



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

VICENTE HEITOR TAVARES DE SOUSA

**ESTUDO DOS VERTEDOUROS E ZONAS DE
ESCOAMENTO DO AÇUDE 25 DE MARÇO EM PAU DOS FERROS-RN.**

PAU DOS FERROS

2021

VICENTE HEITOR TAVARES DE SOUSA

**ESTUDO DOS VERTEDOUROS E ZONAS DE ESCOAMENTO DO AÇUDE 25 DE
MARÇO EM PAU DOS FERROS-RN.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA.

Orientador: Prof. Dr. GLAYDSON
FRANCISCO BARROS DE OLIVEIRA

PAU DOS FERROS

2021

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S719e Sousa, Vicente Heitor Tavares .
Estudo dos vertedouros e zonas de escoamento
do açude 25 de Março em Pau dos Ferros- RN / Vicente
Heitor Tavares Sousa. - 2021.
26 f. : il.

Orientador: Glaydson Francisco Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2021.

1. Barrahem. 2. Açude. 3. Vertedouro. 4.
Inundação. I. Oliveira, Glaydson Francisco, orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 1115

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

VICENTE HEITOR TAVARES DE SOUSA

**ESTUDO DOS VERTEDOUROS E ZONAS DE ESCOAMENTO DO AÇUDE 25 DE
MARÇO EM PAU DOS FERROS-RN.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIAS E
TECNOLOGIA

Defendida em: 19 / 11 / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. GLAYDSON FRANCISCO BARROS DE OLIVEIRA (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. SANDERLIR SILVA DIAS (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. OTÁVIO PAULINO LAVOR (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças, coragem e por sempre iluminar meu caminho através da sabedoria.

Agradeço a minha namorada, Ana Claudia, por sempre estar apoiando meu desenvolvimento, por todos os conselhos e toda ajuda ao longo desse tempo.

Agradeço ao meu pai, João Edilson, por nunca desistir da minha pessoa e por todo esforço que a minha família faz para formar um membro.

Agradeço ao orientador Glaydson, por todos os ensinamentos e correções feitas.

Agradeço a Banca Examinadora por avaliar o meu projeto de conclusão de curso.

RESUMO

O aumento do número dos desastres devido ao rompimento de barragens no Brasil têm provocado inúmeras discussões no âmbito acadêmico, especialmente quanto à elaboração, execução de projetos arquitetônicos e estruturais para as construções de tais obras. O estudo vem de modo a contribuir com as discussões sobre rompimentos de açudes, tomando como exemplo o que está situado no município de Pau dos Ferros, no interior do Estado do Rio Grande do Norte, mais conhecido como açude 25 de Março. Para a obtenção das coordenadas do ponto de exultório da microbacia, coincidente ao sangrador do manancial principal, foi utilizado o aplicativo Google Earth Pro, que tem como papel fundamental mapear os pontos suscetíveis à inundação e riscos inerentes à segurança da barragem em questão. Uma vez conhecidas as informações geoespaciais e de posse dos dados técnicos fornecidos pela Defesa Civil do Município, foram identificados possíveis riscos para a população da circunvizinhança, caso ocorra nível de precipitação de chuva acima da média para a região. Sendo assim, faz-se necessária a criação de um possível plano de contingência dos agravos, a partir da identificação por imagens que revelaram o risco de inundações de bairros localizados na micro bacia do riacho cajazeiras.

Palavras-chave: Barragem; açude; vertedouro; inundação.

ABSTRACT

The increase in the number of disasters due to the collapse of dams in Brazil has provoked numerous discussions in the academic sphere, especially regarding the execution of architectural and structural projects for the construction of such works. The present work brings as the locus of the research, a dam located in the Pau dos Ferros city, in the Rio Grande do Norte state, called dam 25 de Março. It identified possible risks for the surrounding population if there is a rainfall level above the average for the region. To obtain the coordinates of the microbasin's exultation point coincident with the main spring drain, the Google Earth Pro application was used whose fundamental role is the map the points susceptible to flooding and risks inherent to the safety of the dam in question. Once the geospatial information was known, and the technical data provided by the Civil Defense of the City were in possession, it was possible to help with the promotion of technical support for the creation of a possible contingency plan for the grievances, based on the identification by images that revealed the risk of flooding in neighborhoods located in the microbasin of the Cajazeiras stream.

Keywords: Dam; weir; spillway; flood

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3. ASPECTOS GERAIS SOBRE AS BARRAGENS	12
3.1 Aspectos Locais.....	13
3.2 Perspectivas	16
4. METODOLOGIA.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	18
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
REFERÊNCIAS	26

1. INTRODUÇÃO

No ano de 1877, a Região Nordeste do Brasil foi contemplada com a construção da primeira barragem como uma importante estratégia de possibilitar o convívio com a seca (COMITÊ BRASILEIRO DE GRANDES BARRAGENS, 1982). Sendo que, no Brasil o represamento mais comum das águas pode ocorrer com uso de pequenos maciços de terra e de estruturas de aterros ou concretos, como bem frisou Sayao (2009).

Esta importante edificação para a manutenção da vida humana é pensada de modo a contemplar em toda a sua concepção estrutural, elementos que garantam a segurança da população beneficiada. Para isso e devido a ruptura de estruturas responsáveis por acidentes ocorridos no cenário mundial e nacional, foram estabelecidas legislações que regulamentam as etapas de construção, operação e definição de planos de ação emergencial (VERÓL; MIGUEZ; MASCARENHAS, 2012), inclusive em nosso país, quando, em 2010, foi sancionada a Lei nº 12.334, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (BRASIL, 2010). Destacamos o Art. 6º que versa sobre a classificação de barragens por categoria de risco e por dano potencial associado e a necessidade da realização de um Plano de Segurança de Barragem, caso o empreendimento se encaixe entre as categorias de dano médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perdas de vidas humanas.

Uma nova Política Nacional de Segurança das Barragens (PNSB) Lei 14.066, de 2020, sancionada pelo presidente Jair Bolsonaro, entrou em vigor, após o rompimento da barragem da Vale em Brumadinho (MG), em janeiro de 2019, que deixou 259 mortos e 11 desaparecidos. Além do rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana (MG), ocorrido em 2015. Com a nova lei, foi estabelecida a proibição de construção de barragens do tipo "a montante", usado em Brumadinho e Mariana. O método ocorre quando os diques de contenção se apoiam sobre o próprio rejeito depositado. Todas as barragens construídas dessa forma devem ser desativadas até 25 de fevereiro de 2022.

De modo a corroborar com a divulgação do cenário de barragens no âmbito do estado do Rio Grande do Norte, o presente trabalho tem o intuito de estudar dois vertedouros de forma mais eficiente quando o açude sangra, mapeando pontos suscetíveis à inundações e riscos inerentes à segurança na barragem 25 de março. Localizado na cidade de Pau dos Ferros-RN, já foi um importante afluente daquela região do alto oeste potiguar, utilizado para o abastecimento humano e do agronegócio no final do século passado, porém, com o

crescimento populacional da cidade, especialmente às margens do riacho Cajazeiras, o risco de inundações das áreas que circundam o açude passou a ser crescente.

Este trabalho apresenta um importante papel educativo e social, ao abordar uma temática que impacta diretamente na vida dos moradores locais. Portanto, para alcançar-se o objetivo de divulgar os fatos observados nesta pesquisa, é fundamental que compreendamos alguns aspectos geográficos do nosso objeto de estudo: nascente, divisores de águas, rio principal, foz e afluente e que

as bacias hidrográficas e também as microbacias, diferem por sua escala de ocorrência, ou seja, as microbacias são recortes menores pertencentes às bacias hidrográficas, têm sido largamente utilizadas como recorte espacial nos estudos geográficos, sendo apontadas como uma unidade ambiental que possibilita tratar dos componentes e da dinâmica das inter-relações necessárias ao planejamento e à gestão ambiental (OLIVEIRA, 2009, p.14).

Com o aumento dos investimentos na área de combate à seca através do DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra as Secas), o açude Público Dr. Pedro Diógenes Fernandes, situado na bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, a seis quilômetros do centro da cidade, passou a ser a principal fonte de abastecimento hídrica da região. Atualmente, este é o 7º maior reservatório do estado, com capacidade para 54,846 milhões de metros cúbicos de água. Com isso, o açude 25 de março foi saindo dos planos do governo municipal, tornando o uso apenas para moradores que habitavam o local. (WIKIPÉDIA)

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar dois vertedouros localizados no açude 25 de Março de forma mais eficiente quando o açude sangra, o fluido transborda por cima da soleira, no nosso caso de um vertedouro, isso ocorre após a água ter ultrapassado a cota de nível da sangria (Hx).

2.2 Objetivos Específicos

- Mapear pontos suscetíveis à inundações e riscos inerentes à segurança na barragem 25 de março, localizado na cidade de Pau dos Ferros-RN;
- Fomentar e prestar apoio técnico para criação de um plano de contingência através da Defesa Civil do Município;
- Contribuir com o monitoramento preventivo das áreas do entorno do Açude em questão;
- Identificar as zonas de alto salvamentos, zonas de matas ciliares em torno do açude e dos córregos.

3. ASPECTOS GERAIS SOBRE AS BARRAGENS

Segundo Hulsing (1968), barragens são estruturas que formam uma seção de controle na qual a descarga está relacionada com o nível d'água superficial a montante. Em Brasil (2002), encontramos que o termo barragem é toda e qualquer estrutura construída transversalmente a um rio, com intuito de elevar o nível d'água, ou criar um reservatório de água, seja de regulação das vazões do rio ou de outro fluido.

As barragens são essenciais para sua sobrevivência do ser humano, pois garantem a subsistência em períodos de seca, o controle de inundações, a geração de energia, a irrigação e o abastecimento do lar.

Apesar de haver relatos de que as primeiras barragens foram construídas na Índia e no Egito, o Brasil, por ser um país relativamente novo no contexto global, teve a construção de sua primeira barragem na época do Segundo Império em decorrência dos impactos provocados pela seca de (1877 – 1879) no Estado do Ceará. Tal edificação foi solicitada pelo engenheiro Ernesto Antônio Lassance Cunha, projetada pelo britânico Jules Revy em 1882, cujo projeto foi modificado pelo brasileiro Ulrico Mursa. As obras foram iniciadas em 1890 e finalizada em 1906.

Figura 1 – Açude do Cedro, localizado no município Quixadá.



Fonte: IBGE (2021)

O Brasil é privilegiado pelos seus grandes rios e aquíferos, tendo um potencial enorme para hidroelétrica. Grandes construções e represas foram feitas, contribuindo tanto para a produção de energia (Figura 2) como para abastecimento humano e o agronegócio. No começo da civilização, a humanidade se alojava perto de rios e córregos. No Brasil, a situação não foi diferente, grandes cidades surgiram através de um pequeno povoado que foram se

agrupando perto das águas. Quando as construções são feitas próximas as represas, há um grande risco de inundações nos períodos de chuvas, colocando a vida da população em risco.

Figura 2 – Barragem de Itaipú, Foz do Iguaçu, PR



Fonte: G1(2021)

3.1 Aspectos Locais

O município de Pau dos Ferros, localizado no estado do Rio Grande do Norte, faz parte da mesorregião do Oeste Potiguar, ocupando uma área territorial de 259,96 km², equivalente a 0,49% do território estadual (IDEMA, 2008). O município possui aproximadamente 30.600 habitantes, sendo que 25.551 residem na área urbana, 2.194 na zona rural e está a 407 km de distância da capital do Estado (IBGE, 2020).

A Barragem 25 de Março tem capacidade volumétrica de 8.181,000m³ (oito milhões cento e oitenta e um mil), faz parte da microbacia hidrográfica do Riacho Cajazeiras e ocupa 1.011 km² da área municipal, ou seja, 0,38% (SEMARH, 2016), cuja área específica encontra-se nas coordenadas geográficas: 6° 08' 08'' e 6° 06' 01'' latitude S e 38° 13' 59'' e 38° 12' 04'' longitude W(584835 e 588339 UTM S e 9321724 e 9325612 UTM W, SIRGAS 2000, 24S) e está situada próxima ao centro comercial do município. Nota-se que as transformações com expansão da mancha urbana do município estão se dando no entorno da bacia hidrográfica do reservatório.

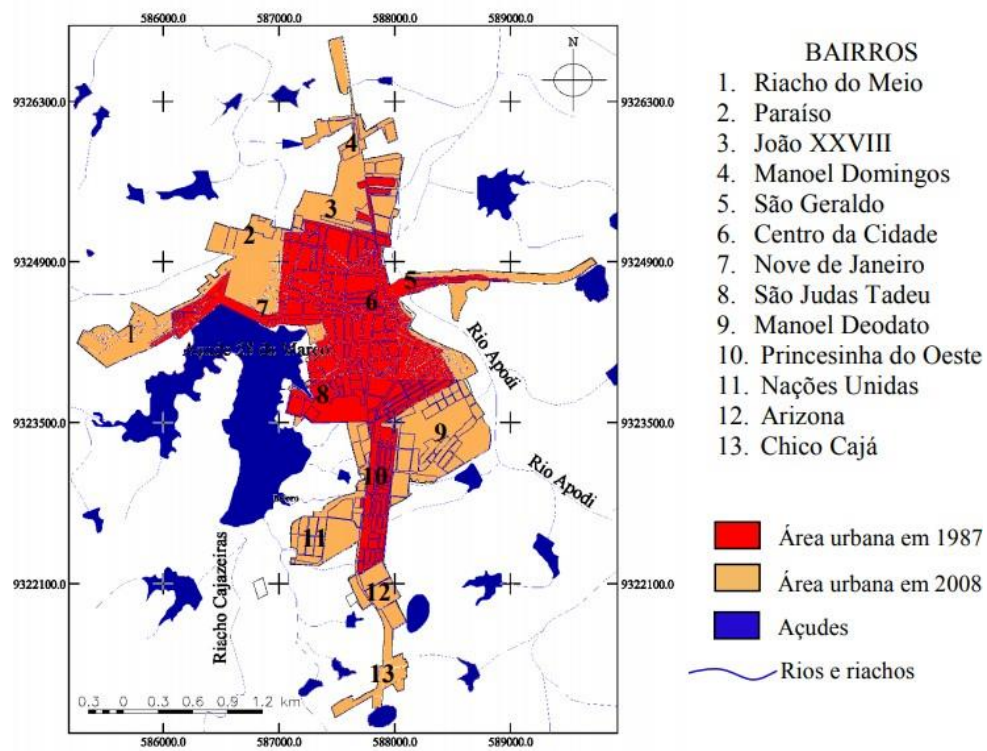
Figura 3 - Açude 25 de março imagens do Google Earth 08/08/2021



Fonte: Google Earth 08/08/2021

Baseado no estudo de Costa (2010), infere-se que boa parte das residências que hoje ocupam as ombreiras e canais de dispersão dos extravasores datam por volta do ano 1987, como se visualiza na figura 4.

Figura 4 - Carta da expansão urbana de Pau dos Ferros - RN (1987-2008)



Fonte: (COSTA, 2010)

A grande ocupação em torno do açude gera uma grande preocupação, pois existem algumas construções em torno da dispersão dos vertedouros principais e secundários, na Zona de Auto Salvamento (ZAS) e Zona de Segurança Secundária.

Vertedouros é uma estrutura hidráulica que pode ser utilizada para diferentes finalidades, como medição de vazão e controle de vazão. No caso do açude 25 de Março é possível observar no local que é para controle da capacidade. A barragem do açude tem dois vertedouros, um secundário e o principal, ambos visualmente em condições de uso, mas precisando de muita atenção, pois a localização dos dois é próximo a casas de moradores, algumas até com alto risco.

Nos vertedouros ocorrem degradações de forma lenta de acordo com as condições específicas do ambiente, seja por corrosão dos materiais ou de impactos mecânicos. Nesse sentido:

Os vertedouros são essenciais para evitar que o nível máximo dos reservatórios seja ultrapassado e coloque em risco as populações e propriedades próximas. Segundo Geraldo Magela, para se projetar um vertedouro é fundamental conhecer o local: qual o rio que vai receber a barragem, topografia, geologia e hidrografia da área, se é uma planície ou um vale encaixado. Tudo isso interfere no modelo a ser utilizado e também na sua capacidade: 23% dos acidentes de hidrelétricas acontecem devidos a cheias subestimadas. É fundamental estimar a vazão do empreendimento. (CLUBE DE ENGENHARIA, 05/08/2017, p.1).

Desse modo, deve-se ter atenção máxima aos canais de sangria, pois são os principais componentes de segurança caso o açude ultrapasse a capacidade limite. Dessa maneira, estudos são feitos para construção ou reforma do melhor local e do material mais eficiente, como: argamassas, aditivos, ferros, pinturas, grades de proteção etc. No caso estudado, há residências próximas aos canais de dispersão.

O desafio pioneiro é a identificação do responsável pela construção do açude. Inicialmente foi criada, em Pau dos Ferros, a Comissão de prevenção de desastres do açude municipal 25 de Março, com o decreto executivo N 179, 03 de Agosto de 2021. Apesar de construído pelo DNOCS, concluído em 1917, é a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH/RN, que é o atual órgão Empreendedor/Responsável pelo reservatório. O Reservatório é do tipo terra homogênea com altura máxima de 5,59 m, extensão e largura do coroamento de 510,86 m e 4,32 m, respectivamente. Possui capacidade

de 8.181.000,00 m³ e dispõe de vertedouro do tipo soleira espessa, e não possui tomada d'água e torre de comando.

É importante ainda destacar que a barragem está incluída no cronograma de inspeções de barragens elaborado pela Coordenadoria de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). Essas inspeções têm como um de seus objetivos fazer o levantamento das condições gerais das barragens empreendidas pela SEMARH, a fim de se adequar à Política Nacional de Segurança de Barragens e atender um de seus instrumentos, o Plano de Segurança da Barragem (PSB). Bem como, a partir dos levantamentos realizados, subsidiar a captação de recursos necessários para ações de manutenção e recuperação.

Mapear pontos suscetíveis à inundação e riscos inerentes à segurança da barragem vistoriada. Fomentar e prestar apoio técnico para criação de um plano de contingência através da Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil do Município.

3.2 Perspectivas

Faz parte da sociedade cuidar do meio ambiente em que se vive, visando sempre o bem maior e bem-estar de todos, é válida toda parceria da população, faculdades e órgãos municipais.

A prevenção de desastres naturais, como: inundações decorrentes de cheias no local, com isso é esperado a formação de mapas de inundações para a criação de zonas de auto salvamentos.

Utilizar o Google Earth Pro, para extrair as coordenadas do ponto de exultório da microbacia, coincidente ao sangrador do manancial principal, desta forma possibilitando a determinação da microbacia e da rede de drenagem atuante;

Monitorar preventivamente as áreas que circundam o entorno do Açude 25 de Março, situado na área urbana do Município de Pau dos Ferros/RN.

4. METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho foram necessárias as seguintes etapas:

- a) Localização das zonas a serem mapeadas;
- b) Identificação das imagens em tempo real;
- c) Identificação das curvas de níveis;
- d) Localização dos vertedouros em degradação;
- e) Observação dos Riachos convergentes;

Com o intuito de identificar e plotar as coordenadas de pontos a serem vistoriados, para finalmente, mapear as zonas de inundações, foram utilizados os aplicativos “Google Earth Pro”, “Timestamp” e o Q-GIS.

O Google Earth Pro é uma versão gratuita e profissional do Google Earth. Trata-se de um aplicativo muito útil para a visualização de mapas e imagens de do planeta. Os mapas deste aplicativo, apresentam ferramentas avançadas para a exploração de dados com informação do Sistema de Informações Geográficas.

O Timestamp é software que permite marcar o tempo de início e fim de um determinado trabalho, identificando a data e hora do acontecimento observado em tempo real.

O Software Q-GIS foi utilizado para editar as informações espaciais obtidas a partir do Google Earth Pro, para finalmente, serem obtidas as curvas de níveis.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na etapa de observação dos vertedouros recorremos ao uso dos softwares supracitados para assim, gerarmos as Figuras 4 e 5, fundamentais para a análise qualitativa de nossos dados acerca dos impactos sociais de possíveis danos. Na Figura 3 podemos identificar por meio de duas setas os dois vertedouros da Barragem, bem como, a extensa quantidade de residências em suas proximidades. Na Figura 5 observamos o encontro dos canais de dispersão dos vertedouros, denominados Riacho Cajazeira e Riacho do Meio, que formam o afluente do Rio Apodi.

Figura 5 - Localização dos vertedouros



Fonte: Google Earth 08/08/2021

Figura 6 - Encontro dos canais de dispersão dos vertedouros -Riacho Cajazeira e do Meio (Afluentes do Rio Apodi)



Fonte: Google Earth 08/08/2021

Foi detectada uma vegetação excessiva e detritos ao longo dos vertedouros 1 e 2. Há uma considerável quantidade de detritos de materiais de origem vegetal, mineral, animal, acumuladas ao longo dos canais de dispersão dos vertedouros, inclusive pode-se observar na Figura 6, a existência de uma construção de alvenaria na soleira do vertedouro 2, acarretando uma redução da capacidade de descarga, podendo causar transbordamento lateral do vertedouro ou no canal de dispersão, impedindo a vazão projetada.

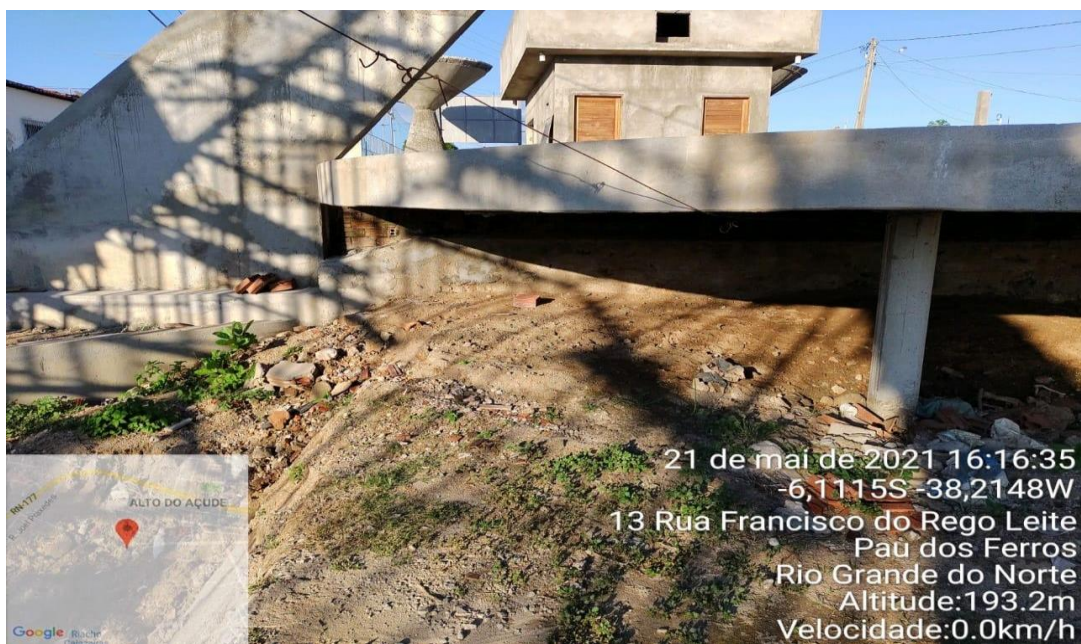
Há residências no talude de montante, próximo a ombreira esquerda da barragem, como também na ombreira direita, próximo ao vertedouro.

Figura 7 - Construção de Alvenaria no Vertedouro do Açude



Fonte:Elaborada pelo autor

Figura 8 - Extensão de estrutura de alvenaria sendo construída no vertedouro principal



Fonte: Elaborada pelo autor

Há residências na Zona de Auto salvamento (ZAS): trecho do vale a jusante da barragem em que não haja tempo suficiente para intervenção da autoridade competente em situação de emergência, conforme mapa de inundação; (Incluído pela Lei nº 14.066, de 2020). A Resolução da ANA 236/2017, referente ao PAE, define que para o estabelecimento da ZAS se deve adotar a menor das seguintes distâncias: 10 km ou a distância que corresponda ao tempo de chegada da onda de inundação igual a trinta minutos. Logo pode-se notar que há grande ocupação residencial na Zona de Autossalvamento (ZAS), sobretudo na seção até 1 km do parâmetro de montante da barragem:

Figura 9 - Zona de Autos salvamento - Seção 0 - 1km



Fonte: Google Earth 11/10/2021

Portanto toda essa área dentro das linhas amarelas não deveria ter construções e pessoas habitando dentro dessa zona. Ainda foi flagrado muito tráfego no local por ser um acesso mais rápido do bairro Riacho do meio ao centro ou vice-versa.

Há alto risco de inundação em todo o mapa de suscetibilidade de inundação a seguir, utilizando como parâmetro a Cota 202, 1 metros abaixo da cota da soleira do vertedouro:

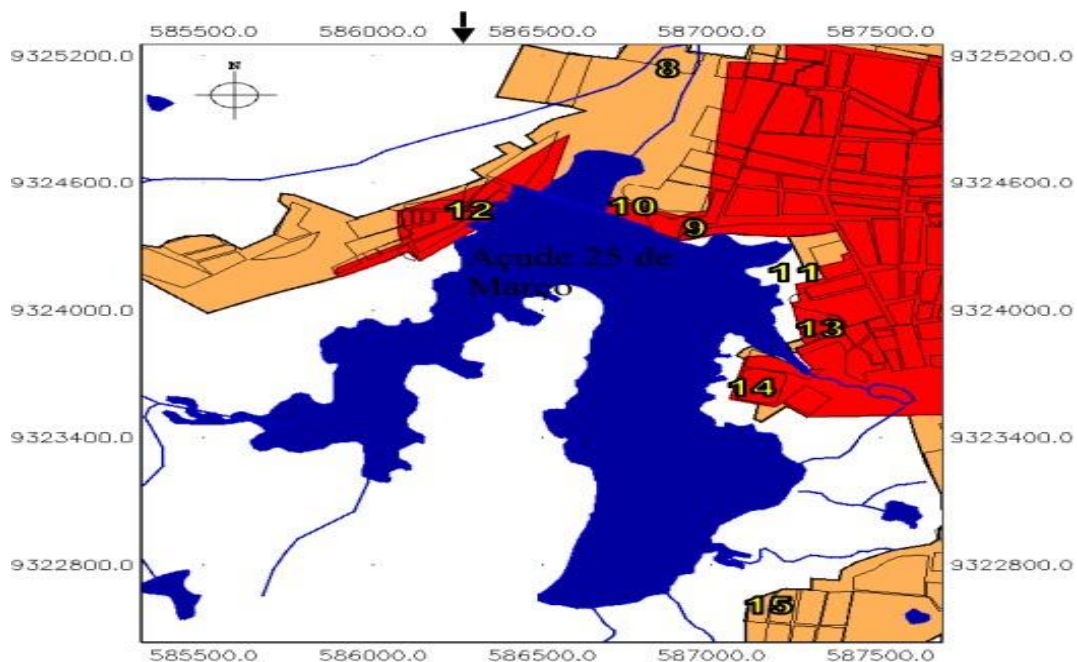
Figura 10 - Mapa de suscetibilidade de inundação em cota 202



Fonte: Google Earth 11/10/2021

Segundo Costa (2010) são pontos de alagamento importantes no entorno do açude 25 de março, baseando-se sobretudo na inundação ocorrida em 2004, os pontos a seguir, conforme a figura 10.

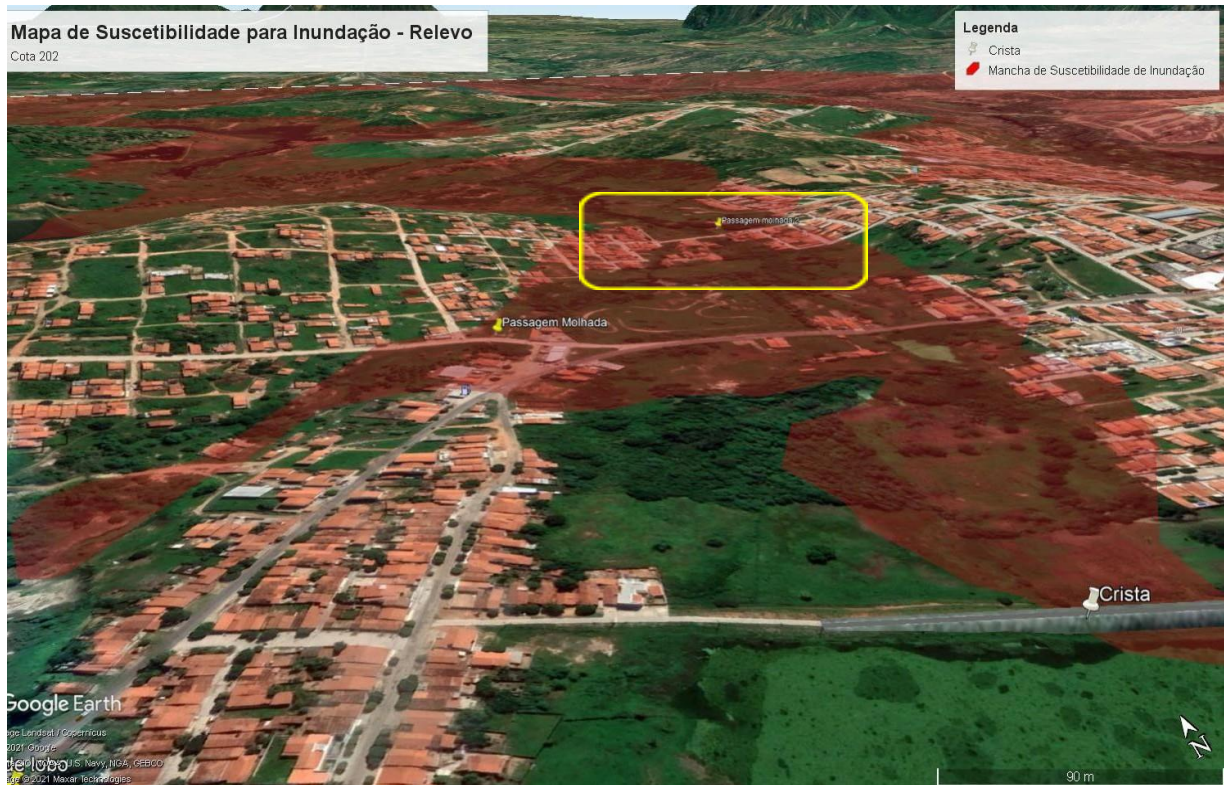
Figura 10 – Identificação dos bairros que ocupam parte da microbacia.



Fonte: (Costa, 2010)

Na figura a seguir, pode-se verificar a projeção da mancha de inundação para Cota 202 com o relevo em 3D, da área a jusante, com destaque para área de risco extremo destacada.

Figura 12 - *Mapa de Suscetibilidade com relevo em 3D - Cota 202 - Detalhe de área com alto risco*



Fonte: Google Earth 11/11/2021

Com essa imagem é possível identificar os estragos que uma eventual enchente possa ocasionar no ambiente estudado. Várias casas estão em muito alto risco, é em uma região de cota menor localizadas próximas a área da passagem molhada, uma pequena ponte de alvenaria com manilhas e bueiros é o que liga a região conhecida como Cema ao centro da cidade.

Passagens molhadas, galerias e bueiros são importantes ferramentas de drenagem de águas pluviais e dispersão do volume do vertedouro, o que previne inundações. A seguir segue pontos de drenagens importantes:

Passagem Molhada - latitude -6.106453° , longitude -38.217287°

Galeria: latitude -6.107458° , longitude -38.214643°

Passagem Molhada 2: latitude -6.104279° , longitude -38.213839°

Figura 13 - *Mecanismos importantes de drenagem*



Fonte: Google Earth 11/10/2021

A figura 14 é uma análise da área inundada em 3D utilizando o Google Earth, com cota no limite, ou seja em casos de enchentes como a que ocorreu em 2004.

Figura 14 - *Mapa de suscetibilidade para inundação modelo 3D - Google Earth*



Fonte: Google Earth 11/20/2021

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as tragédias do rompimento das barragens da Samarco em Mariana (MG) e da Vale em Brumadinho (MG) as preocupações com esses desastres aumentaram, fazendo com que cidades e estados criasse um plano de contingência de prevenção de acidentes. Em Pau dos Ferros com a transposição do rio São Francisco tornando realidade, as autoridades do município se mobilizaram para identificar quais possíveis riscos. Foi identificado pela defesa civil e pesquisadores um risco real no açude 25 de março. Onde o mesmo já foi um importante afluente da população.

Foi identificado construções de alvenaria em locais muito próximo ao açude e aos vertedouros onde a situação é mais crítica, por ter casas na mesma zona de escoamento da água, vegetação e obstáculos que impedem a vazão da sangria. Portanto essas construções foram feitas de forma inapropriada colocando em risco os próprios moradores.

A partir do mapeamento da microbacia é preocupante a existência de vários bairros que correm risco de enchentes pelo fato dos problemas identificados nos vertedouros quanto à redução da vazão. Portanto, num cenário de aumento do índice anual de chuvas acima da média para a região, quando o reservatório atingir sua capacidade máxima, várias casas poderão ser atingidas.

A barragem se encontra visivelmente assoreada e com proliferação generalizada de macrófitas, popularmente identificadas como “Aguapés”, devido ao despejo de efluentes no açude, o que aumenta a quantidade de matéria orgânica na água e diminui sua potabilidade e níveis de oxigênio, provocando a morte de peixes.

É extremamente importante sensibilizar a população afetada sobre os riscos a que está submetida em audiência pública, ou reunião do Conselho Municipal de Proteção e Defesa Civil.

Cabe à Coordenadoria Municipal de Proteção e à Defesa Civil a redação de um Plano de Contingência para Inundação e outro para riscos tecnológicos relacionados à segurança das barragens dos municípios, que se enquadrem na Política Nacional de Segurança de Barragem.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas (Brasil). **Guia Prático de Pequenas Barragens**. -- Brasília: ANA, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Relatório de segurança de barragens 2019. Brasília, ANA, 2019 Disponível em:. Acesso em 09 de junho de 2021.
- ARAÚJO, L. E. [et al.]. **Impactos ambientais em bacias hidrográficas – Caso da bacia do rio Paraíba**. Revista Tecnológica, v. 13, n. 2, p. 109-115, 2009.
- BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Estabelece A Política Nacional de Segurança de Barragens Destinadas à Acumulação de água Para Quaisquer Usos, à Disposição Final Ou Temporária de Rejeitos e à Acumulação de Resíduos Industriais, Cria O Sistema Nacional de Informações Sobre Segurança de Barragens e Altera A Redação do Art. 35 da Lei no 9.433, de 8 de Janeiro de 1997, e do Art. 4o da Lei no 9.984, de 17 de Julho de 2000**. Brasília, DF, 20 set. 2010.
- CBDB - COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. Main brazilian dams: design, construction and performance. ICOLD Publications, Brasil, 1982, 653 p.
- COSTA, Franklin Roberto da. **Inundações urbanas no Semiárido Nordeste: o caso da cidade de Pau dos Ferros - RN**.– Natal, RN, 2010.
- DIAGNÓSTICO DO USO E COBERTURA DA TERRA NOS RESERVATÓRIOS PÚBLICOS. revista Geonorte, Pau dos Ferros-RN, V.11, N.38, p.146-161, 2020.
- HULSING, Harry. Measurement of peak discharge at dams by indirect methods: U.S. Geological Survey Techniques of WaterResources Investigations. 2. ed. Washington, D.C: U.S. Government Printing Office, 1968. 29 p. (Techniques of Water-Resources Investigations of the United States Geological Survey).
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, Resultado dos Dados Preliminares do Censo– 2018.
- Lei** Federal Nº 14,066, de 30 de Setembro de 2020.
Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L14,066.htm>>. Acesso em: Setembro 2021. BRASIL.
- OLIVEIRA, É. D. [et al.]. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Cascavel, Guarapuava/PR**. Analecta, Guarapuava, v. 10, n. 2, p. 45-65, 2009.
- VERÓL, Aline Pires; MIGUEZ, Marcelo Gomes; MASCARENHAS, Flávio Cesar Borba. Propagação da Onda de Ruptura de Barragem Através de um Modelo Quasi-2D. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p.165-176, 22 nov. 2012.
- VERTEDOUROS. **Clube de engenharia**, ano. Disponível em:
<<http://portalclubedeengenharia.org.br/>>. Acesso em: 09/08/2021.