ISSN Impresso: 1809-8320
ISSN Online: 2675-2638
http://integracao.unifip.edu.br/

Verificação das condições do corpo das barragens de terra da microrregião de Piancó-PB

Verification of the conditions of the body of earth dams in the Piancó-PB microregion

Manoel Junior Macedo de Freitas
Yuri Tomaz Neves
Luísa Eduarda Lucena de Medeiros
Pabllo da Silva Araujo

Resumo: As barragens de terra possuem papel fundamental para humanos e animais, sendo uma das suas finalidades, o de armazenar grandes volumes de água para períodos de estiagem. Além disso, facilitam o processo de abastecimento de água e o cotidiano da população, evitando problemas decorrentes da falta de água. Partindo dessa premissa, o objetivo do presente trabalho é analisar as condições físicas das barragens de terra que fornecem água aos municípios da microrregião do Piancó, no estado da Paraíba, a fim de elucidação dos níveis de conservação. Utilizou-se uma metodologia voltada para a aplicação da ficha regular de avaliação de barragens, disponibilizada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e concomitantemente ao seu uso, foi realizado um relatório fotográfico das estruturas que compõem o corpo da barragem. Dos resultados obtidos observou-se que, a maior parte dos reservatórios observados possui algum tipo de problema que pode ser solucionado visando a conservação da estrutura e prevenção de possíveis incidentes. Embora não apresentem estados críticos, se faz necessário manutenções periódicas em suas estruturas. Com maior observação, destaca-se como prioridade, a manutenção do reservatório de Queimadas, no município de Santana dos Garrotes-PB, uma vez que, sua estrutura apresenta um número considerável de problemas que podem levar ao comprometimento da sua estrutura, se forem negligenciados os reparos. Com base nas informações apresentadas, pode-se concluir que, a situação das barragens requer atenção e ação por parte das autoridades compententes.
Palavras-chave: Inspeção de reservatórios; Impactos ambientais; Abastecimento de água.

Abstract: Dams play a fundamental role for humans and animals, one of their purposes being to store large volumes of water for dry periods. Furthermore, they facilitate the water supply process and the daily lives of the population, avoiding problems arising from a lack of water. Based on this premise, the objective of this work is to analyze the physical conditions of earthen dams that supply water to municipalities in the Piancó microregion, in the state of Paraíba, in order to elucidate conservation levels. A methodology was used aimed at applying the regular dam assessment form, made available by the National Water and Basic Sanitation Agency (ANA), and concomitantly with its use, a photographic report was carried out on the structures that make up the body of the dam. From the results obtained, it was observed that most of the reservoirs observed have some type of problem that can be solved with a view to conserving the structure and preventing possible incidents. Although they do not present critical states, periodic maintenance is necessary on their structures. With greater observation, the maintenance of the Queimadas reservoir, in the municipality of Santana dos Garrotes-PB, stands out as a priority, since its structure presents a considerable number of problems that can lead to the compromise of its structure, if they are neglected. the repairs. Based on the information presented, it can be concluded that the situation of the dams requires attention and action from the competent authorities.

Keywords: Reservoir inspection; Environmental impacts; Water supply.
DOI 10.61223/integr@cao.v5i1.66

Discente, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba.
E-mail: manoeljunior.m.freitas@gmail.com;
Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
Docente, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba, Brasil. LATTES: tp://lattes.cnpq.br /0482237454710012 ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0844-2877 *E-mail*: yurineves@fiponline.edu.br;
Doutora em Engenharia de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, Brasil.Docente, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba, Brasil.LATTES: http://lattes.cnpq.br/7932530323230086 *E-mail*: luisamederios@fiponline.edu.br;
Doutor em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, Brasil.Docente, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba, Brasil.LATTES: http://lattes. cnpq .br/9909741140351243 ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5251-2484 *E-mail*: pabllоaraujo@fiponline.edu.br

INTRODUÇÃO

O rompimento de barragens constitui uma preocupação para diferentes áreas da engenharia civil e da sociedade, sendo necessário atentar-se para os principais aspectos que podem gerar rupturas da sua estrutura como, a falta de monitoramento periódico, falta de controle rígido no decorrer da construção/operação e deficiência do sistema de drenagem (Mariano; Silva, 2022). Segundo dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2022), o Brasil conta com cerca de 22.654 barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), das quais 56% são barragens de terra.

Segundo Shaene (2019), as barragens podem ser apresentadas como o tipo de obra com maior impacto para o meio ambiente, uma vez que gera modificações no regime dos rios, nos níveis freáticos, nas paisagens. Além disso, uma vez iniciada a sua construção, uma grande área terá que ser desocupada, com desmatamento, retirada de animais de seus habitats naturais, escavações, possível desapropriação de moradores, inundação de terras, entre outros impactos negativos. Para Silva *et al.* (2006), a construção de barragens gera rupturas ecológicas que acabam impactando negativamente o meio ambiente. De acordo com Silva e Silva (2020), quanto ao seu colapso, "pode causar danos ao ambiente e à propriedade, provocando diversos impactos, diretos e indiretos, que podem perdurar por longo tempo", fala-se de uma estrutura de extrema necessidade para a vida humana, porém possuindo riscos que devem ser ponderados.

Diferentes ações são tomadas quando ocorrem acidentes relacionados ao rompimento de barragens, porém a grande maioria poderia ser evitada se houvesse um plano de gerenciamento prévio, bem como ações para conservação que evitassem possíveis rompimentos (Neiva *et al.*, 2022).

Tomando como premissa os riscos, considera-se que a conservação das barragens de terra deve ser corretamente acompanhada, a fim de evitar possíveis rompimentos que venham a causar danos a uma determinada região, ocasionando não somente a perda de bens materiais, mas também de vidas.

Alguns rompimentos podem ser citados como, o da barragem de Camará, situada no município de Alagoa Grande-PB. Inaugurada no ano de 2002, a barragem se rompeu na noite do dia 17 de junho de 2004, com apenas dois anos de utilização, atribuiu-se o ocorrido a falhas em sua construção (Neto et al, 2017). Em seu rompimento, foram liberados cerca de 17 milhões de metros cúbicos de água, deixando cinco mortos e mais de três mil pessoas desabrigadas, impactando também nos municípios de Areia-PB, Alagoa Nova-PB e Mulungu-PB (Lima, 2014). Com menores proporções, mas também causando problemas, a barragem do sítio Oiti, no município de Lagoa Seca-PB, se rompeu no ano de 2022. Embora a barragem seja considerada de médio porte, seu rompimento provocou transtornos, uma vez que, mesmo não havendo vítimas, houve a invasão de casas e diversos animais foram arrastados acarretando muitos transtornos.

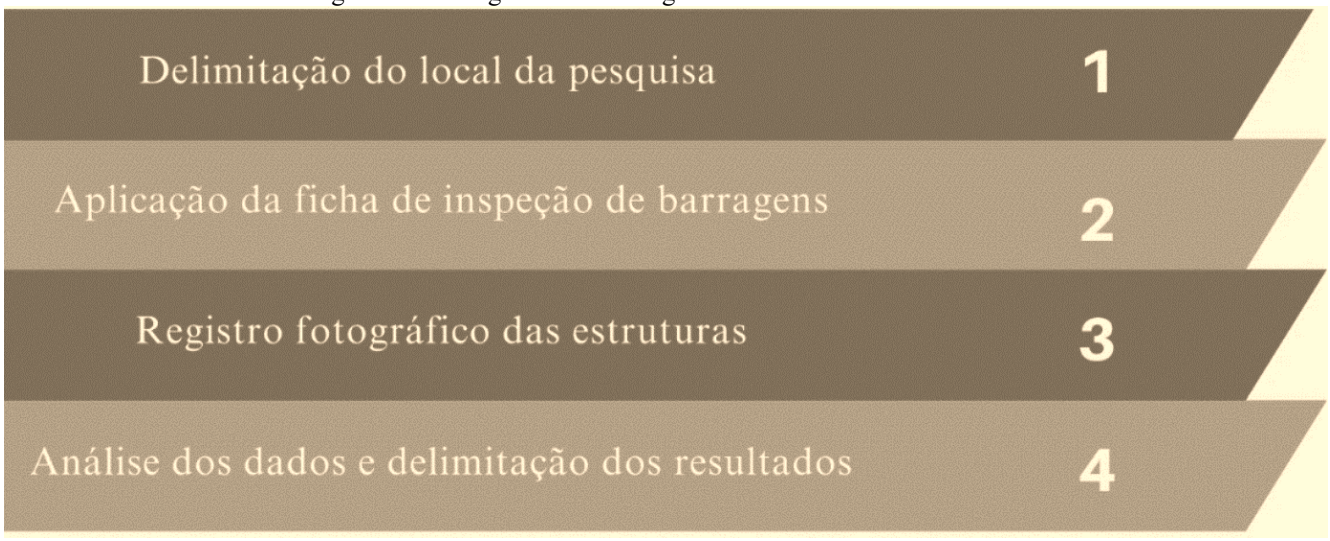
A ANA elenca diferentes pontos que devem ser observados a fim de prevenir problemas em barragens, a partir da utilização da Ficha para Inspeção Regular de Barragem de Terra (ANA, 2020). Essa ficha surge como uma importante ferramenta no monitoramento das barragens, uma vez que, fornece um roteiro estruturado que abrange aspectos de segurança, técnicos e operacionais. São delimitados os seguintes pontos que devem ser observados: infraestrutura operacional, barragem, sangradouro/vertedouro, reservatório, torre de tomada d'água, caixa de montante, galeria, estrutura de saída e medidor de vazão. Além disso, análises da situação, magnitude e nível de perigo das anomalias, são verificadas.

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi analisar as condições físicas de barragens de terra que fornecem água a municípios pertencentes à microrregião do Piancó-PB, a fim de elucidar seu nível de conservação.

METODOLOGIA

O percurso de execução desse estudo está descrito conforme apresentado na Figura 1, a qual exemplifica as etapas realizadas.

Figura 1 – Fluxograma metodológico



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A pesquisa foi aplicada na microrregião de Piancó, no estado da Paraíba, sendo constituída por 9 municípios: Piancó-PB, Emas-PB, Santana dos Garrotes-PB, Olho D'Água-PB, Nova Olinda-PB, Aguiar-PB, Igaracy-PB, Coremas-PB e Catingueira-PB. A microrregião possui uma área total de 3.285,75 km² e uma população de 67.693 habitantes (IBGE, 2022).

A região possui 10 reservatórios, sendo eles: Emas (Emas-PB), Queimadas (Santana dos Garrotes-PB), Jenipapeiro ou Buiú (Olho D'Água-PB)), Saco (Nova Olinda-PB), Frutuoso II e Lancha I (Aguiar-PB), Cochos (Igaracy-PB), Coremas e Mãe D'Água (Coremas-PB) e Cachoeira dos Cegos (Catingueira-PB) (AESA, 2024). O Quadro 1, apresenta informações acerca da localidade, capacidade e tipo de cada um dos reservatórios.

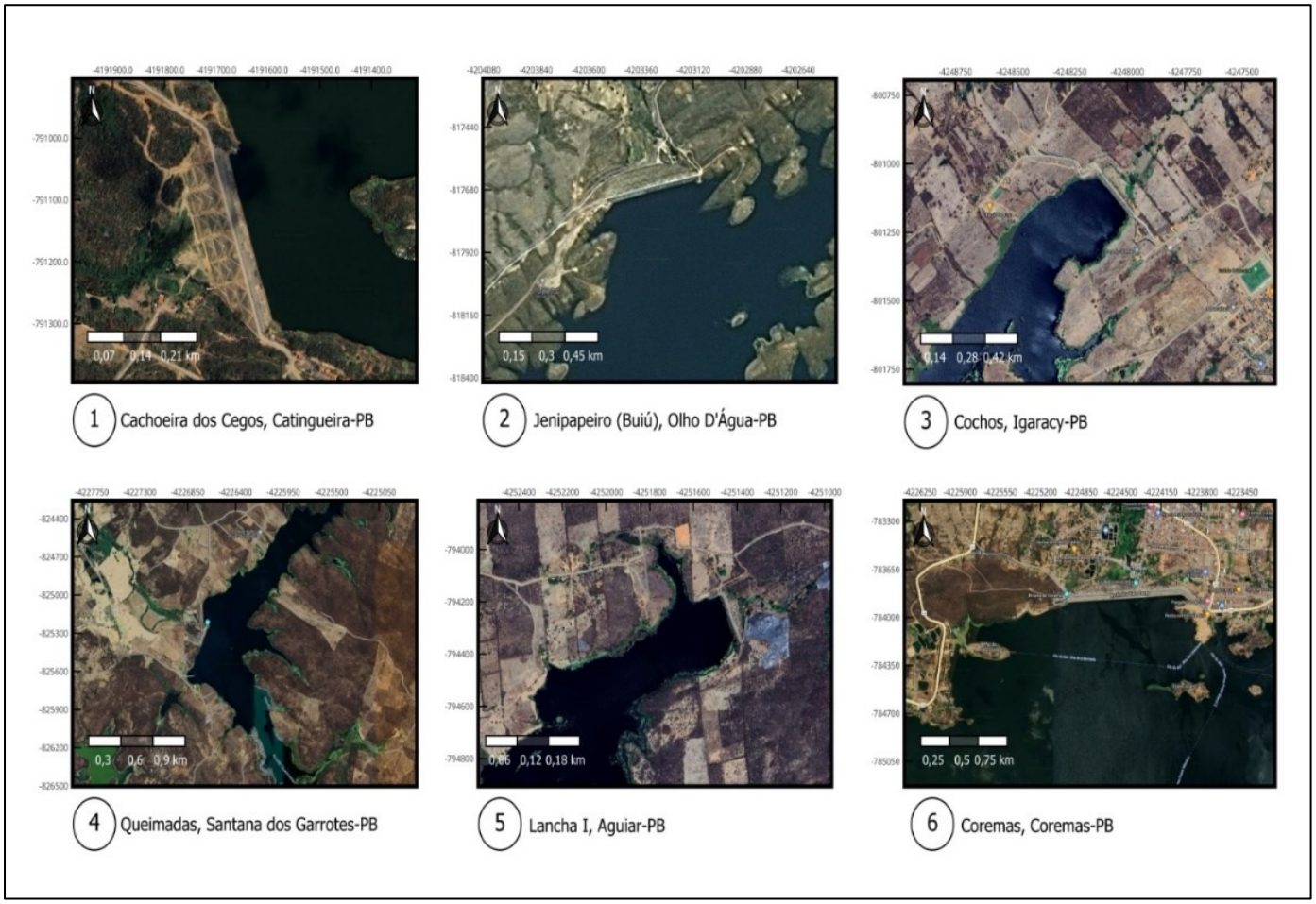
Quadro 1 – Reservatórios da microrregião de Piancó-PB

Nome do reservatório	Município	Capacidade do reservatório (m³)	Tipo do reservatório
Emas	Emas-PB	2.013.750	Terra (Homogênea)
Queimadas	Santana dos Garrotes-PB	15.625.338	Terra (Homogênea)
Jenipapeiro (Buiú)	Olho D'Água-PB	70.757.250	Terra (Homogênea)
Saco	Nova Olinda-PB	97.488.089	Concreto
Frutuoso II	Aguiar-PB	3.517.220	Terra (Homogênea)
Lancha I	Aguiar-PB	5.765.800	Terra (Homogênea)
Cochos	Igaracy-PB	4.199.773	Terra (Homogênea)
Coremas	Coremas-PB	744.144.694	Terra (Homogênea)
Mãe D'Água	Coremas-PB	545.017.499	Concreto ciclópico
Cachoeira dos Cegos	Catingueira-PB	71.887.047	Terra (Homogênea)

Fonte: Adaptado de Brasil (2022).

A pesquisa foi voltada para a análise das barragens de terra e que fazem o abastecimento da população dos municípios da microrregião do Piancó-PB. Deste modo, os reservatórios que não cumpriam essa especificação, não foram de analisados. Assim, a pesquisa foi aplicada em 6 reservatórios (Figura 2), sendo eles localizados nos municípios de Santana dos Garrotes-PB (Queimadas), Olho D'Água-PB (Jenipapeiro - Buiú), Aguiar-PB (Lancha I), Igaracy-PB (Cochos), Coremas-PB (Coremas) e Catingueira-PB (Cachoeira dos Cegos).

Figura 2 – Localização das barragens microrregião de Piancó



O Quadro 2, apresenta as características de cada reservatório analisado neste estudo.

Quadro 2 – Características dos reservatórios da microrregião de Piancó

Nome do reservatório	Caracterização
Queimadas	Possui altura de 23m, com comprimento de 254m, possuindo capacidade para comportar 15.625.338m³ de água, atualmente opera com 59,08% de sua capacidade de armazenamento.
Jenipapeiro (Buiú)	Possui altura de 36m e comprimento de 468m, em seu volume máximo ele tem capacidade para 70.757.250 m³ de água, atualmente opera com 26,47% de sua capacidade total.
Lancha I	Comporta 5.765.800m³ de água, atualmente o reservatório opera com 98,44%
Cochos	Possui altura de 18m e comprimento de 242m, com capacidade total preenchida, ele é capaz de comportar 4.199.773m³ de água, atualmente ele opera com 99,11% de sua capacidade total (AESA, 2024).
Coremas	Possui altura de 47m e comprimento de 1550m, em seu nível máximo é capaz de armazenar certa de 744.144.694m³ de água, atualmente operando com 59,87% de sua capacidade.
Cachoeira dos Cegos	Possui altura de 25m e comprimento estimado em 390m, em capacidade máxima o reservatório comporta cerca de 71.887.047m³ de água, atualmente ele opera com 55% da sua capacidade total (AESA, 2024).

Fonte: Adaptado de AESA (2024).

Nos 6 reservatórios analisados, foi aplicada a Ficha da ANA a fim de analisar as condições das barragens de terra que fazem o abastecimento de água para a população dos municípios da microrregião do Piancó.

Devido a sua extensão e possuir elementos que não foram possíveis analisar nesse estudo, realizou-se uma adaptação à Ficha para aplicação apenas do Item B (Barragem), uma vez que, este é direcionado ao estudo do corpo da barragem de terra. Este item contempla as seguintes análises: (*i*) Talude de montante, (*ii*) Coroamento, (*iii*) Talude de jusante, e (*iv*) Região a jusante da barragem.

Concomitantemente à aplicação da Ficha, foram realizados registros fotográficos nas visitas às barragens para apontamentos e diagnósticos das condições de cada reservatório. Com base na aplicação da Ficha de inspeção, bem como da análise do relatório fotográfico, foi feita a análise dos dados de cada unidade, a fim de apresentação das condições de conservação.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A presente seção elucida os resultados obtidos após a execução da pesquisa, apresentando as características de todos os 6 reservatórios observados, além de trazer apontamentos sobre as suas condições.

a) Talude de Montante

Quanto as observações feitas nos taludes de montante, o Quadro 3 apresenta o registro das anomalias notadas durante a aplicação da Ficha.

Quadro 3 – Anomalias no talude de montante.

Reservatório	**Observações**
Queimadas	Presença de vegetação de pequeno e médio porte; canaletas de drenagem de águas pluviais danificadas.
Jenipapeiro (Buiú)	Árvores e arbustos em desenvolvimento no *rip-rap;* canaletas obstruídas por vegetação e solo.
Lancha I	Presença de vegetação; obstrução de canaletas por vegetação e solo.
Cochos	Presença de vegetação; obstrução de canaletas por vegetação e solo.
Coremas	Presença de vegetação.
Cachoeira dos Cegos	Presença de vegetação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Em todos os reservatórios analisados, observou-se uma predominância significativa de vegetação nesta região do maciço. Santos (2019) atribui a existência de vegetação nessas estruturas devido à falta de manutenção, sendo necessário investigar a densidade, natureza e tamanho da vegetação. Tal medida se faz necessária em virtude de a vegetação dificultar a identificação de pontos sensíveis, tais como buracos, animais e outras anomalias.

Referente a anomalia observada no *rip-rap* do reservatório Jenipapeiro/Buiú (Figura 3), no tocante ao crescimento de árvores e vegetação, o SNISB (2015) pondera que, as causas desse fenômeno são provenientes de sementes tragas pelo vento ou pela escorrência de água. Afere-se que, tal vegetação deve ser removida assim que possível, uma vez que, quanto mais profundas as raízes da árvore se firmarem, maiores serão as chances de danos ao aterro da barragem.

Figura 3 – Vegetação crescendo no *rip-rap* do reservatório Jenipapeiro/Buiú (Olho D'Água)

b) Coroamento

Quanto às observações feitas no coroamento dos reservatórios, o Quadro 4 apresenta o registro das anomalias notadas durante a aplicação da Ficha.

Quadro 4 – Anomalias observadas no coroamento

Reservatório	**Observações feitas**
Queimadas	Presença de árvores e arbustos.
Jenipapeiro (Buiú)	Presença de vegetação.
Lancha I	Presença de vegetação.
Cochos	Sem anomalias observáveis.
Coremas	Presença de vegetação.
Cachoeira dos Cegos	Sem anomalias observáveis.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Assim como no talude de montante, também se observou muita vegetação no coroamento da maioria dos reservatórios observados. Aplica-se o mesmo princípio, sendo necessário remoção de toda a vegetação, a fim de facilitar a observação de possíveis problemas que possam surgir, além de evitar riscos para com a estrutura da barragem.

Talude de Jusante

Acerca das observações feitas nos taludes de jusante, o Quadro 5 apresenta o registro das anomalias notadas durante a aplicação da Ficha.

Quadro 5 – Anomalias observadas no talude de jusante

Reservatório	Observações feitas
Queimadas	Erosões, afundamentos nas ombreiras, obstrução de canaletas e excesso de vegetação.
Jenipapeiro (Buiú)	Árvores e arbustos, obstrução de canaletas por vegetação.
Lancha I	Presença de vegetação e canaletas obstruídas.
Cochos	Presença de vegetação e canaletas obstruídas.
Coremas	Erosões, pequenos afundamentos na estrutura, canaletas danificadas e presença de vegetação.
Cachoeira dos Cegos	Presença de vegetação.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

O talude de jusante de todos os reservatórios observados também apresentava vegetação, se fazendo necessário a remoção, além de analisar, se suas raízes não impactarão na segurança da estrutura com a retirada dessa vegetação.

Quanto a observação de erosões no reservatório de Queimadas (Figura 4) e Coremas (Coremas-PB), tal fenômeno pode ser atribuído a água das chuvas, presença de ventos e constante movimentação de animais que acabam por carregar o material do talude da barragem, gerando calhas ou valas contínuas (Santos, 2020). Se faz necessário o fechamento desses trechos erodidos com solo, bem como, sendo feita nova compactação.

Discente, Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba.
E-mail: manoeljunior.m.freitas@gmail.com;
Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.
Docente, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba, Brasil. LATTES: tp://lattes.cnpq.br /0482237454710012 ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0844-2877 *E-mail*: yurineves@fiponline.edu.br;
Doutora em Engenharia de Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, Brasil.Docente, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba, Brasil.LATTES: http://lattes.cnpq.br/7932530323230086 *E-mail*: luisamederios@fiponline.edu.br;
Doutor em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, Brasil.Docente, Centro Universitário de Patos (UNIFIP), Patos, Paraíba, Brasil.LATTES: http://lattes. cnpq .br/9909741140351243 ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5251-2484 *E-mail*: pablloaraujo@fiponline.edu.br

Figura 4 – Erosão no talude de jusante do reservatório Queimadas (Santana dos Garrotes-PB)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

d) Região a Jusante da Barragem

Quanto as observações feitas na região a jusante da barragem, o Quadro 6 apresenta o registro das anomalias notadas durante a aplicação da Ficha.

Quadro 6 – Anomalias observadas na região a jusante

Reservatório	**Observações feitas**
Queimadas	Presença de vegetação nas proximidades do pé da barragem.
Jenipapeiro (Buiú)	Sem anomalias observáveis.
Lancha I	Presença de vegetação e construções irregulares nas proximidades do leito do rio.
Cochos	Presença de vegetação e construções irregulares nas proximidades do leito do rio.
Coremas	Presença de vegetação.
Cachoeira dos Cegos	Presença de vegetação e construções irregulares nas proximidades do leito do rio.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A região a jusante a barragem apresenta muita vegetação, ressaltando a recomendação para remoção a fim de facilitar futuras vistorias que venham a ser feitas no local.

Observou-se construções irregulares em diferentes reservatórios, podendo ser citado o do reservatório Cochos (Figura 5).

Figura 5 – Construções irregulares reservatório Cochos (Igaracy-PB)

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

É importante destacar que, construções no leito de cursos de água intermitente podem ocasionar riscos aos seus usuários. Deste modo, é importante considerar a necessidade de retirada ou desocupação dessa estrutura, pois, em caso de ruptura, a construção seria completamente destruída pela força das águas.

CONCLUSÕES

A partir do que foi apresentado, é possível inferir que, o talude de montante de todas as barragens apresenta vegetação em excesso, o que requer cuidados, visando sua remoção. Sabe-se que, essa vegetação pode prejudicar a estrutura, em especial no que diz respeito a presença de raízes que podem danificar o aterro das barragens.

O talude de jusante dos reservatórios apresenta bom estado de conservação. As exceções que se fazem são referentes aos reservatórios Queimadas e Coremas, nos quais puderam ser observados erosões que necessitam de um trabalho específico para saná-los. Essa situação demanda maior atenção, em virtude de ter potencial para gerar uma ampliação da anomalia na estrutura.

Na região a jusante das barragens, observou que, a quantidade de construções irregulares feitas nessa área, sendo necessário um plano para realocação dos moradores dessas construções irregulares para zonas seguras.

Dentre os reservatórios observados, Queimadas (Santana dos Garrotes-PB) é o que necessita de maior cuidado, uma vez que, possui uma quantidade significativa de problemas podendo representar riscos para a estrutura.

Assim, espera-se que, as conclusões obtidas nesse trabalho sirvam como alerta para as autoridades a fim de que providências sejam tomadas para a manutenção dos reservatórios que fazem o abastecimento dos municípios microrregião de Piancó-PB.

REFERÊNCIAS

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DA PARAÍBA. SIGRH - **Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos**. Disponível em: <http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-sig/>. Acesso em: 28 de maio de 2024.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Modelo ANA - Ficha de inspeção de segurança regular de barragem de terra**. Brasília: ANA, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Relatório de segurança de barragens** 2021 / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. – Brasília: ANA, 2022.

BRASIL, Caderno de caracterização: estado da Paraíba / organizadores, Renan Loureiro Xavier Nascimento ... [et al.]. – Brasília, DF: Codevasf, 2022. 129 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

LIMA, Wagner. **População ainda sofre uma década após tragédia de Camará, na Paraíba**. G1 Paraíba, 2014. Disponível em: <https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2014/06/populacao-ainda-sofre-uma-decada-apos-tragedia-de-camara-na-paraiba.html>. Acesso em: 05 out. 2023.

MARIANO, Daniele Cristina Lopes; SILVA, Juliana Braga. Barragens de terra: características de seus alteamentos. Research, **Society and Development**, v. 11, n. 11, p. e277111133469-e277111133469, 2022.

NEIVA, Augusto Carneiro; ARAUJO, Anelise Avelar De; CHULA, Carlos Eduardo Ribeiro; RUAS, Matheus Dias. SEGURANÇA DE BARRAGENS NO TERRITÓRIO BRASILEIRO: perspectivas regulamentares visando a segurança e evitando tragédias. **Revista Científica Online** ISSN 1980-6957 v14, n7, 2022.

NETO, Belarmino Mariano; DA SILVA, Ginaldo Ribeiro; CAVALCANTE, Márcio Balbino; DA SILVA, Maria Aparecida Pereira. A Barragem Camará sob os impactos da destruição e reconstrução: um estudo espaço-tempo entre 2004/2014. **Revista de Geografia**, [S. l.], v. 34, n. 2, 2017.

SANTOS, Wesley Artur Mariz. Estudo das condições degais da Barragem de Itans no município de Caicó/RN/ Wesley Artur Mariz Santos. - 2019. 58 f. : il.

SANTOS, Douglas Rodrigues dos. Estudo das condições gerais da barragem Armando Ribeiro Gonçalves. 2020.

SNISB – SERVIÇOS ANALÍTICOS E CONSULTIVOS EM SEGURANÇA DE BARRAGENS. **MANUAL DE SEGURANÇA DE PEQUENAS BARRAGENS** BARRAGENS PARTE I - REVISÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE SEGURANÇA DE BARRAGENS DE PEQUENA DIMENSÃO PARTE II – MANUAL. Brasília, 2015.

SHAENE, Keroly et al. GEOLOGIA APLICADA A BARRAGENS. **Pesquisa e Ação.** V5 N2: Junho de 2019.

SILVA, Eliane Lima e; SILVA, Mariano Andrade da. Segurança de barragens e os riscos potenciais à saúde pública. **Saúde Debate** | Rio de Janeiro, V. 44, N. Especial 2, p. 242-261, julho 2020.

SILVA, Marina Medeiros de Araújo; MEDEIROS, Maria Jaislanny Lacerda e; SILVA, Pollyana Karla da; SILVA, Mônica Maria Pereira da. Impactos Ambientais causados em decorrência do rompimento da Barragem Camará no município de Alagoa Grande, PB. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, vol. 6, núm. 1, primer semestre, 2006, pp. 20-34. Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, Brasil.
since 1980. **Wasser, Energie**, Luft, 89: 55-72.

ANEXO

ANEXO A - FICHA PARA INSPEÇÃO REGULAR DE BARRAGEM DE TERRA

FICHA PARA INSPEÇÃO REGULAR DE BARRAGEM DE TERRA

DADOS GERAIS - CONDIÇÃO ATUAL	
1 – Nome da Barragem:	
2 - Coordenadas: __°__'__" S	__°__'__" O Datum:
3 – Município/Estado:	
4 - Vistoriado Por:	Assinatura:
5 - Cargo:	
6 - Data da Vistoria: / /	Vistoria N.º: /
7 - Cota atual do nível d'água:	
8 – Bacia:	Curso d'água barrado:
9 – Empreendedor:	
10 – Nível de Perigo Global da Barragem (NPGB):	

Legenda:

SITUAÇÃO:	MAGNITUDE:	NÍVEL DE PERIGO DA ANOMALIA (NPA)
NA – Este item **N**ão é **A**plicável	I - Insignificante	0 - Nenhum
NE – Anomalia **N**ão **E**xistente	P - Pequena	1- Atenção
PV – Anomalia constatada pela **P**rimeira **V**ez	M - Média	2- Alerta
DS – Anomalia **D**esapareceu	G- Grande	3- Emergência
DI – Anomalia **D**iminuiu		
PC – Anomalia **P**ermaneceu **C**onstante		
AU – Anomalia **A**umentou		
NI – Este item **N**ão foi **I**nspecionado (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 Inspecionado: 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.

B.	***BARRAGEM***													
B.1	TALUDE DE MONTANTE	**SITUAÇÃO**								**MAGNITUDE**				**NP**
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
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	
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Erosão nos encontros das ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
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	
Comentários:														
B.2	COROAMENTO	**SITUAÇÃO**								**MAGNITUDE**				**NP**
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	

2	Rachaduras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Falta de revestimento	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
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	
6	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
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	
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	
11	Desalinhamento do meio-fio	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
12	Ameaça de trasbordamento da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

B.3	TALUDE DE JUSANTE	**SITUAÇÃO**								**MAGNITUDE**				**NP**
1	Erosões	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
2	Escorregamentos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
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	
6	Afundamentos e buracos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
7	Árvores e arbustos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
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	
10	Canaletas quebradas ou obstruídas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
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	
13	Sinais de fuga d'água ou áreas úmidas	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
14	Carreamento de material na água dos drenos	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														
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	
2	Fuga d'água	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
3	Erosão nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
4	Cavernas e buracos nas ombreiras	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
5	Árvores/arbustos na faixa de 10m do pé da barragem	NA	NE	PV	DS	DI	PC	AU	NI	I	P	M	G	
Comentários:														

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.