, não tendo os devidos acompanhamentos técnicos, tanto dos órgãos competentes quanto do engenheiro habilitado. Isso pode não estar resultando problemas (rompimento e impactos ambientais) no presente, mas com o decorrer do tempo, poderão ser mais suscetíveis e constantes.

Cabe destacar que, mesmo com percentual baixo de represas totalmente regularizadas, há certa preocupação dos produtores em relação ao risco para seus negócios rurais, onde cada vez mais estão levando em consideração diretrizes técnicas adequadas no momento de construção e de operação (pós-construção), e também devido aos órgãos ambientais estarem fiscalizando e orientando os empreendedores com mais intensidade.

Conforme ICOLD (1995), os dois principais motivos de incidentes com barragens são a percolação excessiva e descontrolada (infiltrações) e o galgamento (nível de água ultrapassa a cota da crista). Os dois motivos são de grande significância, isto é, estão diretamente ligados à ruptura do aterro, e conseqüentemente a geração de impactos adversos, como morte de pessoas e animais e descaracterização paisagista, por exemplo.

Muitas vezes, estas situações estão correlacionadas a um projeto menos elaborado, soluções ultrapassadas de segurança, menos gastos com o estudo geológico do local e falta de averiguações nas represas. Logo, a inspeção do açude servirá como base para definir o que deverá ser realizado para correção das irregularidades, eliminando assim as ameaças socioambientais que esta obra pode oferecer, proporcionando uma confiabilidade da obra.

Por isso, a verificação das condições em que se encontram os represamentos é fundamental para a eficiência e estabilidade deste empreendimento. De acordo com a Agência Nacional de Águas salienta:

As conseqüências de não fazer as inspeções resultam na impossibilidade de apontar, com a devida antecedência ou urgência, a necessidade de reabilitar barragens que representem ameaças, pois o rompimento de uma barragem compromete a segurança e a vida da população e traz elevados prejuízos econômicos e ambientais às localidades afetadas (ANA, 2016, p.13).

Barragens devem ser operadas e mantidas de forma segura, através de inspeções para identificação de anomalias que comprometam a segurança, análises utilizando as tecnologias atuais e elaboração de projetos e ações corretivas, se necessário, com base em boas práticas de engenharia (ANA, 2019, p. 44).

2.4 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS EM UMA CONSTRUÇÃO DE BARRAGEM

As legislações não proíbem as construções de açudes. Porém, deve-se seguir os regulamentos estipulados por cada órgão estadual, que irão aprovar ou não a execução desta atividade. No estado do Espírito Santo, o órgão regulamentador e licenciador é o IDAF, que aprova (licencia) ou não a obra de acordo com as características do local, para que a mesma seja segura.

O Art. 2º do Decreto Estadual nº 4139-R de 10 de agosto de 2017 (ESPÍRITO SANTO, 2017) afirma que “A construção, reforma, ampliação ou funcionamento de barragens no Estado, sujeitam-se ao licenciamento ambiental pelo órgão estadual competente”. Portanto, entende-se que não é ilegal o represamento de água, mas deve-se solicitar a autorização (licenciamento) do órgão, onde o licenciamento é de responsabilidade do proprietário, que deve arcar com todos os custos do projeto.

A barragem em questão foi construída no ano de 2005 pelo proprietário do imóvel rural, visando uso para irrigação de seus plantios, sendo uma barragem de pequeno porte com volume de água de 308.000 m³. O material constituinte do aterro é terra (argila propícia para compactação, ou seja, sem pedregulhos). Esse solo foi retirado próximo ao local, na margem esquerda e direita do barramento, com um volume de 27.755 m³, de acordo com o engenheiro responsável.

Na Imagem 1 abaixo, tem-se o local de onde foi extraída a terra na margem direita do açude (área de empréstimo) usada na última adequação.

Imagem 1 – Imagem da área de empréstimo (10/03/2021)



Fonte: Autor.

Após a construção, a mesma passou por duas situações de “quase” rompimento, no ano de 2017 e a última em dezembro/2020, onde nas ocasiões o principal problema era infiltrações no aterro. De imediato, foi preciso reduzir a capacidade de água armazenada. Posteriormente corrigiu-se o problema através de retirada da terra inadequada e realizado o trabalho de compactação.

Os demais problemas anteriores eram, erosões nos taludes, rachaduras/trincas no aterro, árvores no talude da jusante e falta de proteção nos taludes, que não são tão comprometedores, mas se não forem reparados com o decorrer do tempo podem ocasionar o rompimento. Portanto, realizou-se atividades necessárias para correção, que foram: retirada das árvores do aterro, plantado gramíneas nos taludes e colocado terra nos locais com presença de erosões, rachaduras e trincas, fazendo o trabalho de compactação.

Ressaltando que no ano de 2017, após a adequação, o barramento voltou a sua capacidade máxima (308.000 m³), mas realizou-se a inadequada resolução do problema de infiltração, ou seja, não houve a compactação adequada do material (solo). Em decorrência disto, no final do ano de 2020, o risco de estouro do barramento persistiu. Assim, o proprietário procurou ajuda técnica e foi orientado a diminuir o volume de água (210.800 m³) e seguir rigorosamente as orientações do projeto, visto que esse volume

de água poderia atingir a população do distrito de Fátima, causando assim perdas de vidas humanas e/ou prejuízos materiais caso ocorresse a ruptura.

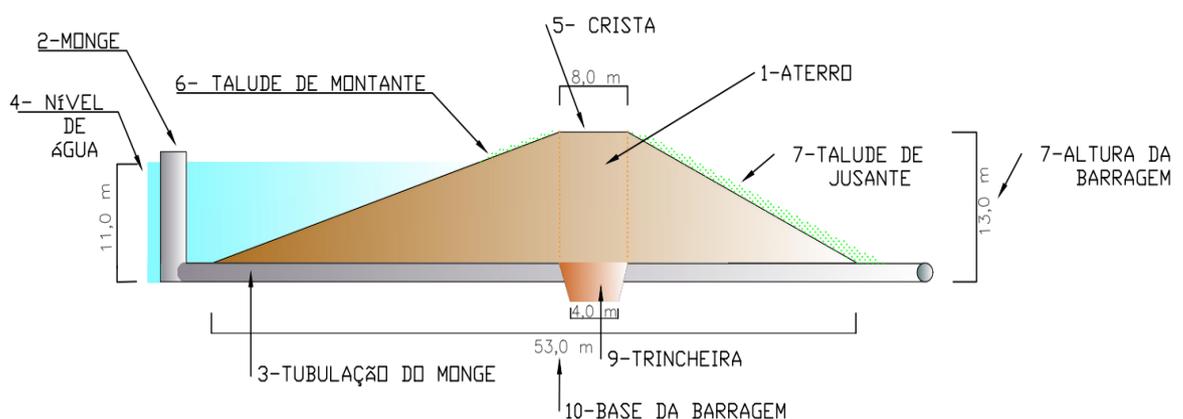
2.5 PRINCIPAIS ELEMENTOS QUE COMPÕEM A ESTRUTURA DE UMA BARRAGEM

O açude construído com terra tem-se como principal constituinte da sua estrutura o solo. A análise da classe do solo local é uma das fases mais importantes, pois permite averiguar a aptidão daquela área em receber esta construção. Com a análise de solo terminada, tem-se os critérios fundamentais, como a altura que está o lençol freático, a classificação e perfil geológicos, profundidades das camadas do solo etc. após estas classificações podemos ter a estrutura adequada para aquele local.

Conforme Carvalho (2008), no meio dos métodos de sondagem, as que se mais utilizam são: a) ensaio de percussão por circulação de água, “Standard Penetration Test” (SPT), que por meio de introdução no solo de um barrilete de 65 kg caindo de uma altura de 75 cm, se obtém a resistência; b) rotatividade indicada para solos mais duros e com rochas; c) poço de visita, que consiste na abertura de poços para a vistoria, em seu interior, por um técnico especializado. Com isso a sondagem necessita alcançar um perfil que tenha compactação para ali ser construída uma fundação.

Conforme Carvalho (2008), os elementos principais constituintes de um barramento são, de acordo com a demarcação de cada elemento na Imagem 2.

Imagem 2 – imagem do corte barragem.



Fonte: autor.

- 1- Maciço ou aterro: é a própria estrutura da barragem, construído transversalmente ao curso d'água, encarregado de reter a água;

- 2- Monge ou desarenador: instalada sob o aterro, tem a finalidade de garantir o escoamento contínuo de água a jusante, promover o esvaziamento da represa e o controle de nível do reservatório;
- 3- Tubulação do Monge: canal que liga o monge a extremidade jusante da barragem;
- 4- Nível de água: é a altura da lâmina d'água na barragem em condições normais;
- 5- Crista da barragem: é a parte superior do aterro, geralmente utilizada como estrada;
- 6- Talude do montante: face lateral inclinada, paralela ao eixo do aterro, sendo o lado que fica em contato com a água (lado molhado).
- 7- Talude da jusante: face lateral inclinada, paralela ao eixo do aterro sendo o lado de baixo (lado seco);
- 8- Altura da barragem: altura máxima do maciço (aterro);
- 9- Trincheira: fundação construída transversalmente ao curso d'água e no eixo da barragem. Constitui-se numa vala preenchida com terra de boa qualidade devidamente compactada;
- 10-Base da barragem: área sobre a qual se coloca o maciço sob a superfície do terreno.

Destaca-se que a construção de barragem diminui a vazão de água do corpo hídrico a jusante, porém, para mitigar essa situação, o IDAF exige que o projeto técnico apresente construção de pelo menos um dispositivo de vazão mínima (monge). Isso irá garantir o fluxo da água mesmo no período necessário para enchimento do reservatório, fazendo com que a diminuição de vazão seja a mínima possível, e assim não apresentar impactos negativos, como falta de água a população e animais.

3. METODOLOGIA E MÉTODO DA PESQUISA

A presente pesquisa enquadra-se como exploratória, uma vez que remete a um estudo "*in loco*". Também pode ser caracterizada como uma pesquisa de campo, pois se busca informações acerca do presente trabalho que envolve um barramento na localidade no Córrego do Deves, Município de Jaguaré nas respectivas coordenadas UTM (SIRGAS 2000) E 375224.32 e N 7911790.89.

Para realizar o estudo, se fez necessário analisar o projeto de construção da barragem onde constam os procedimentos a serem seguidos conforme o preenchimento

do Formulário de Caracterização Ambiental (FCA) que é disponibilizado no sítio do IDAF e realizar visitas in loco juntamente do com técnico responsável pela elaboração do projeto.

Este estudo teve como objetivo avaliar as condições de um açude existente no Córrego do Deves, município de Jaguaré/ES. Nesta análise foi verificado se as técnicas normativas foram devidamente utilizadas em sua construção, assim como a manutenção que será realizada, caso necessária.

Para uma adequada operação de um aterro (barragem), tem-se a correta compactação e umidade da terra usada, limpeza da base (retirada de material inadequado), realização de trincheira, e outros, que são métodos fundamentais para a correta execução desta atividade. A compactação e umidade da terra são realizadas por empresas de terraplanagem, contratadas pelo proprietário do açude, em que a compactação é realizada por camadas de 30 centímetros, sendo realizada a umectação do solo no momento da compactação. Para a realização da trincheira é necessário a execução de uma vala no formato trapezoidal, construída transversalmente ao curso d'água, com dimensões que são de acordo com o projeto, que leva em consideração a altura da barragem. Posteriormente esta vala é preenchida com terra compactada por camadas, assim como o aterro.

Para reunir essas informações, buscou-se diferentes referências que embasem o assunto, tais como, leis e resoluções (federais e estaduais) voltadas à segurança e estabilidade do barramento, cartilhas orientativas divulgadas pelos órgãos (AGERH, 2018 e 2020; IDAF, 2017; ANA, 2016 e 2019; Brasil, 2010 e 2020), pesquisas bibliográficas, projetos técnicos de licenciamento ambiental da barragem em questão, visitas técnicas (coleta de dados e fotos). Além disso, foram realizadas entrevistas com o engenheiro agrônomo do IDAF de Jaguaré, com o proprietário do barramento de Jaguaré e com o engenheiro ambiental e civil responsável pelo projeto. Tais entrevistas envolveram discussões sobre a importância do armazenamento de água as necessidades agrícolas do proprietário, dos riscos reais que podem vir a oferecer à população a jusante caso haja o rompimento, bem como a necessidade de inspeções e manutenções preventivas.

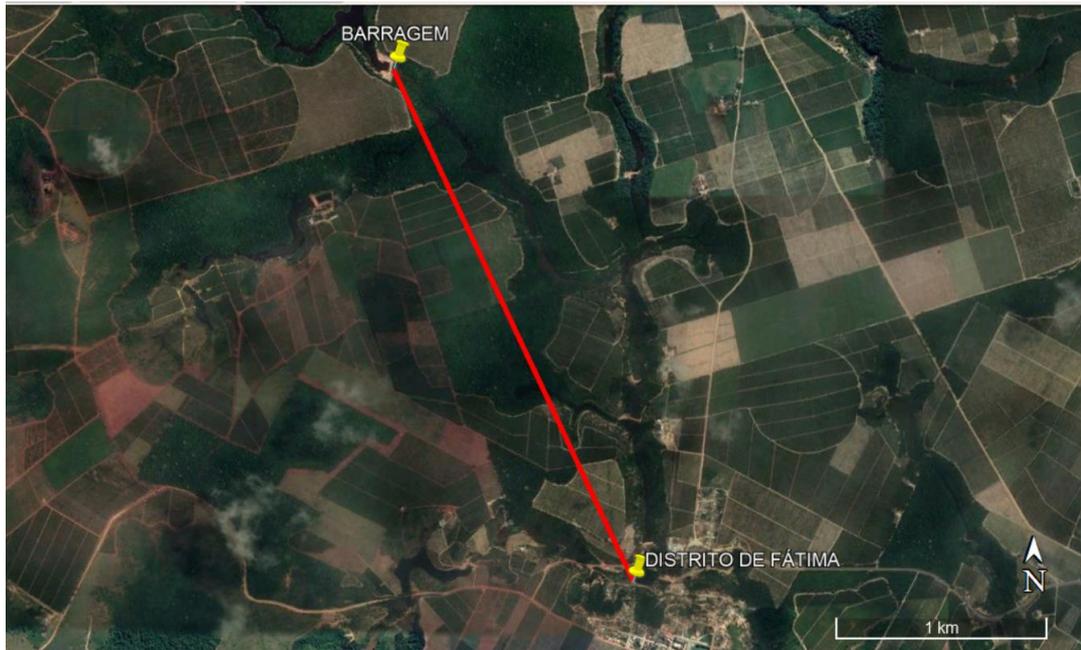
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O corpo hídrico barrado é o Córrego do Deves, que faz parte da bacia hidrográfica do Rio Doce. O mesmo é de grande importância para o município de

Jaguaré, pois auxilia diversos produtores rurais com seu recurso (água), que é usado na irrigação de cultivos agrícola.

A imagem 3 a seguir identifica o local exato do estudo em questão e em vermelho distância entre a barragem e o Distrito de Fátima (2,5 km).

Imagem 3 – Imagem de Satélite da área da Barragem



Fonte: Google Earth, 2021.

Foi realizada uma vistoria no local do estudo no dia 02 de outubro de 2021. Constatou-se que a barragem se encontra adequada, ou seja, não apresenta anomalias que comprometam a sua segurança e estabilidade. Entretanto, vale ressaltar que antes das obras de adequações a mesma possuía anomalias que são: erosões nos taludes, infiltrações, rachaduras/trincas no aterro, árvores no talude da jusante e falta de proteção nos taludes (não havia gramíneas).

Para se ter uma melhor análise, se fez o uso do formulário disponibilizado pelo IDAF (2021). Nele, encontram-se as principais características (dimensões/anomalias) de um açude.

A Tabela 1 abaixo apresenta os dados de acordo com os itens do formulário.

Tabela 1 – Preenchimento de laudo técnico com dados coletados *in loco*.

1- DADOS TÉCNICOS DA BARRAGEM				
Área alagada na cota de vertimento: 2,48 ha	Volume armazenado na cota do vertimento: 210.800m ³			
Comprimento da crista: 72 m	Largura da crista: 8,0 m			
Inclinação talude de montante: 2,75:1 m	Inclinação talude de jusante: 2,25:1 m			
Profundidade média de operação: 8,5 m	Profundidade máxima de operação: 11,00 m			
Altura do barramento: 13,00 m	Largura total da base do barramento: 53,0 m			
Folga de segurança: 2,0 m				
2- INSPEÇÃO E DIAGNÓSTICO				
Assinalar quanto à ocorrência				
	Sim	Não	Não se aplica	Observações
Erosão nas ombreiras		x		
Erosões no barramento		x		
Rachaduras/trincas/afundamento no barramento de terra		x		
Rachaduras/trincas no monge		x		
Rachaduras/trincas no vertedouro		x		
Árvores e arbustos no barramento		x		
Árvores e arbustos no vertedouro		x		
Árvores/arbustos no entorno do barramento (APP)	x			Área de Preservação Permanente-APP está totalmente preservada.
Canaletas e drenos		x		
Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais no barramento de terra		x		
Sinais de movimento/deslocamento do barramento		x		
Ameaça de transbordamento da barragem		x		
Sinais de fuga d'água (infiltrações)		x		
Construções irregulares próximas ao barramento		x		
Obstrução ou assoreamento do vertedouro e monge		x		
Assoreamento do reservatório		x		
Desmatamentos na área de preservação permanente da barragem		x		
Vazamentos na tubulação do monge		x		
Defeitos gerais na barragem		x		

Fonte: Própria autoria, adaptado do Laudo Técnico para barragem construída do IDAF.

Com base na Tabela 1, percebe-se que a obra não está em risco de rompimento, visto que foram realizadas todas as adequações necessárias de acordo com o projeto e as normas técnicas.

Um exemplo de adequação realizado foi a correção das infiltrações presentes no talude da jusante, com a retirada do material irregular (terra) e colocado novo material suficientemente compactado. Na Imagem 4(a) tem-se a constatação de infiltração,

percebida pela coloração enferrujada do solo. Já a Imagem 4(b) identifica que a anomalia foi reparada e o talude está totalmente protegido.

Imagem 4 – Infiltrações: (a) no talude da jusante antes da reparação nas infiltrações; (b) totalmente extinta.



(a)



(b)

Fonte: Imagens cedidas pelo Engenheiro ambiental e civil da localidade.

Também foi verificado que os taludes possuem a correta proteção com gramíneas, o que evita a ocorrência de erosões. A erosão é uma anomalia que se não for corrigida em tempo pode ocasionar na ruptura do aterro. A imagem 5 mostra que o aterro em questão não possui tal anomalia.

Imagem 5 – Imagem do montante da barragem (02/10/2021).



Fonte: Autor.

Portanto, é de grande importância de constantes manutenções preventivas de acordo com os órgãos e leis competentes Cartilha de segurança da AGERH, Lei Federal 12.334/2010, IDAF e Diretrizes para a Elaboração do Plano de Operação, Manutenção e

Instrumentação de Barragens da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a fim de garantir a integridade da obra.

A Cartilha de Segurança de Barragem da Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH, 2020), discursa que “[...] as barragens devem ser bem localizadas, sustentáveis e seguras, tanto para o meio ambiente, quanto para a população [...]”. Ou seja, devem ter estudos, projetos e manutenção periódica.

Assim, a construção, seguindo os estudos e projetos aliado às manutenções periódicas garantem que a barragem permaneça segura e estável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo abordar as vantagens de se utilizar barragens de terra e analisar a situação atual de uma barragem projetada no Córrego do Deves, Zona Rural do município de Jaguaré/ES. Foi verificado se as técnicas normativas foram devidamente utilizadas em sua construção, assim como a manutenção periódica.

Após uma vistoria no local do estudo no dia 02 de outubro de 2021, constatou-se que a barragem se encontra adequada, sem quaisquer anomalias que comprometam sua segurança e estabilidade.

A mesma, entretanto, possuía anomalias, antes que fossem realizadas as obras de adequação, sendo elas: erosões nos taludes, infiltrações, rachaduras/trincas no aterro, árvores no talude da jusante e falta de proteção nos taludes. A resolução destas anomalias foi mediante a avaliação do responsável técnico em conjunto com o IDAF que orientaram ao empreendedor as medidas necessárias, que são, correção das infiltrações, retirada das árvores do aterro, plantado gramíneas nos taludes e colocado terra nos locais com presença de erosões, rachaduras e trincas, fazendo o trabalho de compactação.

Portando se faz indispensável as inspeções, pois servem para avaliar o real estado de conservação e segurança do barramento, evitando assim que desenvolvam problemas, mitigando os desastres econômicos, perdas de vidas e impactos socioambientais, que poderiam vir a ocorrer.

Por fim, vale ressaltar a importância de se construir um barramento dentro das normas técnicas, possuindo a autorização do órgão (licença ambiental), visto que o barramento é de grande valia aos produtores rurais, pois garantem disponibilidade de água para a irrigação das plantações, bem como preservar a população e o bioma localizados nas áreas de influência direta e indireta ao empreendimento.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH. **Notícias - Barragens irregulares no Espírito Santo**. Mar., 2020 . Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/Noticias>>. Acesso em: 20 set. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS – AGERH. **Notícias –Situação crítica por falta de chuva**. ABR., 2016 . Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/Noticias>>. Acesso em: 29 out. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. AGERH. **Resolução nº 072** de 19 de dezembro de 2018. Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência para Barragens de Acumulação de Água. Disponível em: <<http://servicos.iema.es.gov.br/legislacao/FileHandler.ashx?id=1040&type=2>>. Acesso em: 21 set. 2021.

AGÊNCIA ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - AGERH. **Cartilha de Segurança de Barragens**. Jun., 2020. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/Media/agerh/Cartilha/SegurancadeBarragens_Agerh.pdf>. Acesso em: 26 set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual do empreendedor sobre segurança de barragens. Volume II** 2016. Disponível em: <<http://progestao.ana.gov.br/portal/progestao/destaque-superior/boas-praticas/curso-de-seguranca-de-barragens-dae-1/aula-5-segur-barragem-2016-mei.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Curso Segurança de Barragens- Módulo 1- Barragens: aspectos legais, técnicos e socioambientais**. 2019. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2179/1/Unidade_1-modulo1.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.

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). Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2012.334-2010?OpenDocument>. Acesso em: 22 set. 2021.

CARVALHO, J. A. Dimensionamento de pequenas barragens de terra para a irrigação. Lavras, MG: Editora UFLA. 2008. 158 p.: il. Acesso em: 03 out. 2021.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS – CBDB. **Apresentação das barragens**. Disponível em: <http://cbdb.org.br/apresentacao-das-barragens>. Acesso em: 20 out. 2021.

ESPÍRITO SANTO. **Decreto Estadual Nº 4139-R** de 10 de agosto de 2017. Regulamenta, no âmbito do Poder Executivo Estadual, o licenciamento ambiental de barragens, para fins agropecuários e/ou usos múltiplos no Estado. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/CLAM/Barrag>>

ens/Decreto%20Estadual%20n%C2%BA%204139-R.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo -IDAF. **Instrução Normativa nº 020**, de 29 de dezembro de 2017. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/Media/idaf/Documentos/Legisla%C3%A7%C3%A3o/CLAM/Barragens/Instru%C3%A7%C3%A3o%20Normativa%20n%C2%BA%20%20020-2017%20comentada.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2021.

ESPÍRITO SANTO. Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo -IDAF. **Termo de referência para laudo de barragem construída**. Disponível em: <<https://idaf.es.gov.br/formularios>>. Acesso em: 01 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE SUSTENTABILIDADE. INBS. **O que é barragem?**. Mar., 2019 . Disponível em: <<https://www.inbs.com.br/o-que-e-barragem/>>. Acesso em: 18 set. 2021.

ICOLD – **The International Commission on Large Dams**. Dam failures statistical analysis. 1995. Acesso em: 25 set. 2021.

JAGUARÉ. **Lei nº 1059, de 06 de maio de 2013**. Dispõe sobre barramento para armazenamento de água no Município de Jaguaré. Disponível em: <http://www.jaguare.es.gov.br/uploads/decretos_de_creditos_suplementares/1524494880-prefeitura-municipal-de-jaguare-es-lei-no-1059-de-06-de-maio-de-2013.pdf>. Acesso em: 21 set. 2021.