

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

RAMIRO PICOLI NIPPES
(ORGANIZADOR)

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

RAMIRO PICOLI NIPPES
(ORGANIZADOR)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^o Dr^o Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^o Dr^o Glécilla Colombelli de Souza Nunes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Iara Margolis Ribeiro – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^o Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^o Dr^o Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^o Dr^o Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Prof. Dr. Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Prof^o Dr^o Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^o Dr^o Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Dr. Nilzo Ivo Ladwig – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof^o Dr^o Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof^o Dr Ramiro Picoli Nippes – Universidade Estadual de Maringá
Prof^o Dr^o Regina Célia da Silva Barros Allil – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 4

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Ramiro Picoli Nippes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
E57	<p>Engenharia sanitária e ambiental: recursos hídricos e tratamento de água 4 / Organizador Ramiro Picoli Nippes. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0971-7 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.717230501</p> <p>1. Engenharia sanitária e ambiental. I. Nippes, Ramiro Picoli (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 628</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

A coleção “Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 4” é uma obra composta por treze capítulos que possuem como foco principal as Ciências Naturais. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos da Engenharia Sanitária e ambiental.

O objetivo central foi apresentar de forma qualificada e clara estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do país. Tendo como linha condutora aspectos importantes relacionado aos recursos hídricos e tratamento de água. A água é um componente vital para a humanidade e fundamental para a realização de diversas atividades em nosso cotidiano. A demanda por água potável tem sido cada vez maior, por isso, a preocupação com a preservação dos recursos hídricos, também tem crescido em igual proporção, visto que, a poluição das matrizes aquáticas é uma realidade que precisa ser contornada. Com isso, o tema do tratamento de água é uma vertente de estudo de extrema relevância para a manutenção da qualidade da água e preservação dos ecossistemas aquáticos.


Nesse contexto, a obra Engenharia sanitária e ambiental: Recursos hídricos e tratamento de água 4 aborda temas atuais com enfoque principal nos recursos hídricos e nos tratamentos de água. O principal intuito é fornecer dados importantes e de interesse para a comunidade científica. Os estudos englobam desde as práticas de educação ambiental até estudos mais aplicados de reuso de água e otimização do monitoramento de água. Os artigos selecionados para esta coleção são bem fundamentados nos resultados práticos obtidos e nas discussões desenvolvidas. Os dados apresentados estão muito bem organizados de forma clara e didática.

Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Ramiro Picoli Nippes


CAPÍTULO 1 1**ÁGUA NA ESCOLA: AÇÕES AMBIENTAIS**

Maria Cristina Bueno Coelho
 Mauro Luiz Erpen
 Wádilla Moraes Rodrigues
 Juliana Barilli
 Marilene Alves Ramos Dias
 Maurilio Antonio Varavallo
 Damiana Beatriz da Silva
 Henrique da Silva Fernandes
 Marcos Giongo
 Hellen Cristina de Freitas
 André Ferreira dos Santos
 Brenda Raiane Lopes do Nascimento

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305011>


CAPÍTULO 2 12**CAIXA TERMOPLÁSTICA - UMA ALTERNATIVA PARA INSTALAÇÃO DE VENTOSA EM REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA**

Eliane Xavier
 Amaçuilto Leoncio de Queiroz
 Zaqueu Mesquita Militão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305012>


CAPÍTULO 3 21**ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR EM SANTA MARIA – RS**

Vitória Tesser Martin
 Guilherme Silveira Baptista
 Liriane Élen Böck
 Bibiana Peruzzo Bulé
 Cristiano Gabriel Persch
 Rutineia Tassi
 Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305013>

CAPÍTULO 4 33**DISCUSSÃO SOBRE LOGÍSTICA REVERSA E O DESCARTE INADEQUADO DAS EMBALAGENS NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO COM ENFOQUE NO RIO PINHEIROS**


Eliana Bôa Ventura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305014>

CAPÍTULO 5 47**PIPERS®: DETECÇÃO DE VAZAMENTOS E AVALIAÇÃO DE INTEGRIDADE**

DE ADUTORAS USANDO SENSORES INTERNOS COM LINHA EM CARGA

Felipe Chagas de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305015>

CAPÍTULO 668

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DO RIO BUBU, CARIACICA ESPÍRITO SANTO

Larissa Bueno Rocha

Rebeca Gonçalves Freire

Aline Gonçalves Louzada

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305016>

CAPÍTULO 780


OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE MONITORAMENTO, ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA *PI VISION*

Luis Felipe Correia Palma

Eliane Xavier

Daniel Gomes da Rocha

Rodrigo de Araujo Balduino

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305017>


CAPÍTULO 888

ANÁLISE SOBRE VERTICALIZAÇÃO E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Suzanne Negreiros Figueiredo

Juciely Leite Costa Cortez

Ana Lúcia Barros de Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305018>

CAPÍTULO 9 106

ESTUDO DE CASO SOBRE ALAGAMENTOS URBANOS NA AVENIDA JK EM FOZ DO IGUAÇU - PR


Kleber G. Ramirez

Bianca G. dos S. Dezen

Fernanda Rubio

Jiam P. Frigo

Mara R. Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7172305019>

CAPÍTULO 10.....117

ATUALIZAÇÃO REGULATÓRIA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL: AVANÇOS E DESAFIOS

Cristiane Gracieli Kloth


Flávio José Simioni

Rubens Staloch

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050110>


CAPÍTULO 11 135**ATENDIMENTO CONSULTIVO – UGR JARDINS**

Jéssica Cristina dos Anjos
Osmar Brandão dos Santos
Gabriel da Silva Leite

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050111>


CAPÍTULO 12..... 144**MAPEAMENTO E LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO PARA
REGULARIZAÇÃO DE ÁREAS COM UTILIZAÇÃO DE DRONES**

Daniel Gomes da Rocha
Rodrigo de Araujo Balduino
Cássio José Barth

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050112>

CAPÍTULO 13..... 154**UMA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS ANOMALIAS ENCONTRADAS NA
BARRAGEM DE LUCRÉCIA, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE,
BRASIL**

Eduardo Barcelos Bontempo Filho
Fernanda Moraes Lima
Vera Lucia Rodrigues Cirilo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.71723050113>

SOBRE O ORGANIZADOR 164**ÍNDICE REMISSIVO 165**

UMA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS ANOMALIAS ENCONTRADAS NA BARRAGEM DE LUCRÉCIA, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

Data de aceite: 02/01/2023

Eduardo Barcelos Bontempo Filho

Geólogo e pesquisador do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)
Natal-RN

<http://lattes.cnpq.br/8631229192398348>

Fernanda Morais Lima

Engenheira civil e pesquisadora do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)
Natal-RN

<http://lattes.cnpq.br/2990410745255258>

Vera Lucia Rodrigues Cirilo

Engenheira Agrônoma do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN)
Natal-RN

<http://lattes.cnpq.br/4696561009045588>

RESUMO: Este trabalho tem como finalidade apresentar as principais anomalias detectadas na Barragem de Lucrécia, construída e vistoriada no Estado do Rio Grande do Norte, além de propor melhorias nas condições adversas encontradas. Essas anomalias apresentadas são resultados das fiscalizações realizadas por técnicos do setor de Segurança de

Barragens do Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) para classificação da barragem quanto à sua segurança como obra de contenção de volume de água e eventual aspectos que estejam em desacordo com as normas de segurança de barragens. Essa barragem tem sofrido com as ações do tempo e apresentou indicativos de instabilidade nos dois barramentos, após visita dos consultores do Painel de Segurança de Barragens contratados pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, em meados de 2019. As vistorias realizadas pela equipe técnica do IGARN consistiram na avaliação da crista, dos taludes de jusante e montante, da tomada d'água, do vertedouro e da área a jusante da barragem, quanto a possíveis erosões, afundamentos, falhas, fissuras e manutenção do maciço da barragem como um todo. Além disso, o IGARN vem monitorando a situação da barragem através de onze piezômetros (sendo cinco na barragem principal e seis na barragem auxiliar), equipamentos capazes de medir e avaliar a infiltração da água nos dois barramentos.

PALAVRAS-CHAVE: AVALIAÇÃO;
CLASSIFICAÇÃO; FISCALIZAÇÃO;
MONITORAMENTO; SEGURANÇA.

ANALYSIS OF THE MAIN ANOMALIES FOUND AT THE LUCRÉCIA DAM, IN THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL

ABSTRACT: This work aims to present the main anomalies detected in the Lucrecia Dam, built and inspected in the State of Rio Grande do Norte, in addition to proposing improvements in the adverse conditions encountered. These anomalies presented are the result of inspections carried out by technicians from the Dam Safety sector of the Rio Grande do Norte State Water Management Institute (IGARN) to classify the dam in terms of its safety as a work to contain a volume of water and eventual aspects that are at odds with dam safety standards. This dam has suffered from the effects of time and showed signs of instability in both dams, after a visit by consultants from the Dam Safety Panel hired by the Government of the State of Rio Grande do Norte, in mid-2019. The inspections carried out by the technical team of the IGARN consisted of evaluating the crest, the downstream and upstream slopes, the water intake, the spillway and the area downstream of the dam, regarding possible erosions, sinking's, failures, cracks and maintenance of the dam massif as a whole. In addition, IGARN has been monitoring the situation at the dam using eleven piezometers (five at the main dam and six at the auxiliary dam), equipment capable of measuring and assessing water infiltration into the two dams.

KEYWORDS: EVALUATION; CLASSIFICATION; OVERSIGHT; MONITORING; SAFETY.

1 | INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, as barragens vêm desenvolvendo um papel social importante no sentido de promover a garantia de abastecimento de água e segurança de várias populações seja no cenário nacional ou mundial. No entanto, para o mínimo entendimento dos assuntos relacionados a estas barreiras artificiais que necessitam cada vez mais de métodos eficazes de segurança, é importante primeiramente entender o que vem a ser uma barragem (SAMPAIO, 2014).

Barragens são elementos estruturais, construídos transversalmente à direção de escoamento de rios, e são destinadas à criação de um reservatório artificial para acumulação de água (CHIOSSI, 2013). Sendo a água essencial para a grande maioria das atividades humanas, as barragens desempenham importante papel no desenvolvimento socioeconômico de uma região, especialmente daquelas que apresentam disponibilidade hídrica restrita, como é o caso do semiárido do Nordeste.

Atualmente, as principais discussões acerca das barragens estão relacionadas aos seus aspectos gerenciais: projetos, construção e manutenção, tendo como foco, a segurança, uma vez que, cada barragem apresenta um risco inerente à população localizada à jusante, tendo em vista o grande poder destrutivo da massa de água que pode ser liberada no caso de um colapso do barramento, poder este tanto maior quanto maior for à barragem e seu volume acumulado (SAMPAIO, 2014).

Com a criação da Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB e criou o Sistema Nacional de

Informações sobre Segurança de Barragens – SNISB, sendo considerada uma legislação recente que ainda se encontra em fase de implantação, tendo sido motivada apenas após a ocorrência de grandes acidentes no país, perdurando sua promulgação por quase sete anos. Contudo, apesar da Lei Federal completar dez anos em 2020, os marcos regulatórios estaduais são ainda mais recentes, inclusive, havendo diretrizes do ano de 2020, enquanto alguns estados ainda nem regulamentam todos os instrumentos da PNSB (ANDRETTA, 2020).

Assim, é imprescindível conhecer e que sejam tomadas todas as medidas necessárias para reduzir o risco de ruptura, seja na fase de projeto, execução e operação. A presente pesquisa busca compilar os fatores envolvidos na segurança de barragens e a qual garantem sua eficiência e segurança com relação aos riscos envolvidos.

1.1 Justificativa

As justificativas para a elaboração desta pesquisa são fundamentadas: no reconhecimento do elevado nível de problemas, responsável pelo estado geral de abandono de milhares de barragens brasileiras, com vulnerabilidades latentes em projetos, construção e operação de estruturas existentes; e na detecção de um indicativo de instabilidade nos dois barramentos da Barragem de Lucrécia-RN, bem como a recomendação da realização de obras complementares pelos consultores do Painel de Segurança contratados pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, em maio de 2019.

Dessa maneira, crescem as demandas por estudos que visem resguardar o uso e preservação dos recursos naturais. Assim, as atividades de planejamento, licenciamento, fiscalização e monitoramento dos recursos hídricos e meio ambiente têm sido exponencialmente acrescidos para atender tais necessidades.

2 | OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo geral, analisar os principais tópicos relacionados ao Plano de Segurança de Barragem, de acordo com a Portaria do IGARN, nº 10, de 16 de novembro de 2017. Além disso, os objetivos específicos foram: Avaliar qualquer deficiência, irregularidade, anormalidade ou deformação que possa afetar a segurança da barragem; Classificar a Categoria de Risco da barragem de acordo com os aspectos que possam influenciar na possibilidade de ocorrência de acidente, levando-se em conta as características técnicas, estado de conservação e Plano de Segurança da Barragem; Classificar o Dano Potencial Associado (DPA): dano que pode ocorrer devido a rompimento ou mau funcionamento de uma barragem, independentemente da sua probabilidade de ocorrência, a serem graduados de acordo com as perdas de vidas humanas, impactos sociais, econômicos e ambientais.

3 I MATERIAIS E MÉTODOS

A barragem foi classificada conforme o quadro disposto na Figura 1, segundo a Categoria de Risco e o Dano Potencial Associado (DPA). É importante ressaltar que, a classificação da barragem poderá ser atualizada em decorrência da alteração de suas características ou da ocupação do vale a jusante que requeiram a revisão da Categoria de Risco ou do DPA da barragem.

QUADRO PARA CLASSIFICAÇÃO DE BARRAGENS PARA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS E REJEITOS		
NOME DA BARRAGEM		
NOME DO EMPREENDEDOR		
DATA		
1.1 - CATEGORIA DE RISCO:		
Categoria de risco		Pontos
1	Características Técnicas (CT)	
2	Estado de Conservação (EC)	
3	Plano de Segurança de Barragens (PS)	
PONTUAÇÃO TOTAL (CRI) = CT + EC + PS		
	CATEGORIA DE RISCO	CRI
Faixas de Classificação	Alto	>60 ou EC=10
	Médio	35 a 60
	Baixo	≤35
(*) Pontuação (10) em qualquer coluna de Estado de Conservação (EC) implica automaticamente CATEGORIA DE RISCO ALTA e necessidade de providências imediatas pelo responsável da barragem.		
1.2 - DANO POTENCIAL ASSOCIADO:		
	DANO (DPA) DANO POTENCIAL ASSOCIADO	PONTOS
Faixas de Classificação	Alto	> 13
	Médio	7 < DPA < 13
	Baixo	<7
RESULTADO FINAL DA AVALIAÇÃO:		
CATEGORIA DE RISCO: Alto / Médio / Baixo		
DANO POTENCIAL ASSOCIADO: Alto / Médio / Baixo		

Figura 1 – Esquema proposto para avaliação do potencial de risco.

Fonte: IGARN (2022).

Portanto, é uma metodologia que apresenta uma Matriz de Classificação, que relaciona a classificação quanto à Categoria de Risco e quanto ao Dano Potencial Associado, com o objetivo de estabelecer a necessidade de elaboração do Plano de Ação de Emergência - PAE, a periodicidade das Inspeções de Segurança Regular – ISR, as situações em que deve ser realizada obrigatoriamente Inspeção de Segurança Especial - ISE, e a periodicidade da Revisão Periódica de Segurança de Barragem – RPSB.

3.1 Caracterização da área de estudo

Construída em 1934, a barragem de Lucrécia tem sofrido com as ações do tempo e apresentou indicativos de instabilidade nos dois barramentos, após visita dos consultores do Painel de Segurança de Barragens contratados pelo Governo do Estado do Rio Grande do Norte, em maio de 2019. A barragem localiza-se no extremo oeste do estado do Rio Grande do Norte, 500 metros ao sul do centro do município de Lucrécia, e possui capacidade máxima de aproximadamente 24.755 m³ e com uma área de 544,21 ha, está na mesorregião Central Potiguar e pertence à Bacia Hidrográfica do Apodi/Mossoró (Figura 2). O Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN) vem monitorando a situação da barragem através de 11 piezômetros (sendo 5 na

barragem principal e 6 na barragem auxiliar), equipamentos capazes de medir e avaliar a infiltração da água nos dois barramentos (Figuras 3 e 4). O volume de água armazenado, as precipitações pluviométricas e comportamento da estrutura dos maciços vêm sendo monitorado também. (SEARH, 2021).

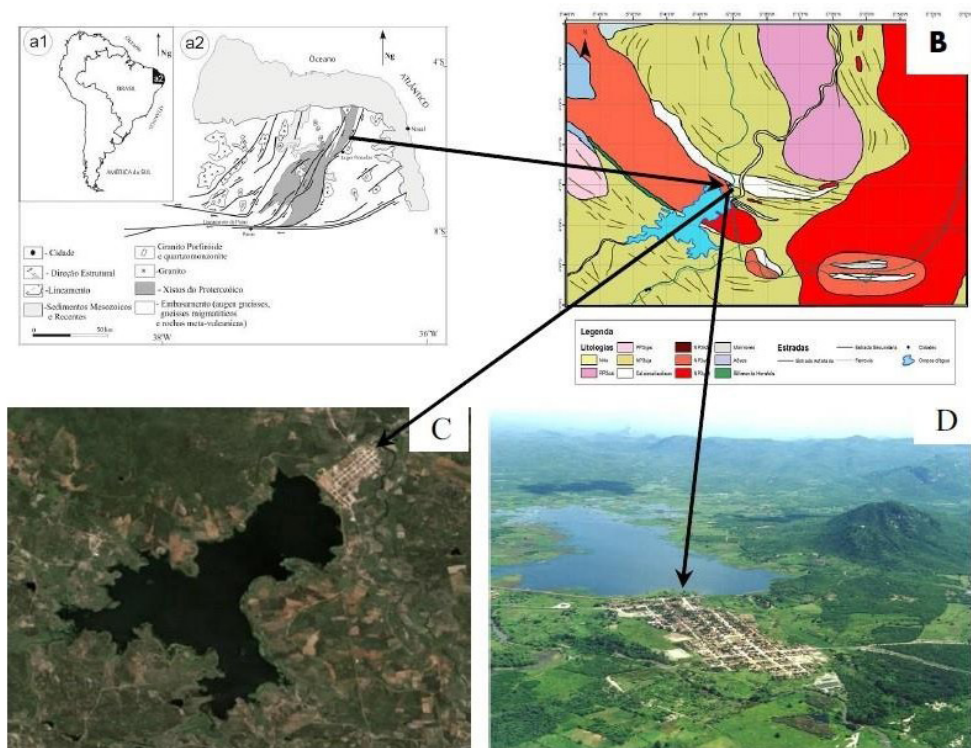


Figura 2 – A) a1: Localização de Lucrécia da Província Borborema, a2) Mapa geológico da região do Seridó;

B) Mapa geológico da região de Lucrécia; C) Imagem de satélite do Município de Lucrécia ; e D) Fotografia aérea demonstrando as serras do entorno do reservatório e a área urbana do município de Lucrécia-RN.

Fonte: Campos et al. (2013).



Figura 3 – Os cinco piezômetros instalados na barragem principal.

Fonte: Google Earth.



Figura 4 – Os seis piezômetros instalados na barragem auxiliar.

Fonte: Google Earth.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa, os autores se dirigiram ao município de Lucrécia/RN com o objetivo de fazer as vistorias de segurança na barragem. Essas vistorias têm por finalidade

atender as recomendações feitas ao Projeto Governo Cidadão, conforme reunião virtual realizada no dia 10/03/2021 com a presença do Painel de Segurança de Barragens, Banco Mundial, SEMARH e IGARN. O Painel de Segurança de Barragem recomendou que fossem feitas inspeções semanais e obtenção de informações atualizadas da Barragem de Lucrécia com leituras diárias dos piezômetros. Estas recomendações foram incorporadas ao plano de segurança e monitoramento estabelecidos pelo IGARN.

O monitoramento da barragem é feito com relação à sua segurança, obra de contenção de volume de água e também relacionado aos eventuais aspectos que estejam em desacordo com as normas de segurança de barragem. A vistoria consiste na avaliação da crista, dos taludes de jusante e montante, da tomada d'água, do vertedouro, da área a jusante da barragem e monitoramento dos piezômetros. Também são vistoriadas possíveis anomalias encontradas tais como: erosões, afundamentos, falhas, fissuras e a manutenção do maciço da barragem como um todo.

Com base no artigo 7º da lei no 12.334, de 20 de setembro de 2010, o IGARN classificou a barragem, na categoria de dano potencial associado ALTO, e categoria de risco ALTO, conforme critérios adotados pela resolução nº 143, de 10 de julho de 2012, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH. De acordo com a matriz de categoria de risco e dano potencial associado, constante no anexo I da portaria IGARN nº 10, a barragem se classifica na CLASSE A.

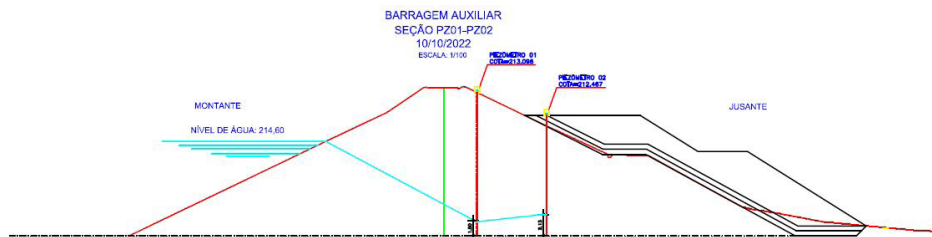
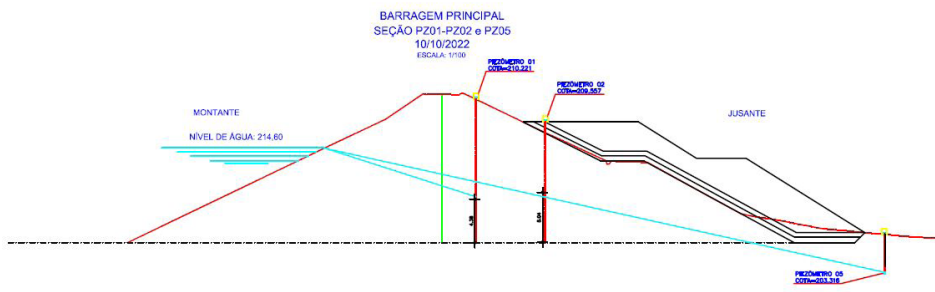
Com relação ao monitoramento dos piezômetros, este é realizado pela leitura dos níveis de água com o uso de um sensor elétrico (Figura 5). As vistorias e os dados levantados revelam que:

- De acordo com os gráficos comparativos dos níveis de água, no período do levantamento, verificou-se que não teve mais elevação significativa do nível (Figura 6 e 7);
- Não foi registrado mais chuvas na região, com isso os piezômetros da barragem tiveram rebaixamento;
- Foi constatado que na tomada d'água não está saindo água, acredita-se que esta esteja entupida a montante;
- Verificou-se próximo ao pé de jusante da barragem auxiliar, aonde foram instalados os poços de alívio, a presença de uma presença de carreamento de material/surgência (Figura 8 e 9);
- Verificou-se também que foi feita uma limpeza superficial nos taludes de montante e jusante das barragens, tanto na auxiliar quanto na principal;
- Foi observada a abertura do vertedouro (Figura 10), garantindo a segurança da obra.



Figura 5 – Realização da leitura do nível de água com o uso de um sensor elétrico no piezômetro 5 da barragem principal.

Fonte: Acervo dos autores.



Figuras 6 e 7 – Níveis de água dos piezômetros instalados no maço principal e auxiliar da barragem.

Fonte: Acervo dos autores.



Figuras 8 e 9 - Registro dos poços de alívio da barragem auxiliar, aonde foi observado a presença de carreamento de material / surgência.

Fonte: Acervo dos autores.



Figura 10 – Obra de abertura do vertedouro, aonde pode ser analisada a geologia local, com a presença de duas litologias (granito e gnaiss) diferentes.

Fonte: Acervo dos autores.

5 | CONCLUSÕES

Pode-se concluir com esta análise que a pesquisa indicou as principais anomalias identificadas na barragem através das vistorias que foram realizadas.

A vistoria e os dados levantados sugerem algumas conclusões / recomendações para garantir a segurança da Barragem de Lucrécia:

- Além da manutenção do monitoramento piezométrico, com leituras semanais, é importante que seja realizado o monitoramento topográfico também;
- Inclusão de mais um piezômetro nas proximidades da estaca 9, ponto de surgência de água no pé da jusante;
- Realocação do piezômetro 5 da barragem principal (Figura 5), para evitar danos durante as obras de recuperação da barragem à jusante;
- Acompanhamento das ações do Plano de Ação de Emergência (PAE);
- Criação de uma memória do processo de implantação das obras da barragem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto de Gestão de Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN), em especial ao eterno professor Antonio Marozzi Riguetto, pelos ensinamentos na área de segurança de barragens, e legado que foi deixado com a sua partida. Eduardo e Fernanda agradecem também à Fundação de Apoio à Pesquisa do Rio Grande do Norte (FAPERN), por financiar o projeto através da bolsa de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDRETTA, A. B. 2020. Avaliação comparativa dos marcos regulatórios estaduais de segurança de barragens de usos múltiplos do Brasil. Dissertação (Mestrado em Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

CAMPOS, T. F. C., PETTA, R. A., PASTURA, V. F., SICHEL, S. E., MOTOKI, A., MALANCA, A.

2013. O gás radônio doméstico e a radioatividade natural em terrenos metamórficos: o caso do município de Lucrécia (Rio Grande do Norte, Brasil). *Geologia*, v.26, n.02.

CHIOSSI, N. 2013. *Geologia de Engenharia*. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 424p.

SAMPAIO, M. V. N. 2014. Segurança de barragens de terra: um relato da experiência do Piauí. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará.

SEARH – Secretaria de Administração e dos Recursos Humanos. Situação Volumétrica de Reservatórios do RN. Disponível em: <<http://sistemas.searh.rn.gov.br/monitoramentovolumetrico>>. Acesso em: 20 de set 2021.

RAMIRO PICOLI NIPPES - Possui graduação em Engenharia Química com ênfase em meio ambiente pela Faculdades Integradas de Aracruz (2013). Obteve seu mestrado na área de gestão, controle e preservação ambiental (2016) e doutorado na área de catálise, reatores e cinética (2021) pelo programa de pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Pós-doutorado na Universidade Estadual de Maringá na área de catálise heterogênea, em projeto financiado pela Fundação Araucária (NAPI-Hidrocarbonetos Renováveis), no desenvolvimento de catalisadores para síntese Fischer-Tropsch. O segundo Pós-doutoramento está sendo realizado na Universidade Federal no Paraná (UFPR) no Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, trabalhando com a produção de biocombustíveis por meio da síntese Fischer-Tropsch. Principais áreas de atuação: catálise heterogênea, cinética, fotocatálise, adsorção, catálise ambiental, processos oxidativos avançados (POAs).

A

Abastecimento de água 12, 13, 14, 20, 31, 81, 89, 117, 119, 120, 121, 122, 123, 129, 144, 145, 146, 153

Acordo setorial 33, 35, 36, 37, 41, 44, 45, 46

Adutoras 47, 48, 67

Água 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 43, 44, 47, 54, 55, 62, 63, 66, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 94, 96, 97, 98, 103, 104, 110, 113, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 129, 132, 134, 135, 136, 138, 144, 145, 146, 153

Águas pluviais 24, 29, 31, 106, 116, 123

Alagamentos 106, 107, 108, 111, 113, 114, 115

Atendimento consultivo 135, 136, 137, 138, 142, 143

Avaliação 4, 30, 44, 45, 47, 52, 56, 70, 78, 79, 88, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 116, 133, 134, 154, 157, 160, 163

B

Bacias hidrográficas 1, 2, 8, 9, 10, 69, 107

C

Caixa termoplástica 12, 13, 16, 18

Classificação 79, 102, 109, 110, 116, 145, 154, 157

Clientes 12, 19, 135, 136, 137, 138, 140, 141

Coliformes termotolerantes 68, 72, 75, 76, 77, 78

Consciência ambiental 2, 11, 93

D

Dados planialtimétricos 144

Desenvolvimento urbano 21, 90, 118, 123, 134

Disposição final inadequada 33

Distribuição de água 12, 13, 20, 24, 25, 28, 29, 30, 79, 80, 120, 153

Drones 144, 145, 146

E

Educação ambiental 1, 2, 3, 4, 6, 11, 33, 36, 44, 45

Esgotamento sanitário 25, 26, 30, 117, 120, 122, 123, 129, 133

F

Fiscalização 16, 78, 96, 115, 126, 128, 154, 156

G

Geoprocessamento 106, 107

Gestão de perdas 12

H

Hidrologia 106, 116

I

Impactos ambientais 88, 89, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 103

Integridade 47

L

Logística reversa 33, 35, 36, 38, 39, 44, 45, 46

M

Marco regulatório 119, 120, 130

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12, 38, 39, 44, 45, 68, 70, 78, 79, 88, 89, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 118, 119, 120, 127, 133, 134, 164

Micro-vazamentos 47

Mitigação 96, 99, 144

Monitoramento 14, 17, 47, 48, 67, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 96, 116, 154, 156, 160, 163, 166

O

Otimização 80, 81, 144

P

Política ambiental 117

Potabilidade 21, 23, 76

R

Reciclagem 33, 34, 35, 36, 40, 41, 96, 97, 99, 100, 101

Recursos hídricos 2, 3, 21, 22, 30, 32, 68, 70, 89, 104, 123, 125, 126, 130, 131, 133

Redução de perdas 126, 144, 145

Regularização de áreas 144, 145

Resíduos sólidos urbanos 33, 39, 41, 45

S

Saneamento básico 68, 70, 71, 78, 110, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 145

Saúde ambiental 117

Segurança 19, 22, 30, 50, 82, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163

Sustentabilidade 11, 22, 34, 43, 46, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 116, 127

T

Treinamentos 135, 137, 138, 143

U

Urbanização 68, 95, 106, 107, 110, 115, 118, 120, 121, 127, 131

V

Válvulas 12, 13, 29, 50, 81

Vazamentos 12, 47, 48, 49, 51, 52, 67, 145

Ventosa 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 50

Verificação 17, 64, 83, 85, 89, 110

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL:

RECURSOS HÍDRICOS & TRATAMENTO DE ÁGUA

4

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br