



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

GILBERTO MATEUS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE ANOMALIAS EM BARRAGENS DE TERRA A PARTIR DE
LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO**

Caruaru

2025

GILBERTO MATEUS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE ANOMALIAS EM BARRAGENS DE TERRA A PARTIR DE
LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Campus Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo
científico, como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Barragens

Orientador(a): Prof. M.Sc. Renato Mahon Macêdo

Caruaru
2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conceder força, saúde e sabedoria ao longo de toda esta caminhada.

Ao professor Renato, meu orientador, expresso minha profunda gratidão pela dedicação, orientação precisa e constante incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência e comprometimento foram fundamentais para a concretização deste projeto.

Agradeço à minha namorada, pelo apoio incondicional, paciência e compreensão nos momentos de dificuldade, sendo presença constante e essencial ao longo desta jornada.

À minha família, por todo amor, suporte emocional e motivação contínua. Em especial aos meus pais, por acreditarem no meu potencial e por todos os sacrifícios feitos para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu padrinho, por sempre me incentivar a buscar o melhor de mim, oferecendo palavras de encorajamento nos momentos mais importantes.

Aos meus amigos, que estiveram ao meu lado nos momentos bons e nos desafiadores, contribuindo com apoio, companheirismo e incentivo durante toda a trajetória acadêmica.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero muito obrigado.

Avaliação de anomalias em barragem de terra a partir de levantamento aerofotogramétrico

Anomaly assessment in earth dams based on aerophotogrammetric survey

Gilberto Mateus de Oliveira¹

RESUMO

A inspeção de barragens de terra é essencial para garantir a segurança dessas estruturas, que, em caso de falhas, podem gerar impactos ambientais e sociais significativos. Atualmente, os métodos tradicionais de inspeção, baseados em observações visuais e no acesso físico às estruturas, apresentam limitações importantes. Além de comprometerem a segurança dos inspetores, são frequentemente ineficazes em áreas de difícil acesso, resultando em altos custos e desafios logísticos. Essas limitações têm impulsionado a adoção de drones equipados com câmeras de alta resolução. Este estudo avalia a viabilidade do uso de ortomosaicos gerados a partir de imagens capturadas por drones para detectar patologias na barragem Vertentes do Heráclito. As imagens foram processadas em software especializado, que gerou um ortomosaico georreferenciado com resolução de 2,44 cm.px⁻¹. O ortomosaico foi analisado visualmente para identificação das áreas afetadas, permitindo uma avaliação detalhada das condições da barragem. Os resultados mostraram que os ortomosaicos forneceram uma visão clara e precisa das patologias, possibilitando a identificação de 20 anomalias, distribuídas entre 15 falhas estruturais e 5 operacionais. A tecnologia demonstrou ser eficiente, reduzindo o tempo de inspeção e aumentando a precisão na identificação de deformidades, como erosão, que poderiam comprometer a segurança da estrutura. A identificação detalhada das anomalias permitiu classificar a barragem como nível de risco 2 (alerta), reforçando a necessidade de monitoramento constante e intervenções preventivas. Conclui-se que o uso de ortomosaicos gerados a partir de imagens de drones é uma ferramenta promissora para a inspeção de barragens de terra. Essa abordagem oferece uma alternativa mais ágil, segura e precisa em relação aos métodos tradicionais, otimizando a gestão e a manutenção das barragens e contribuindo para a redução de riscos e a segurança das áreas impactadas.

Palavras-chave: barragem; inspeção; ortomosaico; aerofotogrametria; VANT

ABSTRACT

The inspection of earth dams is essential to ensure the safety of these structures, which, in the event of failures, can cause significant environmental and social impacts. Currently, traditional inspection methods, based on visual observations and physical access to the structures, present significant limitations. In addition to compromising the safety of inspectors, they are often ineffective in areas with difficult access, resulting in high costs and logistical challenges. These limitations have driven the adoption of drones equipped with high-resolution cameras. This study evaluates the feasibility of using orthomosaics generated from images captured by drones to detect pathologies in the Vertentes do Heráclito dam. The images were processed using specialized software, which generated a georeferenced orthomosaic with a resolution of 2.44 cm.px⁻¹. The orthomosaic was visually analyzed to identify affected areas, allowing for a detailed assessment of the dam's conditions. The results showed that the orthomosaics provided a clear and precise view of the pathologies, enabling the identification of 20 anomalies, distributed among 15 structural failures and 5 operational ones. The technology proved to be efficient, reducing inspection time and increasing accuracy in identifying deformities, such as erosion, that could compromise the safety of the structure. The detailed identification of anomalies allowed the dam to be classified as a risk level 2 (alert), emphasizing the need for continuous monitoring and preventive interventions. It is concluded that the use of orthomosaics generated from drone images is a promising tool for the inspection of earth dams. This approach offers a faster, safer, and more accurate alternative to traditional methods, optimizing the management and maintenance of dams and contributing to the reduction of risks and the safety of impacted areas.

Keywords: dam; inspection; orthomosaic; aerial photogrammetry; UAV

DATA DE APROVAÇÃO: 15 de abril de 2025.

1 INTRODUÇÃO

As barragens e reservatórios desempenham um papel essencial na infraestrutura hídrica e energética de diversos países, marcando avanços históricos significativos (Lenzi, 2024). No Brasil, a história das barragens remonta ao século XVI, com o açude Apipucos, a mais antiga barragem documentada no país, localizada na área urbana da cidade de Recife, Pernambuco, e registrada em um mapa holandês de 1577 (De Mello, 2011).

Ao longo dos séculos, essas construções evoluíram para atender a uma variedade de demandas, incluindo o fornecimento de água potável, irrigação, controle de enchentes, e geração de energia elétrica (Oliveira, 2018). No entanto, a crescente complexidade das ameaças enfrentadas por essas estruturas reflete o desafio contínuo de garantir sua segurança e funcionalidade (Silva et al., 2020).

Os riscos associados às barragens são múltiplos, envolvendo não apenas o desgaste natural das estruturas devido ao envelhecimento, mas também fatores ambientais exacerbados por atividades humanas, como alterações no uso do solo e a urbanização, além da ocorrência de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas ou chuvas intensas (Freitas et al., 2019).

Ademais, as modificações nos padrões hidrológicos, frequentemente causadas por mudanças nas bacias hidrográficas, impactam diretamente a operação e segurança dessas estruturas (Silva, 2024). A ausência de um programa contínuo de monitoramento e revisão, associada à insuficiência de medidas preventivas eficazes, agrava significativamente esses riscos, comprometendo a integridade da barragem e resultando em falhas estruturais severas, com consequências potencialmente catastróficas para o meio ambiente e a sociedade (TCU, 2024).

Nesse contexto, os métodos convencionais de avaliação, que se baseiam principalmente em observações visuais e no acesso físico às estruturas, enfrentam limitações consideráveis (Ramos, 2015). Além de comprometerem a segurança, esses métodos frequentemente se mostram ineficazes em áreas de difícil acesso, resultando em altos custos e em desafios logísticos complexos. Portanto, a adoção de um sistema integrado de inspeção e avaliações periódicas, respaldado por tecnologias avançadas, torna-se indispensável para a mitigação desses riscos.

Com os avanços tecnológicos, novas ferramentas têm transformado as práticas de inspeção na engenharia. Nesse sentido, a fotogrametria, definida pela American Society for Photogrammetry and Remote Sensing (1979) como a arte e ciência de obter informações confiáveis sobre objetos físicos e o meio ambiente por meio de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante, é amplamente potencializada por esses avanços,

aprimorando a precisão das medições e a qualidade das análises geoespaciais. Dessa forma, surge o método aerofotogramétrico, que envolve o uso de aeronaves, como aviões ou drones, equipadas com câmeras especiais para capturar imagens aéreas.

O desenvolvimento de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), aliado aos progressos em computação gráfica e miniaturização de componentes eletrônicos, tem permitido a implementação de métodos de inspeção mais eficientes e precisos (Dambroski, 2021). Os VANTs possibilitam a realização de inspeções detalhadas de forma remota, capturando imagens de alta resolução utilizadas na criação de modelos digitais das estruturas. Essas tecnologias oferecem um método mais sistemático e seguro, com trajetórias de voo pré-programadas que garantem inspeções consistentes, repetíveis e menos suscetíveis a erros humanos (Brasil, 2012).

Entre os produtos geoespaciais gerados pelo uso de VANTs, o ortomosaico se destaca nas análises geoespaciais. O ortomosaico é um mosaico de imagens aéreas que foram geometricamente corrigidas para eliminar distorções causadas pela perspectiva da câmera e pelo relevo do terreno (Sopchaki et al., 2018). Essa correção geométrica transforma as imagens em representações precisas da superfície terrestre, constituindo um avanço notável e proporcionando uma solução mais eficiente em comparação com os métodos tradicionais de levantamento e monitoramento.

Com a crescente complexidade e os desafios impostos pela segurança e manutenção das barragens, o uso de tecnologias como os VANTs, representam uma importante evolução nas práticas de inspeção dessas estruturas. A integração da fotogrametria aérea e a geração de ortomosaicos proporcionam uma solução mais precisa, e que permite não apenas a detecção de anomalias em áreas de difícil acesso, mas também a realização de diagnósticos detalhados.

Diante disso, este estudo explora a aplicação de tecnologias na inspeção de barragens, com ênfase na geração de ortomosaicos por VANTs. Busca-se avaliar a eficácia e a viabilidade dessas ferramentas para identificar precocemente riscos estruturais, contribuindo para estratégias de monitoramento mais proativas e seguras, fundamentais à preservação ambiental e à segurança das populações.

1.1 Objetivos

Para esta seção serão abordados respectivamente o objetivo geral e os objetivos específicos em concordância com o estudo.

1.1.1 Objetivo Geral

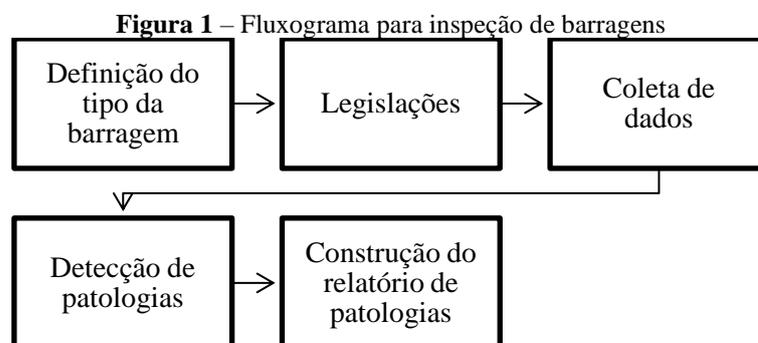
Investigar e aplicar levantamento aerofotogramétrico por meio de imagens capturadas por um VANT, na inspeção da barragem Vertentes do Heráclito.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento aerofotogramétrico da barragem com utilização de drone;
- Construir o ortomosaico da barragem a partir das imagens coletadas;
- Identificar anomalia ou áreas de preocupação na barragem;
- Analisar os aspectos passíveis de inspeção por meio do ortomosaico, utilizando como referência o modelo de ficha de inspeção regular de barragens de terra, conforme delineado pela Agência Nacional de Águas (ANA);
- Avaliar ganhos em potencial da utilização da ferramenta drone em inspeções de barragens.

2 METODOLOGIA

Este estudo adotou um método estruturado para a inspeção de barragens, utilizando tecnologias de levantamento aerofotogramétrico por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). A metodologia foi estruturada em etapas distintas, detalhadas no fluxograma apresentado na Figura 1. Cada etapa foi concebida para garantir a precisão e a eficiência do processo de inspeção, desde a coleta de dados iniciais até a elaboração do relatório final.

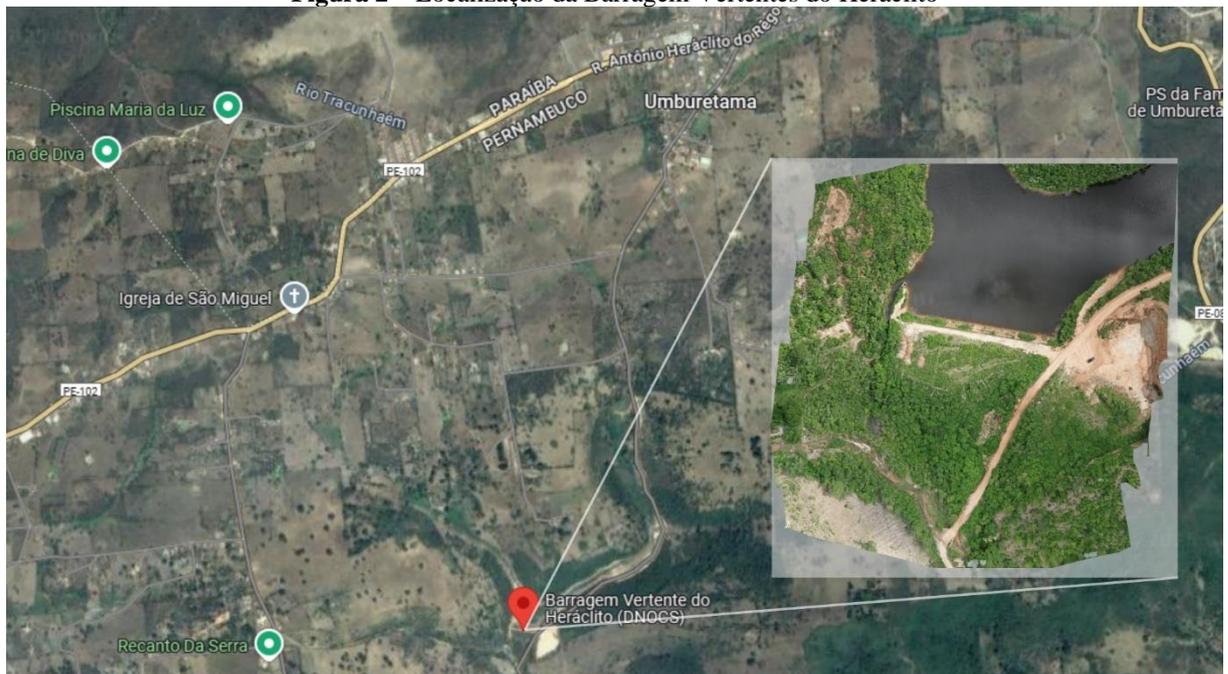


Fonte: Autor (2025)

2.1 Definição do tipo da barragem

A seleção da barragem para este estudo seguiu critérios que consideram sua relevância prática e a adequação para o levantamento aerofotogramétrico por drones. No Brasil, conforme o Relatório de Segurança de Barragens (RSB) da ANA (2024), 57% das barragens registradas são de terra, o que destaca sua prevalência e importância no contexto nacional. A barragem escolhida para a análise foi a Barragem Vertentes do Heráclito (Figura 2), localizada em Umburetama, distrito de Orobó, Pernambuco. Com capacidade de 366.000 m³ e altura de 19,6 m, foi construída entre 1958 e 1960 e é gerida pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). A barragem foi considerada representativa das condições típicas das barragens de terra no Brasil, permitindo uma análise detalhada e a validação eficaz das tecnologias de inspeção propostas.

Figura 2 – Localização da Barragem Vertentes do Heráclito



Fonte: Autor (2025)

2.2 Legislações

A inspeção da barragem foi estruturada em conformidade com os requisitos estabelecidos pela legislação vigente, com ênfase na Lei nº 12.334/2010, que institui a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), com as modificações introduzidas pela Lei nº 14.066/2020. Embora a legislação atual não contemple diretamente o uso de tecnologias como o levantamento aerofotogramétrico, foi adotada uma abordagem complementar, conforme as

diretrizes estabelecidas pela Resolução ANA nº 236/2017, com a definição de critérios de classificação baseados na Categoria de Risco (CRI).

A Lei nº 14.066/2020, ao alterar a Lei nº 12.334/2010, teve como objetivo aprimorar as práticas de segurança e a metodologia de inspeção das barragens no Brasil, proporcionando maior robustez ao processo de inspeção, promovendo a detecção precoce de falhas e uma gestão de riscos mais eficaz. Essa alteração buscou fortalecer os processos de monitoramento e fiscalização, impondo requisitos mais rigorosos quanto à periodicidade e profundidade das inspeções. A nova legislação enfatiza a necessidade de avaliações mais detalhadas das barragens, estabelecendo critérios mais severos para a classificação de risco e exigindo inspeções mais frequentes, de modo a mitigar o risco de acidentes e assegurar a proteção das populações que residem nas áreas circunvizinhas.

2.3 Coleta de dados

Foram utilizadas 116 imagens aerofotogramétricas previamente coletadas por meio de um VANT. O planejamento da rota de voo foi realizado com o auxílio de um software especializado, enquanto o georreferenciamento das imagens ocorreu diretamente pelo VANT, utilizando os dados obtidos por seu sistema de GPS integrado. A altura de voo foi ajustada e fixada em 110 metros, garantindo uma resolução de 2,349 cm (Ground Sample Distance - GSD). A área total mapeada foi de aproximadamente 56.156 m². Essas medidas asseguraram uma coleta eficiente e precisa dos dados necessários para a pesquisa em questão. No entanto, é importante destacar que este trabalho foca na geração do ortomosaico a partir das imagens já coletadas e na inspeção da barragem a partir do ortomosaico, não abrangendo os detalhes técnicos específicos sobre o modelo do VANT e o software utilizados na coleta dos dados.

2.3.1 Processamento de dados

O software utilizado foi o Agisoft Metashape Professional, versão 2.1.0, escolhido devido a capacidade de lidar eficientemente com grandes números de volumes de imagens, produzir resultados precisos e disponibilizar ferramentas de análise. Além disso, ele gera modelos 2D, 3D e MDE (Modelo Digital de Elevação).

2.3.2 Pré-processamento

Após a captura, as imagens foram incorporadas ao software de processamento fotogramétrico, onde, na seção de "referência", foram exibidas informações detalhadas, como longitude, latitude, altitude e precisão de cada fotografia (Figura 3). Além disso, utilizou-se a função de "análise de fotos" do software para obter parâmetros adicionais, incluindo a qualidade da imagem.

Figura 3 – Seção Referências – Software Agisoft Metashape Professional 2.1.0

Câmaras	Longitudo	Latitude	Altitude (m)	Precisão (m)
✓  DJI_0354	-35.675675	-7.717310	626.280000	10.000000
✓  DJI_0355	-35.675735	-7.717310	626.330000	10.000000
✓  DJI_0356	-35.675795	-7.717310	626.230000	10.000000
✓  DJI_0357	-35.675857	-7.717310	626.120000	10.000000
✓  DJI_0358	-35.675915	-7.717310	626.140000	10.000000
✓  DJI_0359	-35.675979	-7.717310	626.160000	10.000000
✓  DJI_0360	-35.676041	-7.717310	626.130000	10.000000
✓  DJI_0361	-35.676098	-7.717310	626.240000	10.000000
✓  DJI_0362	-35.676162	-7.717310	626.390000	10.000000

Fonte: Autor (2025)

Para assegurar a qualidade dos dados processados, adotou-se um critério mínimo de qualidade de 0,8 (Figura 4), métrica calculada pelo software Metashape para avaliar a adequação das imagens na reconstrução geométrica e geração do ortomosaico. Esse valor reflete fatores como nitidez, contraste, ruído e sobreposição, impactando a identificação de pontos-chave (keypoints) e o alinhamento das fotografias.

Imagens com qualidade inferior a 0,8 podem apresentar desfoque, iluminação inadequada ou baixa sobreposição, comprometendo a acurácia do modelo final. Assim, esse limiar assegurou a utilização de dados confiáveis para a análise da barragem.

Figura 4 – Verificação da qualidade das imagens – Agisoft Metashape Professional 2.1.0

Rótulo	Tamanho	Aligned	Qualidade	Data & hora	Fabricante
DJI_0346	5472x3648	✓	0.84259	2023:04:11 08:41...	DJI
DJI_0347	5472x3648	✓	0.834075	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0348	5472x3648	✓	0.842615	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0349	5472x3648	✓	0.838251	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0350	5472x3648	✓	0.839782	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0351	5472x3648	✓	0.837133	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0352	5472x3648	✓	0.836979	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0353	5472x3648	✓	0.83836	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0354	5472x3648	✓	0.842611	2023:04:11 08:42...	DJI
DJI_0355	5472x3648	✓	0.841478	2023:04:11 08:42...	DJI

Fonte: Autor (2025)

2.3.3 Construção do ortomosaico

Foi realizado o alinhamento das imagens, em que os pontos em comum foram identificados e correlacionados. A partir deste alinhamento, foi gerada uma nuvem densa composta por 72.260 pontos, que serviu para a construção de um modelo tridimensional da barragem, representando de forma detalhada a estrutura da barragem.

Na sequência, todas as imagens individuais foram integradas para formar o ortomosaico 2D, uma imagem ortorretificada de alta resolução, com dimensões de 10.263 x 10.676 pixels e precisão de 2,44 cm·px⁻¹, ocupando 417 MB, resultando em modelos 2D e 3D altamente detalhados da barragem juntamente com um modelo digital de elevação (MDE).

2.4 Detecção de patologias

A detecção de patologias na barragem foi realizada por meio da fotointerpretação do ortomosaico tomando como guia a Ficha de Inspeção Regular para Barragens de Terra, complementada pelo uso do Google Earth Pro para georreferenciamento das anomalias identificadas. Este processo baseou-se nas informações apresentadas no Anexo 3 do Guia Prático de Pequenas Barragens, que fornece descrições detalhadas e imagens ilustrativas dos principais tipos de anomalias que podem comprometer a segurança estrutural de barragens de terra.

2.5 Construção do relatório de patologias

O relatório de patologias foi elaborado com base na Ficha para Inspeção Regular de Barragem de Terra da ANA. As patologias identificadas no ortomosaico georreferenciado foram registradas diretamente na ficha. Cada anomalia foi classificada conforme sua localização, seguida do preenchimento dos campos relacionados à situação observada e à sua magnitude, conforme os parâmetros estabelecidos pela ficha (Figura 5). A classificação considerou tanto a proporção da anomalia quanto seu impacto, utilizando as diretrizes apresentadas na imagem abaixo.

Figura 5 – Quadro de classificação de patologias

SITUAÇÃO:	MAGNITUDE:	NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA (NPA)
NA – Este item Não é Aplicável	I - Insignificante	0 - Nenhum
NE – Anomalia Não Existente	P - Pequena	1- Atenção
PV – Anomalia constatada pela Primeira Vez	M - Média	2- Alerta
DS – Anomalia Desapareceu	G- Grande	3- Emergência
DI – Anomalia Diminuiu		
PC – Anomalia Permaneceu Constante		
AU – Anomalia Aumentou		
NI – Este item Não foi Inspeccionado (Justificar)		

Fonte: Agência Nacional de Águas (2020)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento aerofotogramétrico realizado na Barragem Vertentes do Heráclito demonstrou elevada eficácia na identificação e no mapeamento de anomalias. O processamento das imagens capturadas resultou em um ortomosaico com resolução de 2,44 cm·px⁻¹, permitindo a visualização detalhada da estrutura e contribuindo para a análise precisa das condições da barragem (Figura 6).

Figura 6 – Ortomosaico da barragem Vertentes do Heráclito



Fonte: Autor (2025)

3.1 Descrição geral dos resultados

A inspeção aerofotogramétrica foi planejada com base nas 173 possíveis patologias descritas na Ficha para Inspeção Regular de Barragem de Terra (APÊNDICE A). Dentre elas, 95 (54,9%) foram classificadas como não aplicáveis devido à ausência de estruturas como bacia amortecedora, comporta do vertedouro, torre de tomada d'água, caixa de montante, galeria e estrutura de saída d'água. Além disso, outras 31 (17,9%) patologias não puderam ser inspecionadas devido a limitações metodológicas, como a detecção de tocas de animais, cupinzeiros e formigueiros, ou pela indisponibilidade de documentos técnicos essenciais, restando 47 (27,2%) patologias a serem inspecionadas.

A detecção de pequenos objetos, como formigueiros, por meio de aerofotogrametria é restrita pela resolução espacial da imagem (Wolf e Dewitt, 2000). Essa resolução, expressa pelo tamanho do pixel no terreno (GSD), define o menor detalhe discernível. Assim, se as dimensões do formigueiro forem menores que o GSD, ele não será visível na imagem.

Das 47 patologias inspecionadas, 20 apresentaram anomalias, distribuídas entre 15 relacionadas à estrutura da barragem e 5 à infraestrutura operacional. Entre as estruturais, destacam-se erosões, presença de vegetação inadequada, falta de revestimento e obstruções nos canais de restituição. As operacionais incluíram falta de energia elétrica, cercas de proteção, placas de aviso e um sistema eficiente de comunicação. A Tabela 1 apresenta a classificação geral das patologias passíveis de inspeção, descritas em valor absoluto e percentual.

Tabela 1 – Classificação Geral das Patologias.

Categoria	Total de Patologias	%
Não Aplicáveis	95	54,9
Não Inspecionadas	31	17,9
Inspeccionadas (sem anomalias)	27	15,6
Inspeccionadas (com anomalias)	20	11,6

Fonte: Autor (2025)

Entre as 20 anomalias identificadas (Tabela 2), predominou a classificação "constatada pela primeira vez" (PV), evidenciando a eficácia do levantamento aerofotogramétrico na detecção de problemas que poderiam não ter sido identificados em inspeções anteriores.

As magnitudes variaram entre insignificante (I), pequena (P), média (M) e grande (G). Destaca-se que 65% das patologias apresentaram dimensões moderadas a severas (média ou grande), sendo 45% classificadas como de magnitude grande (G). Quanto ao nível de perigo (NPA), as anomalias foram distribuídas entre os níveis 1 (atenção) e 2 (alerta) como descritas

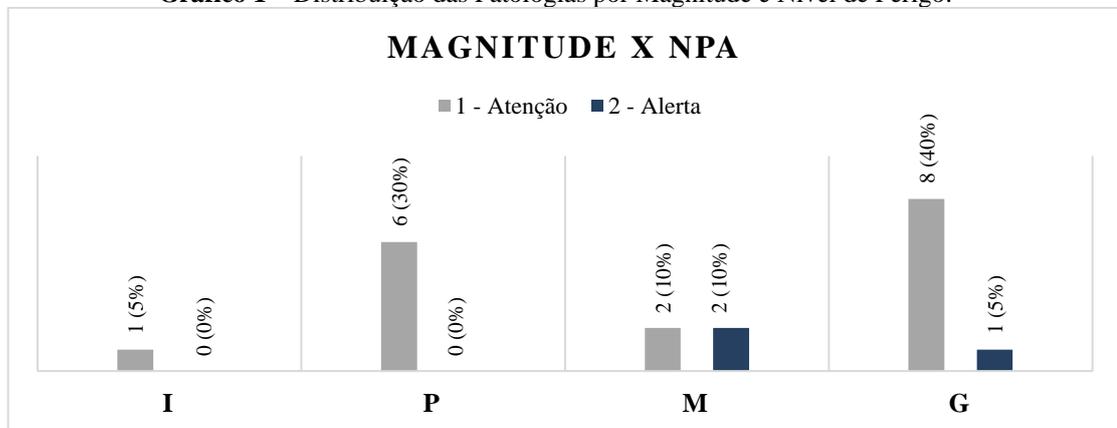
no gráfico 1.

Tabela 2 – Patologias identificadas.

Identificação	Patologia	Magnitude	NP
A.4	Precariedade de acesso de veículos	G	1
A.5	Falta de energia elétrica	G	1
A.6	Falta de sistema de comunicação eficiente	G	1
A.7	Falta ou deficiência de cercas de proteção	G	1
A.8	Falta ou deficiência nas placas de aviso	G	1
B.1.1	Erosões	P	1
B.1.6	Árvores e arbustos	P	1
B.1.7	Erosão nos encontros das ombreiras	M	2
B.2.3	Falta de revestimento	G	1
B.2.6	Árvores e arbustos	I	1
B.2.8	Defeitos no meio-fio	P	1
B.3.1	Erosões	M	2
B.3.7	Árvores e arbustos	G	1
B.4.5	Árvores/arbustos na faixa de 10m do pé da barragem	G	1
C.1.1	Árvores e arbustos	G	2
C.1.2	Obstrução ou entulhos	M	1
C.1.6	Erosão na área à jusante (erosão regressiva)	M	1
D.1	Réguas danificadas ou faltando	P	1
D.3	Poluição por esgoto, lixo, entulho, pesticidas etc.	P	1
D.5	Erosões	P	1

Fonte: Autor (2025)

Gráfico 1 – Distribuição das Patologias por Magnitude e Nível de Perigo.



Fonte: Autor (2025)

3.2 Distribuição georreferenciada das patologias

As patologias identificadas durante o levantamento aerofotogramétrico foram marcadas e georreferenciadas no Google Earth Pro, permitindo a visualização espacial das anomalias em relação à estrutura da barragem. Para facilitar a interpretação e priorização das intervenções, utilizou-se uma codificação de cores baseada no NP atribuído a cada patologia. As anomalias classificadas como NP 1 - Atenção foram representadas na cor amarela, enquanto as

classificadas como NP 2 - Alerta foram indicadas na cor vermelha.

A visualização georreferenciada proporcionou uma compreensão clara da distribuição das patologias, destacando as áreas mais críticas da barragem. Na Figura 7, é possível observar a localização de todas as anomalias mapeadas, com suas respectivas classificações.

Figura 7 – Distribuição espacial das anomalias



Fonte: Autor (2025)

Além disso, as coordenadas de cada patologia foram organizadas na Tabela 3, permitindo a identificação precisa dos pontos críticos.

Tabela 3 – Patologias georreferenciadas.

Identificação	Patologia	Latitude	Longitude
A.4	Precariedade de acesso de veículos	7°43'1.88"S	35°40'31.28"O
A.5	Falta de energia elétrica	-	-
A.6	Falta de sistema de comunicação eficiente	-	-
A.7	Falta ou deficiência de cercas de proteção	-	-
A.8	Falta ou deficiência nas placas de aviso	-	-
B.1.1	Erosões	7°43'0.78"S	35°40'31.07"O
B.1.6	Árvores e arbustos	7°43'0.73"S	35°40'31.30"O
B.1.7	Erosão nos encontros das ombreiras	7°43'0.23"S	35°40'33.83"O
B.2.3	Falta de revestimento	7°43'0.72"S	35°40'32.32"O
B.2.6	Árvores e arbustos	7°43'0.52"S	35°40'33.09"O
B.2.8	Defeitos no meio-fio	7°43'0.84"S	35°40'31.12"O
B.3.1	Erosões	7°43'1.72"S	35°40'32.50"O
B.3.7	Árvores e arbustos	7°43'1.10"S	35°40'32.95"O
B.4.5	Árvores/arbustos na faixa de 10m do pé da barragem	7°43'1.87"S	35°40'33.42"O
C.1.1	Árvores e arbustos	7°43'0.64"S	35°40'34.20"O
C.1.2	Obstrução ou entulhos	7°43'0.30"S	35°40'34.11"O
C.1.6	Erosão na área à jusante (erosão regressiva)	7°43'1.20"S	35°40'34.43"O
D.1	Réguas danificadas ou faltando	7°43'0.34"S	35°40'32.60"O
D.3	Poluição por esgoto, lixo, entulho, pesticidas etc.	7°43'0.20"S	35°40'33.68"O
D.5	Erosões	7°42'59.12"S	35°40'33.50"O

Fonte: Autor (2025)

Os problemas identificados nas patologias A.5 (Falta de energia elétrica), A.6 (Falta de sistema de comunicação eficiente), A.7 (Falta ou deficiência de cercas de proteção) e A.8 (Falta

ou deficiência nas placas de aviso) não possuem uma localização georreferenciada específica. Isso ocorre porque essas situações não estão restritas a um ponto isolado dentro da área da barragem, mas representam questões de caráter geral que afetam toda a infraestrutura ou áreas amplas.

3.3 Distribuição das patologias na composição da barragem

A seguir, apresentam-se os resultados obtidos em cada uma dessas áreas, acompanhados por registros fotográficos que ilustram as principais anomalias identificadas.

3.3.1 Infraestrutura operacional (A)

O acesso de veículos à barragem foi identificado como limitado, com dificuldades atribuídas ao estado das vias. Durante a inspeção, constatou-se a presença de erosões ao longo do percurso e a falta de manutenção recente, o que impacta a circulação, especialmente em períodos de chuva. A Figura 8 apresenta um registro visual das condições do acesso. Além disso, foi observada a ausência de fornecimento de energia elétrica na área da barragem, o que interfere no funcionamento de sistemas que dependem dessa infraestrutura, como equipamentos de monitoramento automatizados e iluminação.

Figura 8 – Patologia A.4 – Precariedade de acesso de veículos



Fonte: Autor (2025)

Outro ponto crítico foi a inexistência de um sistema de comunicação eficiente, comprometendo a coordenação entre equipes que podem atuar no local e dificultando a

realização de atividades operacionais. A inspeção também revelou a falta das cercas de proteção em toda a barragem, permitindo o acesso irrestrito de pessoas e animais à área. Por fim, registrou-se a ausência das placas de aviso, com placas inexistentes impactando a identificação de orientações e restrições no entorno da barragem.

3.3.2 Talude de montante (B.1)

A erosão no talude de montante foi observada em um ponto específico da barragem, onde o desgaste do solo devido à ação da água se torna evidente. Essa erosão apresenta sinais de enfraquecimento na estrutura do talude, afetando sua estabilidade. A Figura 9-A ilustra o local exato onde essa erosão foi identificada.

A erosão é amplamente reconhecida como um dos principais fatores de rompimento de barragens de terra, devido à sua capacidade de comprometer a integridade estrutural ao longo do tempo (Santos e Caldeira, 2008). Esse processo pode ser agravado pela ausência de medidas de controle e manutenção periódica.

A presença de vegetação, composta principalmente por pequenos arbustos, foi constatada ao longo de uma seção do talude de montante. Embora não excessiva, essa vegetação pode contribuir para o agravamento de problemas, após mortas, ocorre uma redução da resistência do solo devido a iniciação do processo de degeneração (Lemes, 2001). A Figura 9-B apresenta a vegetação observada no local.

A erosão nos encontros das ombreiras, que é um ponto crítico na barragem, também foi identificada. Este tipo de erosão pode afetar a integridade da barragem, principalmente em locais de transição entre diferentes estruturas. A Figura 9-C ilustra o ponto de erosão nas ombreiras.

Figura 9 – Patologias observadas no talude de montante



Fonte: Autor (2025)

3.3.3 Coroamento (B.2)

A inspeção do coroamento da barragem revelou a ausência generalizada de revestimento em toda a sua extensão. Essa condição expõe diretamente a estrutura à ação das intempéries, deixando-a suscetível a desgaste e à degradação progressiva. A Figura 10-A ilustra o estado atual do coroamento sem revestimento.

Além disso, foram identificados arbustos e pequenas árvores em algumas seções do coroamento. Embora a vegetação, quando selecionada e manejada de forma adequada, possa ser benéfica para a estabilidade dos taludes, o tipo inadequado ou o manejo incorreto pode causar efeitos deletérios. Coelho e Pereira (2008) destacam que a utilização não criteriosa da vegetação pode intensificar os processos erosivos. A Figura 10-B apresenta um registro da vegetação localizada no coroamento.

Por fim, foi verificada a ausência do meio-fio em alguns trechos do coroamento. Essa condição afeta a delimitação física do coroamento e pode dificultar o controle e a organização do espaço, especialmente durante inspeções e intervenções operacionais. A Figura 10-C evidencia a situação observada nos trechos sem meio-fio.

Figura 10 – Patologias observadas no coroamento.



Fonte: Autor (2025)

3.3.4 Talude de jusante (B.3)

Foram identificadas erosões localizadas, concentradas em pontos específicos. Essas áreas apresentam perda de material superficial, o que pode comprometer a estabilidade do talude ao longo do tempo. A Figura 11-A apresenta um registro visual das erosões detectadas durante a inspeção.

Além disso, verificou-se a presença de arbustos e pequenas árvores em algumas partes do talude. Embora a vegetação identificada seja de porte reduzido, sua presença pode impactar a manutenção do talude e, em casos prolongados, contribuir para a instabilidade em áreas onde

as raízes possam afetar a coesão do solo. A Figura 11-B ilustra a vegetação observada no talude de jusante.

Figura 11 – Patologias observadas no talude de jusante.



Fonte: Autor (2025)

3.3.5 Região a jusante da barragem (B.4)

Na região a jusante, foi constatada a presença de arbustos e árvores na faixa de 10 metros a partir do pé da estrutura, sua proximidade à barragem pode dificultar o monitoramento e o acesso para manutenção regular. Essa vegetação está dispersa ao longo da área inspecionada, conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 – Patologias observadas na região a jusante da barragem.



Fonte: Autor (2025)

Adicionalmente, observa-se a presença de um curso d'água na região, correspondente ao escoamento proveniente do vertedouro. Esse fluxo é esperado dentro do funcionamento hidráulico da barragem e não representa, por si só, um fator de risco estrutural. No entanto, sua interação com o solo e a vegetação local deve ser monitorada para evitar processos erosivos que possam comprometer a estabilidade da estrutura a longo prazo.

Também foi identificada a presença de entulho no paramento de jusante, cobrindo uma área de aproximadamente 155 m². Apesar de não haver um item específico na Ficha para Inspeção Regular de Barragem de Terra da Agência Nacional de Águas para registrar essa ocorrência, sua presença deve ser considerada no monitoramento da barragem, uma vez que pode indicar práticas inadequadas de descarte de materiais na área da estrutura.

3.3.6 Canais de aproximação e restituição (C.1)

Nos canais de aproximação e restituição, foram identificados três problemas principais durante a inspeção. A presença de árvores e arbustos foi observada ao longo das margens dos canais, conforme destacado na Figura 13-A.

Além disso, foi constatada a existência de obstruções e entulhos, localizados em um ponto específico do canal (Figura 13-B). Esses materiais acumulados interferem diretamente no escoamento, podendo gerar áreas de retenção ou sobrecarga em determinados trechos.

Por fim, identificou-se um processo de erosão regressiva na área à jusante, em uma região pontual dos canais (Figura 13-C). A erosão, embora localizada, representa um indicativo de vulnerabilidade estrutural que merece atenção para evitar o avanço do processo.

Figura 13 – Patologias observadas nos canais de aproximação e restituição.



Fonte: Autor (2025)

3.3.7 Reservatório (D)

No reservatório, a inspeção identificou três problemas principais. Foi constatada a ausência das réguas de medição que se situam normalmente nas proximidades do talude de montante, conforme registrado na Figura 14-A. Essa situação compromete a capacidade de monitorar o nível do reservatório com precisão, algo essencial para o acompanhamento regular das condições de segurança.

Foi também observada a presença de poluição por entulhos em um ponto da área do reservatório (Figura 14-B), comprometendo a qualidade da água e impactando negativamente a fauna e a flora locais.

Além disso, erosões foram identificadas em uma região específica do entorno do reservatório (Figura 14-C). Essas erosões podem alterar a topografia local e contribuir para o transporte de sedimentos ao reservatório, prejudicando sua capacidade de armazenamento.

Figura 14 – Patologias observadas nos canais de aproximação e restituição.



Fonte: Autor (2025)

3.4 Nível de Perigo Global da Barragem (NPGB)

A Barragem Vertentes do Heráclito foi classificada como nível 2 – Alerta no Sistema de Classificação de Risco do Cadastro Nacional de Barragens (NPGB). Essa classificação é atribuída quando são identificados indícios de situações que podem afetar a segurança da barragem, mas que ainda não configuram risco iminente de falha. No caso específico da barragem em questão, o nível de alerta reflete a necessidade de monitoramento constante das condições estruturais, com ênfase na identificação precoce de possíveis patologias ou anomalias que possam evoluir para problemas mais graves. A manutenção de uma vigilância regular e a realização de inspeções periódicas são fundamentais para garantir que a barragem não entre em uma condição de risco mais elevado, sendo este o foco principal para ações corretivas e preventivas a curto prazo.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo investigar e aplicar o levantamento aerofotogramétrico utilizando imagens capturadas por um VANT na inspeção de barragens de terra. A partir das imagens aéreas obtidas, foi possível gerar e analisar o ortomosaico, identificando anomalias de acordo com a Ficha para Inspeção Regular de Barragem de Terra da Agência Nacional de Águas. O uso de drones para a coleta de dados apresentou vantagens significativas em relação ao levantamento convencional de campo, possibilitando a captura de um maior número de imagens em um menor período de tempo e garantindo o mapeamento completo da superfície da barragem.

Os resultados da análise do ortomosaico indicaram que 54,9% das patologias descritas na ficha de inspeção não eram aplicáveis à barragem analisada, o que destaca a necessidade de revisão e atualização dos critérios de avaliação de acordo com as características de cada barragem. Das 47 patologias inspecionadas, 20 apresentaram anomalias, com magnitudes variando entre insignificante e grande. A distribuição georreferenciada das patologias permitiu uma visualização clara das áreas mais críticas, facilitando a priorização das intervenções. Além disso, o levantamento permitiu a identificação de anomalias, como uma grande área de entulho, que não estavam previstas na ficha de inspeção. Embora essa anomalia pudesse ser identificada tanto por meio do levantamento aerofotogramétrico quanto pelos métodos convencionais, a utilização do VANT proporcionou um mapeamento mais detalhado e eficiente da área, com maior facilidade para documentar e calcular a extensão do problema.

As anomalias operacionais, como a falta de energia elétrica e de cercas de proteção, foram identificadas com facilidade, comprovando a eficácia do ortomosaico na detecção de problemas infraestruturais e operacionais. A utilização dessa tecnologia, portanto, não apenas contribui para a manutenção preventiva, mas também fortalece o processo de monitoramento contínuo, permitindo o registro de uma série histórica das inspeções e possibilitando a avaliação da evolução das patologias ao longo do tempo.

Embora o levantamento realizado tenha identificado um número limitado de anomalias, recomenda-se que futuros estudos apliquem o método em barragens com uma maior quantidade de estruturas associadas, o que ampliaria o número de itens passíveis de inspeção em relação à ficha e permitiria uma análise mais abrangente da eficácia da tecnologia. Além disso, é importante realizar a comparação entre o levantamento aerofotogramétrico e a inspeção visual convencional, especialmente no que diz respeito à detecção de anomalias de pequena escala, como rachaduras e formigueiros, para validar a capacidade do método em detectar essas

patologias e avaliar a sua vantagem sobre os métodos tradicionais.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, diversas abordagens podem ser exploradas em pesquisas futuras para aprimorar a aplicação da aerofotogrametria na inspeção de barragens. Uma possibilidade consiste na implementação da metodologia em barragens com diferentes características estruturais e geotécnicas, a fim de avaliar sua adaptabilidade a distintos contextos. Além disso, a incorporação de algoritmos de aprendizado de máquina e inteligência artificial pode contribuir para a detecção e classificação automatizada de patologias a partir dos ortomosaicos, aumentando a eficiência e a precisão do processo de inspeção.

A integração dos dados obtidos por veículos aéreos não tripulados (VANTs) com outras fontes de monitoramento, como sensores remotos, informações geotécnicas e instrumentação estrutural, também se apresenta como uma alternativa promissora, possibilitando a criação de modelos integrados de análise e monitoramento preventivo. Adicionalmente, recomenda-se a realização de estudos voltados ao desenvolvimento de uma ficha de inspeção específica para levantamentos aerofotogramétricos, de modo a estabelecer critérios padronizados para a avaliação de anomalias identificadas por meio de ortomosaicos.

Por fim, aprimoramentos em ferramentas analíticas e métodos de visualização dos dados podem facilitar a interpretação dos resultados e fortalecer a tomada de decisão no monitoramento e manutenção de barragens, promovendo maior segurança e eficiência operacional.

5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Resolução ANA nº 236, de 30 de janeiro de 2017**, 30 jan. 2017. Disponível em: <https://participacao-social.ana.gov.br/api/files/Resolucao_236_para_consulta_publica-1635356466005.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2024

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Relatório de Segurança de Barragens 2023**. Brasília, DF: ANA, 2024. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/documentos-e-capacitacoes/rsb>. Acesso em: 3 abr. 2025.

AMERICAN SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING. **Photogrammetric Mapping Standards. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, v. 45, n. 12, p. 1637-1640, 1979. Disponível em: https://www.asprs.org/wp-content/uploads/pers/1979journal/dec/1979_dec_1637-1640.pdf. Acesso em: 27 mar. 2025

BRASIL, Guilherme Gomes. **Monitoramento ambiental com a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT's)**. 2012. [manuscrito]. Curitiba, 2012.

COELHO, D. M.; PEREIRA, M. G. **Influência do uso e manejo da vegetação nos processos erosivos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 3, p. 221-226, 2008.

DAMBROSKI, Almir Aurélio; DALMOLIN, Luiz Cláudio; MODRO, Nilson Ribeiro; RODRIGUES, Glauco Oliveira. **Estudo comparativo de ferramentas de software para processamento de dados georreferenciados obtidos a partir de VANTs**. *Revista Prociências para el Procesamiento de Datos Georreferenciados Obtenidos a Partir de VANTs*, v. 4, n. 1, p. 1-10, jun. 2021.

DE MELLO, F. M. **A História das Barragens no Brasil Séculos XIX, XX, XXI**. 2011.

FREITAS C, BARCELLOS C, ASMUS C, SILVA M, XAVIER D. **Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva**. Cad. Saúde Pública. 2019; 35(5):e00052519.

LEI 12.334. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm>. Acesso em: 29 fev. 2024.

LEI 14.066. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114066.htm>. Acesso em: 16 abr. 2025.

LEMES, Marta Regina Tocchetto. **Lemes, M. R. T. (2001). Revisão dos efeitos da vegetação em taludes. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Lemes, M. R. T. (2001). Revisão dos efeitos da vegetação em taludes. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

LENZI, C. **A importância das hidrelétricas para o Brasil em tempos de mudanças climáticas**. 2024. Disponível em: <<https://abragel.org.br/artigos-abragel/a-importancia-das-hidreletricas-para-o-brasil-em-tempos-de-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 3 abr. 2025.

OLIVEIRA, Nathalia Capellini Carvalho de. **A grande aceleração e a construção de barragens hidrelétricas no Brasil**. Revista Brasileira de História, São Paulo, v. 38, n. 75, p. 315-346, maio/ago. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/vh/a/ChCpxyx8Xg6w74xRTmNBRvJ/>. Acesso em: 27 mar. 2025.

RAMOS, Sara Raquel Chantre. **Inspeção visual assistida de paramentos de barragens de betão**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Geográfica) – Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia, Lisboa, 2015.

SANTOS, R.; CALDEIRA, L. **Processos de erosão interna em barragens de aterro e suas fundações**. 2008.

SILVA, E. L. E.; SILVA, M. A. DA. **Segurança de barragens e os riscos potenciais à saúde pública**. *Saúde em Debate*, v. 44, n. spe2, p. 242–261, 2020.

SILVA, Hugo Noleto. **Usina hidrelétrica de Estreito: Zona de autossalvamento e as narrativas de moradores frente à segurança da barragem**. 2024. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2024. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.237>.

SOPCHAKI, C. H; PAZ, O. L. DE S. DA; GRAÇA, N. L. S. DE S.; SAMPAIO, T. V. M. **Verificação da qualidade de ortomosaicos produzidos a partir de imagens obtidas com aeronave remotamente pilotada sem o uso de pontos de apoio**. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, v. 43, p. 200, 2018.

TCU. Tribunal de Contas da União. **TCU alerta que falhas na segurança de barragens podem causar nova tragédia**. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/tcu-alerta-que-falhas-na-seguranca-de-barragens-podem-causar-nova-tragedia>. Acesso em: 27 mar. 2025.

VOLUME VIII. **Guia Prático de Pequenas Barragens**. Disponível em: https://www.snisb.gov.br/Entenda_Mais/volume-viii-guia-pratico-de-pequenas-barragens. Acesso em: 29 fev. 2024.

WOLF, P. R.; DEWITT, B. A.; WILKINSON, B. E. **Elements of photogrammetry with application in GIS**. New York: Mcgraw-Hill Education, Cop, 2014.

APÊNDICE A – FICHA PARA INSPEÇÃO REGULAR DE BARRAGEM DE TERRA

DADOS GERAIS - CONDIÇÃO ATUAL		
1 – Nome da Barragem: Vertente do Heráclito		
2 - Coordenadas:	7°43'00,2" S	35°40'32,0" O Datum: WGS84
3 – Município/Estado: Orobó / PE		
4 - Vistoriado Por:	Assinatura:	
5 - Cargo:		
6 - Data da Vistoria:	/ /	Vistoria N.º: /
7 - Cota atual do nível d'água: 511m		
8 – Bacia: Capibaribe	Curso d'água barrado: Riachos Orondongo/ Bengala	
9 – Empreendedor: DNOCS		
10 – Nível de Perigo Global da Barragem (NPGB): 2 - Alerta		

Legenda:

SITUAÇÃO:	MAGNITUDE:	NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA (NPA)
NA – Este item Não é Aplicável	I - Insignificante	0 - Nenhum
NE – Anomalia Não Existente	P - Pequena	1- Atenção
PV – Anomalia constatada pela Primeira Vez	M - Média	2- Alerta
DS – Anomalia Desapareceu	G- Grande	3- Emergência
DI – Anomalia Diminuiu		
PC – Anomalia Permaneceu Constante		
AU – Anomalia Aumentou		
NI – Este item Não foi Inspeccionado (Justificar)		

SITUAÇÃO:

NA – Este item Não é Aplicável: O item examinado não é pertinente à barragem que esteja sendo inspecionada.

NE – Anomalia Não Existente: Quando não existe nenhuma anomalia em relação ao item que esteja sendo examinado.

PV – Anomalia constatada pela Primeira Vez: Quando da visita à barragem, aquela anomalia for constatada pela primeira vez, não havendo indicação de sua ocorrência nas inspeções anteriores.

DS – Anomalia Desapareceu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia verificada na inspeção anterior não mais esteja ocorrendo.

DI – Anomalia Diminuiu: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com menor intensidade ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

PC – Anomalia Permaneceu Constante: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com igual intensidade ou a mesma dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, conforme pode ser verificado pela inspeção ou informado pela pessoa responsável pela barragem.

AU – Anomalia Aumentou: Quando em uma inspeção, uma determinada anomalia apresente-se com maior intensidade, ou dimensão, em relação ao constatado na inspeção anterior, capaz de ser percebida pela inspeção ou informada pela pessoa responsável pela barragem.

NI – Este item Não foi Inspeccionado: Quando um determinado aspecto da barragem deveria ser examinado e por motivos alheios à pessoa que esteja inspecionando a barragem, a inspeção não foi realizada.

MAGNITUDE:

I - Insignificante: Anomalia de pequenas dimensões, sem aparente evolução;

P - Pequena: Anomalia de pequena dimensão, com evolução ao longo do tempo.

M - Média: Anomalia de média dimensão, sem aparente evolução.

G - Grande: Anomalia de média dimensão, com evidente evolução, ou anomalia de grande dimensão.

NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA - NPA:

0 - Normal: quando determinada anomalia não compromete a segurança da barragem;

1 - Atenção: quando determinada anomalia não compromete de imediato a segurança da barragem, mas, caso venha a progredir, pode comprometê-la, devendo ser controlada, monitorada ou reparada;

2 - Alerta: quando determinada anomalia compromete a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências imediatas para a sua eliminação;

3 - Emergência: quando determinada anomalia representa alta probabilidade de ruptura da barragem.

NÍVEL DE PERIGO GLOBAL DA BARRAGEM - NPGB:

0- Normal: quando o efeito conjugado das anomalias não compromete a segurança da barragem.

1- Atenção: quando o efeito conjugado das anomalias não compromete de imediato a segurança da barragem, mas caso venha a progredir, pode comprometê-la, devendo ser controlada, monitorada ou reparada.

2- Alerta: quando o efeito conjugado das anomalias compromete a segurança da barragem, devendo ser tomadas providências imediatas para eliminá-las.

3- Emergência: quando o efeito conjugado das anomalias representa alta probabilidade de ruptura da barragem.

O NPGB será no mínimo igual ao NPA de maior gravidade, devendo, no que couber, estar compatibilizado com o Nível de Resposta previsto no artigo 27 da Res ANA 236/2017.

A. INFRAESTRUTURA OPERACIONAL		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Falta de documentação sobre barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Falta de material para manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Falta de treinamento do pessoal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Precariedade de acesso de veículos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
5	Falta de energia elétrica	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Falta de sistema de comunicação eficiente	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
7	Falta ou deficiência de cercas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Falta ou deficiência nas placas de aviso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
9	Falta de acompanhamento da Gerência Regional	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
10	Falta de manuais de operação e manutenção dos equipamentos Hidromecânicos e elétricos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
B. BARRAGEM		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
B.1 TALUDE DE MONTANTE		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Rip-rap incompleto, destruído ou deslocado	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
7	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
8	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
10	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
Comentários:														
B.2 COROAMENTO		SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
2	Rachaduras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0

3	Falta de revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Falha no revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
7	Defeitos na drenagem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
8	Defeitos no meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
9	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
10	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
11	Desalinhamento do meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
12	Ameaça de trasbordamento da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0

Comentários:

B.3	TALUDE DE JUSANTE	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
3	Rachaduras/afundamento (laje de concreto)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Falha na proteção granular	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Falha na proteção vegetal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
6	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
7	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
8	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
9	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
10	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
11	Formigueiros, cupinzeiros ou tocas de animais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
12	Sinais de movimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
13	Sinais de fuga d'água ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
14	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-

Comentários: Presença de entulho.

B.4	REGIÃO A JUSANTE DA BARRAGEM	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Construções irregulares próximas ao leito do rio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
2	Fuga d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
3	Erosão nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
4	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
5	Árvores/arbustos na faixa de 10m do pé da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1

Comentários:

B.5	INSTRUMENTAÇÃO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Acesso precário aos instrumentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-

2	Piezômetros entupidos ou defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
3	Marcos de recalque defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
4	Medidores de vazão de percolação defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
5	Falta de instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
6	Falta de registro de leituras da instrumentação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
7	Deficiência no poço de alívio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
Comentários:															
C.	SANGRADOURO/VERTEDOIRO														
C.1	CANAIS DE APROXIMAÇÃO E RESTITUIÇÃO	SITUAÇÃO										MAGNITUDE			NP
1	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	2	
2	Obstrução ou entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1	
3	Desalinhamento dos taludes e muros laterais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0	
4	Erosões ou escorregamentos nos taludes	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0	
5	Erosão na base dos canais escavados	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
6	Erosão na área à jusante (erosão regressiva)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1	
7	Construções irregulares (aterro, casa, cerca)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0	
Comentários:															
C.2	ESTRUTURA FIXAÇÃO DA SOLEIRA	SITUAÇÃO										MAGNITUDE			NP
1	Rachaduras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
4	Descalçamento da estrutura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
5	Juntas danificadas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
6	Sinais de deslocamentos das estruturas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
Comentários:															
C.3	RÁPIDO/ BACIA AMORTECEDORA	SITUAÇÃO										MAGNITUDE			NP
1	Rachaduras ou trincas no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
2	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
3	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
4	Ocorrência de buracos na soleira	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
6	Presença de entulhos na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
7	Presença de vegetação na bacia	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	
8	Falha no enrocamento da proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-	

Comentários:														
C.4	MUROS LATERAIS	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Erosão na fundação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Erosão nos contatos dos muros	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
3	Rachaduras no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Ferragem do concreto exposta	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Deterioração da superfície do concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
C.5	COMPORTAS DO VERTEDOURO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Defeito das rodas (comporta vagão)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
D.	RESERVATÓRIO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Réguas danificadas ou faltando	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
2	Construções em áreas de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
3	Poluição por esgoto, lixo, entulho, pesticidas etc.	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
4	Indícios de má qualidade d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	1
6	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
7	Desmoronamento das margens	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
8	Existência de vegetação aquática excessiva	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
9	Desmatamentos na área de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
10	Presença de animais e peixes mortos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
11	Gado pastando	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	0
Comentários:														
E.	TORRE DA TOMADA D'ÁGUA													
E.1	ENTRADA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Obstrução e entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Tubulação danificada	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Registros defeituosos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-

5	Falta de grade de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Defeitos na grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
E.2	ACIONAMENTO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Hastes (travada no mancal, corrosão e empenamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Base dos mancais (corrosão, falta de chumbadores)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Falta de mancais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Corrosão nos mancais	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Falhas nos chumbadores, lubrificação e pintura do pedestal	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Falta de indicador de abertura	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
7	Falta de Volante	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
E.3	COMPORTAS	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Estrutura (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Defeito das vedações (vazamento)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Defeito das rodas (comporta vagão)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Defeitos nos rolamentos ou buchas e retentores	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
E.4	ESTRUTURA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Ferragem exposta da torre	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Falta de guarda corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Deterioração do guarda corpo na escada de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Ferragem exposta na plataforma (passadiço)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Falta de guarda corpo no passadiço	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Deterioração do guarda corpo no passadiço	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
7	Deterioração do portão do abrigo de manobra	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
8	Deterioração do tubo de aeração e “by-pass”	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
9	Deterioração da instalação de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-

Comentários:														
F.	CAIXA DE MONTANTE (BOCA DE ENTRADA E “STOP-LOG”)	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Assoreamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Obstrução e entulhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Ferragem exposta na estrutura de concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Deterioração no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Falta de grade de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Defeitos na grade	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
7	Peças fixas (corrosão, amassamento da guia e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
8	Estrutura do “stop-log” (corrosão, amassamento e falha na pintura)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
9	Defeito no acionamento do “stop-log”	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
10	Defeito no ponto de içamento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
G.	GALERIA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Sinais de abrasão ou cavitação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Sinais de fadiga ou perda de resistência	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Defeitos nas juntas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Deformação do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Desalinhamento do conduto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
7	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
8	Precariedade de acesso	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
9	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
10	Surgências de água junto à galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
11	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
12	Presença de pedras e lixo dentro da galeria	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
13	Defeitos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
H.	ESTRUTURA DE SAÍDA	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
		NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
1	Corrosão e vazamentos na tubulação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Sinais de abrasão ou cavitação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Sinais de fadiga ou perda de resistência	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Ruídos estranhos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Defeitos nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Falta ou deficiência nas instruções de operação	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
7	Surgências de água no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
8	Precariedade de acesso (árvores e arbustos)	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-

9	Vazamento nos dispositivos de controle	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
10	Falta de manutenção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
11	Construções irregulares	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
12	Falta ou deficiência de drenagem da caixa de válvulas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
13	Presença de pedras e lixo dentro da caixa de válvulas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
14	Defeitos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
15	Defeitos na cerca de proteção	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
I.	MEDIDOR DE VAZÃO	SITUAÇÃO								MAGNITUDE				NP
1	Ausência da placa medidora de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
2	Corrosão da placa	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
3	Defeitos no concreto	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
4	Falta de escala de leitura de vazão	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
5	Assoreamento da câmara de medição	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
6	Erosão à jusante do medidor	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	-
Comentários:														
J. OUTROS PROBLEMAS EXISTENTES														
K. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES														

Observações importantes:

- 1) A Magnitude e o Nível de Perigo somente deverão ser preenchidos quando a situação do item for PV, DI, PC e AU.
- 2) Tratando-se da primeira inspeção de uma barragem, as situações escolhidas devem ser NA, NE, PV e NI. Quando o técnico basear-se em conhecimento próprio ou de terceiros para informar as situações DI, DS, PC ou AU, deve haver esclarecimento por meio do preenchimento do espaço reservado para comentários e como este conhecimento foi obtido

GILBERTO MATEUS DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE ANOMALIAS EM BARRAGEM DE TERRA A PARTIR DE
LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAFÉTRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo científico, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil, com defesa realizada por videoconferência.

Área de concentração: Barragens.

Aprovado em 15 de abril de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. M.Sc. Renato Mahon Macedo (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Shirley Minnell Ferreira De Oliveira (Avaliador)
Universidade Federal de Pernambuco

M.Sc. Laysa Cristina Arão Costa (Avaliadora)
Ministério das Cidades