UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MALU BATISTA RAMOS MARTINS

ESTUDO DE CASO DA OBRA DE RECUPERAÇÃO DE DRENAGEM URBANA NAS TRÊS LAGOAS: A IMPORTÂNCIA SOCIAL DA ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

JOÃO PESSOA-PB
2021

MALU BATISTA RAMOS MARTINS

ESTUDO DE CASO DA OBRA DE RECUPERAÇÃO DE DRENAGEM URBANA NAS TRÊS LAGOAS: A IMPORTÂNCIA SOCIAL DA ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba, Campus João Pessoa, para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Professor Dr. Clovis Dias

JOÃO PESSOA - PB

2021

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M386e Martins, Malu Batista Ramos.
Estudo de caso da obra de recuperação de drenagem urbana nas Três Lagoas : a importância social da engenharia de infraestrutura / Malu Batista Ramos Martins. - João Pessoa, 2021.
36 f. : il.

Orientação: Clovis Dias.
TCC (Graduação) - Engenharia Civil/UFPB.

1. Drenagem urbana. 2. Cheias urbanas. 3. Três Lagoas.
4. Engenharia de infraestrutura. I. Dias, Clovis. II. Título.

UFPB/BSCT CDU 624 (043.2)

Elaborado por ROSANGELA GONCALVES PALMEIRA - CRB-216

FOLHA DE APROVAÇÃO

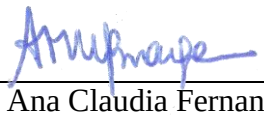
MALU BATISTA RAMOS MARTINS

ESTUDO DE CASO DA OBRA DE RECUPERAÇÃO DE DRENAGEM URBANA NAS TRÊS LAGOAS: A IMPORTÂNCIA SOCIAL DA ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

Trabalho de Conclusão de Curso em 07/12/2021 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Professor Dr. Clovis Dias
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO
(Aprovado/Reprovado)

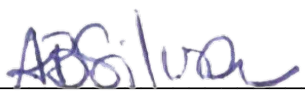


Professora Drª. Ana Claudia Fernandes M. Braga
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO
(Aprovado/Reprovado)

Professora Drª. Aline Flávia Nunes Remigio Antunes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO
(Aprovado/Reprovado)



Profª. Andrea Brasiliano Silva
Matrícula Siape: 1549557
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter colocado em meu coração um desejo que Ele me capacitou a realizar. Por guiar todos os meus passos na concretização desse sonho. Serei sempre grata por ser tão amada e poder acordar todos os dias com o dom da vida e alegria.

Agradeço a minha mãe, Telma Batista Ramos Martins, pelo maior amor que já conheci, por ela acreditar mais em mim do que eu mesma, por ser minha amiga e confidente, e ter sonhado esse sonho junto comigo.

Agradeço ao meu pai, Leonard Torres Martins, por ser meu exemplo de caráter, integridade e companheirismo. Por ter me ajudado a traçar os planos que me ajudaram a chegar até aqui.

Agradeço ao meu irmão, Ian Batista Ramos Martins, pela parceria da vida inteira, por sempre abdicar dele em prol dos meus desejos. Que ele saiba que a força que tirei quando precisei nesses 5 anos foi pensando no nosso futuro.

Agradeço ao meu namorado, Rhuan Francisco Antunes de Vasconcelos, por todo apoio durante esse último ano e por ter sido, além de tudo, lar.

Agradeço aos meus tios Roberto e Marcos Antônio pela ajuda para com minha família, incentivos e por torcerem sempre para meu sucesso.

Agradeço a minha amiga Luana Medeiros Araújo pela companhia dentro e fora do Campus, nos momentos felizes e nos mais difíceis, e por toda aventura compartilhada até com 308 km de distância.

Agradeço a empresa Arko Construções LTDA pela oportunidade de fazer parte dessa obra como estagiária, onde tanto aprendi e me encantei por esse lado da engenharia; pelas outras obras que trabalhei e trabalho e por todo aprendizado até aqui.

Agradeço ao professor Clovis Dias, pela disponibilidade e ajuda na orientação do trabalho.

A todos os professores do Curso de Engenharia Civil, pela contribuição para a minha formação acadêmica.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”.

(Carl Jung)

RESUMO

Por mais que a presença de água seja fator predominante para a evolução das cidades e a permanência da população em determinado local, a urbanização acelerada faz com que a água seja vista como um problema a medida que a impermeabilidade é aumentada pela remoção da vegetação no solo, resultando nas cheias. Para solucionar tais problemas, é necessário um projeto de drenagem urbana que direcione a água para um local adequado, não ficando acumulada em lugares impróprios e prejudicando o meio ambiente e a população. Dessa forma, com a ajuda dos conhecimento adquiridos ao longo da graduação, dados meteorológicos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba sobre a precipitação, informações da Defesa Civil, e sondagens realizadas no local, o presente trabalho, teve, por propósito, fazer um estudo de caso em uma comunidade do Jardim Veneza afim de identificar as prováveis causas das enchentes que vinham ocorrendo, analisar a eficácia do projeto de recuperação em seu sistema de drenagem e apresentar as melhorias que foram alcançadas após a obra finalizada.

Palavras-chave: Urbanização; cheias; drenagem urbana; obras públicas de infraestrutura.

ABSTRACT

As much as the presence of water is a predominant factor for the evolution of cities and the permanence of the population in a certain place, the accelerated urbanization makes water be seen as a problem as the impermeability is increased by the removal of vegetation on the ground, resulting in the floods. To solve these problems, an urban drainage project that directs the water to a suitable location is necessary, avoiding accumulation in inappropriate places and harming the environment and the population. Thus, with the help of knowledge acquired during graduation, meteorological data from the Executive Agency for Water Management of the State of Paraíba on precipitation, information from Civil Defense, and surveys carried out on site, the present work had, for purpose , carry out a case study in a community in Jardim Veneza in order to identify the probable causes of the floods that had been occurring, analyze the effectiveness of the recovery project in its drainage system and present the improvements that were achieved after the work was completed.

Keywords: Urbanization; floods; urban drainage; infrastructure public works.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - SITUAÇÃO NATURAL X BACIA URBANIZADA 11
FIGURA 2- MAPA BAIRRO JARDIM VENEZA, JOÃO PESSOA-PB 14
FIGURA 3 - COMUNIDADE SAGRADA FAMÍLIA E RUA DAS DOMÉSTICAS 15
FIGURA 4 - PARQUE TRÊS LAGOAS 16
FIGURA 5 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS – BAIRROS 16
FIGURA 6 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS – AS 7 LAGOAS 17
FIGURA 7 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS, ÁREA E DISTÂNCIA 1 18
FIGURA 8 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS, ÁREA E DISTÂNCIA 2 18
FIGURA 9 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS, ÁREA E DISTÂNCIA 3 19
FIGURA 10 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS, ÁREA E DISTÂNCIA 4 19
FIGURA 11 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS, ÁREA E DISTÂNCIA 5 20
FIGURA 12 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS, ÁREA E DISTÂNCIA 6 20
FIGURA 13 - AÇUDE DAS TRÊS LAGOAS, ÁREA E DISTÂNCIA 7 21
FIGURA 14 – CASA DOS MORADORES DA COMUNIDADE 22
FIGURA 15 – RUA DAS DOMÉSTICAS ALAGADA 22
FIGURA 16 – MANIFESTAÇÃO DOS MORADORES NA BR-230 23
FIGURA 17 – LOCALIZAÇÕES REDE A E REDE B 24
FIGURA 18 - PLANTA DRENAGEM REBE B 25
FIGURA 19 - PLANTA DRENAGEM REBE B. 26
FIGURA 20 - TUBULAÇÃO EXISTENTE 800MM 28
FIGURA 21 - TUBULAÇÃO NOVA 1200MM E ARMADURA DO PV 1 REDE B. 28
FIGURA 22 - TOMADA D'ÁGUA REDE B. 29
FIGURA 23 - PV1 CONCRETADO REDE B. 29
FIGURA 24 - DISSIPADOR DE ENERGIA EM PROCESSO DE CONSTRUÇÃO REDE A 30
FIGURA 25 - DISSIPADOR CONCRETADO REDE A. 30
FIGURA 26 – PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA EM JUNHO DE 2019. 31
FIGURA 27 – PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA EM JUNHO DE 2020. 31
FIGURA 28 – PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DE JOÃO PESSOA EM JUNHO DE 2021. 31

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10

1.1 Objetivo geral 10

1.1.2 Objetivos específicos 10

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 10

2.1 Cheias Urbanas 10

2.2 Drenagem Urbana 12

3 METODOLOGIA 13

4 A COMUNIDADE TRÊS LAGOAS 14

5 O AÇUDE TRÊS LAGOAS 16

6 PROBLEMÁTICA 21

7 PROJETO DE DRENAGEM 23

7.1 Dispositivos de Drenagem 26

8 RESULTADOS 27

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS 33

REFERÊNCIAS 34

1. INTRODUÇÃO

A presença de rios e, mais diretamente, a presença de água sempre foi um fator importante para o crescimento das cidades, desenvolvimento da população e fixação das comunidades. Essa urbanização introduz uma série de modificações no uso e ocupação do solo que gera impactos no meio ambiente em que a própria comunidade está inserida.

A célere urbanização fez agravar os problemas de enchentes urbanas, de modo que o desenvolvimento urbano tende a remover a cobertura vegetal original, a aumentar a impermeabilização, a introduzir obras de canalização e a ocupar planícies ribeirinhas (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2015).

Nesse sentido, constantes cheias vinham aterrorizando a Comunidade Três Lagoas, que há 60 anos se instalou às margens do Açude das Três Lagoas, em João Pessoa-PB. Essa ocupação da população ribeirinha em uma área tão crítica só será solucionada com uma recuperação em seu sistema de drenagem urbana.

1.1 Objetivo geral

Apresentar a importância social de uma obra pública de recuperação de drenagem urbana através de um estudo de caso.

1.1.2 Objetivos específicos

• Identificar as possíveis causas das enchentes que ocorriam na Comunidade Três Lagoas, no Bairro do Jardim Veneza, em João Pessoa-PB;

• Analisar o projeto de drenagem que foi elaborado com o intuito de solucionar tal problemática;

• Apresentar, após a realização da obra, as melhorias que foram realizadas na comunidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cheias Urbanas

O excesso de escoamento superficial, consequência de uma precipitação intensa, geram as cheias naturais. Tal processo hidrológico é cíclico, natural e

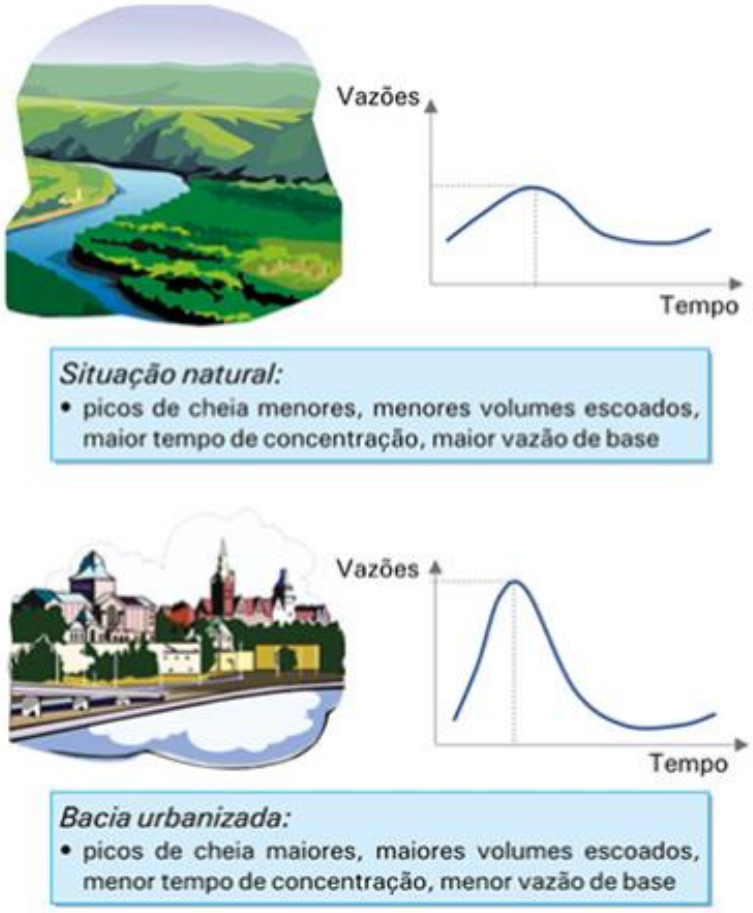
benéfico para o meio ambiente. Porém, as cidades que necessitam de água se prejudicam com o excesso de escoamento que muitas vezes se convertem em inundações no ambiente construído.

Além do próprio processo de urbanização que, ao alterar o uso do solo, agrava as enchentes urbanas, a remoção da vegetação natural, a impermeabilização de vastas áreas sem o devido controle, a redução de áreas naturais de retenção pela regularização do terreno e a eventual ocupação marginais aos rios são algumas das diversas ações críticas para a drenagem de uma bacia.

Desse modo, vemos que toda essa modificação resulta no aumento e adiantamento do pico de uma cheia, por ter mais água disponível para escoar, com o aumento da taxa de escoamento superficial, e que essa água passa a escoar mais rapidamente, pela diminuição das retenções superficiais e vegetais, devido à impermeabilização da bacia (FIGURA 1).

Estatísticas mostram que as cheias são o fenômeno natural que mais causa danos e perdas ao redor do mundo. De acordo com Freeman (1999), 60% das perdas de vidas humanas e 30% das perdas econômicas causadas por desastres naturais ocorrem devido a enchentes (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2015).

Figura 1 - Situação natural x Bacia urbanizada



Fonte: Miguez; Veról; Rezende (2015)

2.2 Drenagem Urbana

A drenagem urbana faz parte do contexto do Saneamento Básico e, conforme prevê Lei Federal nº 11.445, de 2007 (BRASIL, 2007), ela é um serviço que deve ser prestado considerando a universalização do acesso e a sua integração com os demais serviços de saneamento, como o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. Para os efeitos da Lei, considera-se drenagem urbana como “o conjunto de atividades e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.” (BRASIL, 2007)

Tradicionalmente, a drenagem é definida como o conjunto de elementos, interligados em um sistema, destinados a recolher as águas pluviais precipitadas

sobre uma determinada região, conduzindo-as, de forma segura, a um destino final. Mais modernamente, pode-se acrescentar a esse conjunto de atividades de coleta e condução também a infiltração, sempre que possível, e a armazenagem, como formas de promover uma solução com um funcionamento que procura recuperar parte do ciclo hidrológico natural. E são essas águas que podem se tornar inconvenientes ou prejudiciais devido a sua quantidade, pois seu excesso pode provocar grandes inundações que, consequentemente, degradam o ambiente e provocam problemas de saúde pública (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2015).

Os sistemas de drenagem urbana englobam dois subsistemas característicos: a microdrenagem e a macrodrenagem. A primeira, é definida por um sistema de condutos em nível de loteamento ou de rede primária urbana, construído localmente para captação distribuída dos escoamentos superficiais gerados pelas áreas urbanizadas, sendo destinado a receber e conduzir as águas das chuvas vindas de construções, lotes, ruas, praças.

Já a macrodrenagem corresponde à rede de maior porte, e recebe águas já concentradas, tais como canalizações, galerias de maior dimensão, barragens, etc.

A compreensão de como a urbanização afeta o processo de geração de cheias é um ponto crucial para o adequado planejamento e projeto de drenagem e controle de inundações nas cidades. Tais problemas precisam ser tratados de forma adequada e soluções técnicas devem evoluir para enfrentá-los (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2015).

3 METODOLOGIA

Afim de conhecer a população e a dinâmica da Comunidade Três Lagoas, foi visitado o local. Foram feitas buscas e sondagens para encontrar possíveis sistemas de drenagem ou dispositivos de drenagem, tendo em vista que o plano de drenagem e saneamento da cidade não está atualizado. Depois de apresentada a comunidade, analisamos as possíveis causas das cheias que vinham ocorrendo desde 2019 no bairro do Jardim Veneza, com o auxílio dos dados meteorológicos de precipitação da Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba. Descobertas as causas, foi analisado o projeto de recuperação de drenagem urbana que fora executado no Açude das Três Lagoas por meio do conhecimento teórico adquirido durante a graduação do curso de engenharia civil, como apostilas de professores, livros técnicos, e utilização

de *softwares* de engenharia como *AutoCAD*, *Excel e Hydros*. Logo, após analisar a execução do projeto in loco e entrar em contato com os articuladores da Defesa Civil, procurou-se verificar a eficiência do projeto, principalmente após a conclusão da obra, em decorrência das antigas enchentes que vinham prejudicando essas famílias. Portanto, trata-se de um estudo interdisciplinar o qual procurará mostrar a importância social das obras públicas de infraestrutura não só para a comunidade em estudo, mas a toda população da cidade de João Pessoa.

4 A COMUNIDADE TRÊS LAGOAS

A comunidade do nosso estudo de caso está situada no Bairro Jardim Veneza (FIGURA 2), zona oeste do município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, com população de 12.812 habitantes (SIDRA, 2021).

Figura 2 - Mapa Bairro Jardim Veneza, João Pessoa-PB

Fonte: *Google Earth* (2021)

A Comunidade Três Lagoas, também é conhecida como Comunidade Beira Molhada ou Comunidade Sagrada Família. Ela tem aproximadamente 60 anos de

existência e é composta apenas por três ruas, uma voltada para comércio e as outras duas para residência dos moradores da comunidade, tendo a rua das Domésticas como sua principal, a qual foi a maior prejudicada pelas enchentes das chuvas em junho de 2019. (FIGURA 3).

Figura 3 - Comunidade Sagrada Família e Rua das Domésticas

Fonte: *Google Earth* (2021)

A princípio nessa localidade não deveria haver residência devido à proximidade com o Açude das Três Lagoas, que alagava constantemente a área devido às enchentes. Porém, em um período de seca, famílias carentes construíram a comunidade sem preocupação com os períodos chuvosos, nem conhecimento acerca dos alagamentos, pois se alimentavam em parte com a subsistência da própria Lagoa, como peixes.

Em 2006, o Estado fez uma grande reforma na região, denominando-a de Parque das Três Lagoas. No Parque, além de tantas outras obras, foi instalada uma tubulação de drenagem de 800mm que evitou por muito tempo os transbordamentos do Açude (FIGURA 4).

Hoje, a comunidade pertence à 6ª região de João Pessoa, que comporta, além do Jardim Veneza, os bairros das Indústrias, Distrito Industrial, Mumbaba e Mussuré.

Figura 4 - Parque Três Lagoas

Fonte: World Orgs (2021)

5 O AÇUDE TRÊS LAGOAS

O Açude das Três Lagoas, está inserido na Bacia do Paraíba, e localiza-se no entroncamento das BR's 101 e 230, onde estão os Bairros do Cristo Redentor, Jardim Veneza, Oitizeiro e Ernani Sátiro, onde popularmente chama-se de conjunto Esplanada (FIGURA 5).

Figura 5 - Açude das Três Lagoas - Bairros

Fonte: *Google Earth* (2021)

As Três Lagoas são, na verdade, 7 (sete) lagoas (FIGURA 6), totalizando 214.481,75 m² de área, resultantes das depressões do terreno natural que foram divididas pela urbanização das estradas próximas às lagoas e, principalmente, da construção do viaduto Ivan Bichara, obra realizada pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes) (FIGURA 7; FIGURA 8; FIGURA 9; FIGURA 10; FIGURA 11; FIGURA 12; FIGURA 13).

Figura 6 - Açude das Três Lagoas – As 7 lagoas

Fonte: *Google Maps* (2021)

Figura 7 - Açude das Três Lagoas, área e distância 1

Fonte: *Google Earth* (2021)

Figura 8 - Açude das Três Lagoas, área e distância 2

Fonte: *Google Earth* (2021)

Figura 9 - Açude das Três Lagoas, área e distância 3

Fonte: *Google Earth* (2021)

Figura 10 - Açude das Três Lagoas, área e distância 4

Fonte: *Google Earth* (2021)

Figura 11 - Açude das Três Lagoas, área e distância 5

Fonte: *Google Earth* (2021)

Figura 12 - Açude das Três Lagoas, área e distância 6

Fonte: *Google Earth* (2021)

Figura 13 - Açude das Três Lagoas, área e distância 7

Fonte: *Google Earth* (2021)

Mesmo sendo popularmente conhecidas como Açude das Três Lagoas, elas não são um açude. Por açude ser um tipo de barreira artificial - conhecido como barragem, utilizada para reter grandes quantidades de água com a finalidade de abastecimento de áreas agrícolas, residenciais, industriais, produção de energia elétrica ou até defesa contra cheias de rios, fica claro que as Três Lagoas são lagoas, e não açude – nem lagos, devido as suas extensões.

6 PROBLEMÁTICA

Em meados de junho de 2019, no Bairro Jardim Veneza, tem ocorrido constantes alagamentos na comunidade Três Lagoas, devido ao aumento da precipitação de água resultado do encontro de massas de ar úmidas do Oceano Atlântico que sobem até o nordeste. Além da maior incidência de chuvas, o açude das Três Lagoas, localizado na Bacia Hidrográfica Paraíba (AESA, 2021) encontra-se obstruído e assoreado o que, mesmo possuindo um sistema de drenagem de 800 milímetros, não está comportando a vazão ideal em adição dos vazamentos pelo precário serviço de rejunte interno dos tubos (macho e fêmea). Dessa forma, o volume de água do açude não está sendo direcionado de forma esperada para a nascente do Rio Jaguaribe, que fica do lado oposto, atravessando a BR-230.

Com as chuvas e inundações, as pessoas da comunidade, incluindo idosos e crianças, estavam vivendo em situação de extrema vulnerabilidade. Na rua das Domésticas, segundo a Defesa Civil, na Rua das Domésticas a lâmina d'água chegou a uma altura de 1,20 m e estimou-se 105 famílias prejudicadas, destas, 66 foram desabrigadas (G1 PARAÍBA, 2019) (FIGURA 14; FIGURA 15).

Figura 14 – Casas dos moradores da comunidade

Fonte: G1 Paraíba (2021)

Figura 15 – Rua das Domésticas alagada

Fonte: G1 Paraíba (2021)

Em busca de solucionar os constantes alagamentos na área, entraram em contato com a Defesa Civil e com a Prefeitura de João Pessoa, mas não obtiveram retorno. Alegando a falta de posicionamento dos órgãos, os moradores da comunidade interditaram a BR-230 com pneus queimados. O protesto iniciou por volta das 16h e, segundo a Polícia Rodoviária Federal (PRF), foi encerrada às 18h40 - e a via, liberada (G1 PARAÍBA, 2019) (FIGURA 16).

Figura 16 – Manifestação dos moradores na BR-230

Fonte: G1 Paraíba (2021)

7 PROJETO DE DRENAGEM

O projeto de recuperação de drenagem das Três Lagoas foi projetado pela Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEINFRA), com o intuito de solucionar o problema dos constantes alagamentos na comunidade Três Lagoas, trata-se, portanto, de uma macrodrenagem.

A recuperação foi dividida em duas etapas. Ambas foram licitadas em editais diferentes, podendo serem realizadas por empresas diferentes. A etapa I já foi licitada e a obra realizada, a qual continha algumas mudanças no sistema de drenagem das Três Lagoas na REDE A e na REDE B (FIGURA 17).

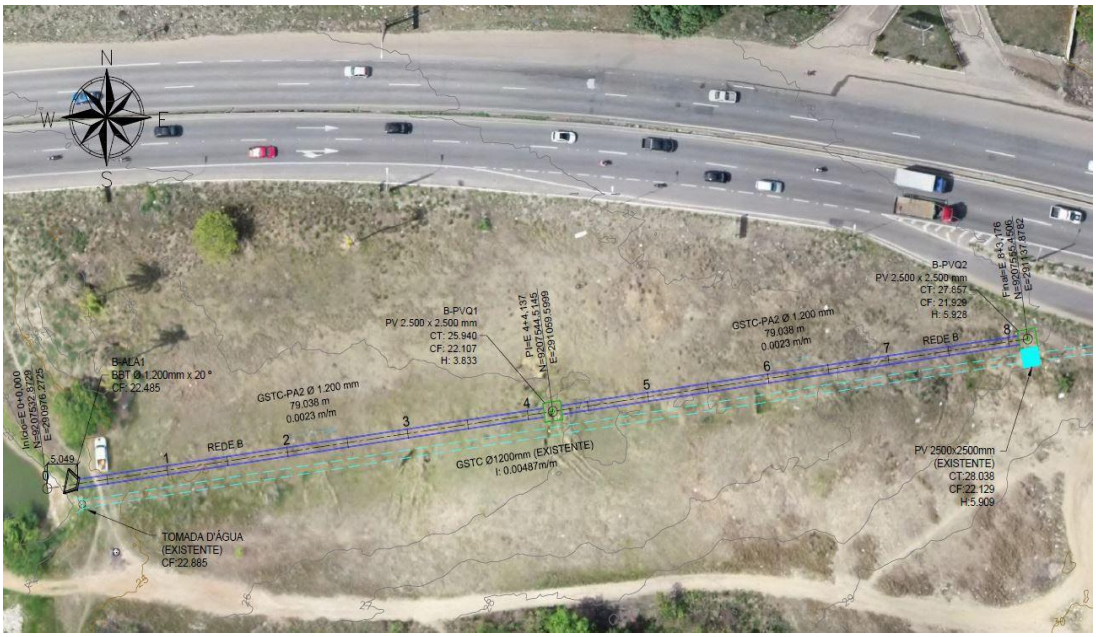
Figura 17 – Localizações REDE A e REBE B

Fonte: *Google Earth* (2021)

Para isso, foi analisado todo sistema de drenagem já existente entre as Três Lagoas, que passa pela BR-230 e tem seu fim à montante do Rio Jaguaribe.

Assim, observou-se que a geratriz inferior da tubulação de 800 mm ficava a -60 cm da Rua das Domésticas, da Comunidade Três Lagoas, no lado esquerdo da BR. Como já é sabido, tal tubulação estava obstruída, assoreada e com vazamentos no encontro das bocas dos tubos. Essa foi definida como REDE B (FIGURA 18).

Figura 18 - Planta drenagem REBE B

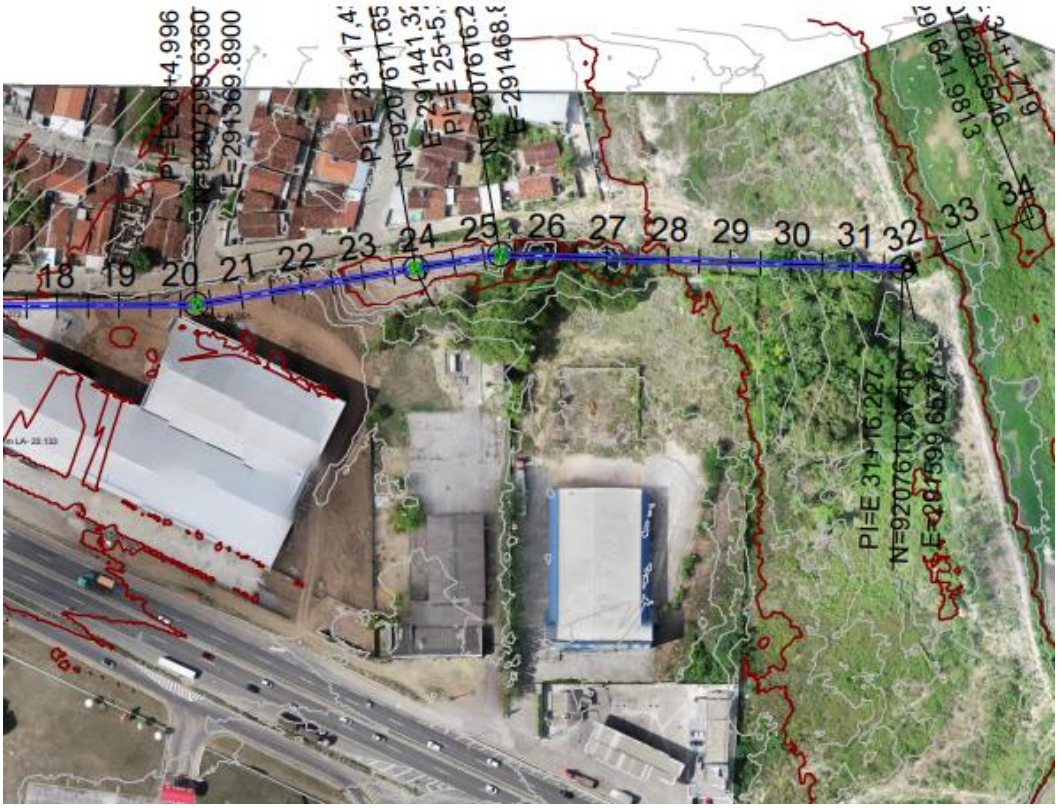


Fonte: SEINFRA (2021)

Na REDE B, foi necessário refazer os rejuntes internos e externos da tubulação de 800mm, para que os vazamentos cessassem. Também foi instalada uma tubulação de drenagem paralela de 1200 mm, com diferença de cota de -40 cm em relação à geratriz inferior da mais antiga, de 800 mm, o que fez com que a diferença de cota para a Rua das Domésticas chegasse a 1 m. E, por fim, a demolição do poço visita (PV) existente próximo a BR, no final da tubulação de 800 mm, que seria substituído por dois novos PVs, um na estaca E4 + 4,137 de 2500 x 2500 x 2000 e outro na estaca E8 + 3,176, de 2500 x 2500 x 5000mm unindo as duas tubulações, substituindo o antigo, próximo a BR.

Do lado oposto, fora construído um galpão de lojas por uma empresa privada em cima da tubulação que destinava a água para a nascente do Rio Jaguaribe, em cima da tubulação já existente. Para a REDE A, foi preciso a instalação de uma tubulação de 1500 mm, com 3 PVs, um na estaca E20 + 4,99, outro na E23 + 17,4 e o terceiro na E25 + 5 e um dissipador à montante do Rio Jaguaribe, na estaca E 34 + 1,71. A REDE A (FIGURA 19).

Figura 19 - Planta drenagem REBE A.



Fonte: SEINFRA (2021)

Dessa forma, o projeto prometia diminuir os constantes alagamentos na comunidade do Jardim Veneza, em João Pessoa-PB, mesmo sem a recuperação da rede completa, já que a etapa II da obra ainda será licitada pelo órgão competente.

7.1 Dispositivos de Drenagem

Os dispositivos de drenagem são destinados a conduzir para locais de deságue seguro as águas captadas pelas caixas, dissipar a energia do fluxo de água reduzindo sua velocidade tanto para o terreno natural ou para outro dispositivo. São exemplos de dispositivos as sarjetas, boca de lobo, poços visitas, caixas de passagem, dissipador e tomada de água.

No projeto das Três Lagoas, foram necessários cinco poços visitas (PV), uma tomada d'água (ALA) e um dissipador.

O poço visita é uma câmara visitável através de abertura existente em sua parte superior, destinado à execução de trabalhos de manutenção e inspeção nas

tubulações da rede coletora de água ou esgoto. Ele garante a efetividade dos projetos urbanos relacionados ao acesso às redes de serviços subterrâneos. Foi realizado em duas dimensões: 2500 x 2000 x 2000 mm e 5000 x 2000 x 2000 mm.

A ALA, também conhecida como tomada d'água ou entradas de água são dispositivos que coletam as águas direcionadas por meios-fios ou sarjetas e as conduzem às descidas de água em pontos baixos, limitando a vazão máxima de condução. Foi construída uma ALA na Rede B, a jusante das Três Lagoas, de 1,60 m de altura.

O dissipador foi construído à montante do Rio Jaguaribe, na Rede A, com 2 m de altura. O dissipador de energia tem o intuito de promover a redução da velocidade de escoamento nas entradas, saídas ou ao longo da tubulação, reduzindo, assim, os riscos dos efeitos de erosão nos próprios dispositivos ou nas áreas adjacentes. (DNIT, 2021).

8 RESULTADOS

As causas dos constantes alagamentos em 2019, possivelmente, foi a obstrução do Açude das Três Lagoas, juntamente com o vazamento da tubulação de 800 mm e a intensidade de precipitação no mês de junho daquele mesmo ano.

A obra foi iniciada em maio de 2020 e foi entregue em dezembro do mesmo ano, totalizando em 7 meses de obra. Foi tudo realizado conforme projeto: na REDE B, foi acrescentada uma tubulação de drenagem de 1200 mm, dois poços visitas e uma tomada d'água, além da correção do rejunte da drenagem de 800 mm antiga. Na REDE A, foi instalada a tubulação de 1500 mm, três poços visitas e um dissipador de energia (FIGURA 20; FIGURA 21; FIGURA 22; FIGURA 23; FIGURA 24; FIIGURA 25).

Figura 20 - Tubulação existente 800mm

Fonte: Autoria própria

Figura 21 - Tubulação nova 1200mm e armadura do PV 1 REDE B.

Fonte: Autoria própria

Figura 22 - Tomada d'água REDE B

Fonte: Autoria própria

Figura 23 - PV1 concretado REDE B.

Fonte: Autoria própria

Figura 24 - Dissipador de energia em processo de construção REDE A

Fonte: Autoria própria

Figura 25 - Dissipador concretado REDE A.

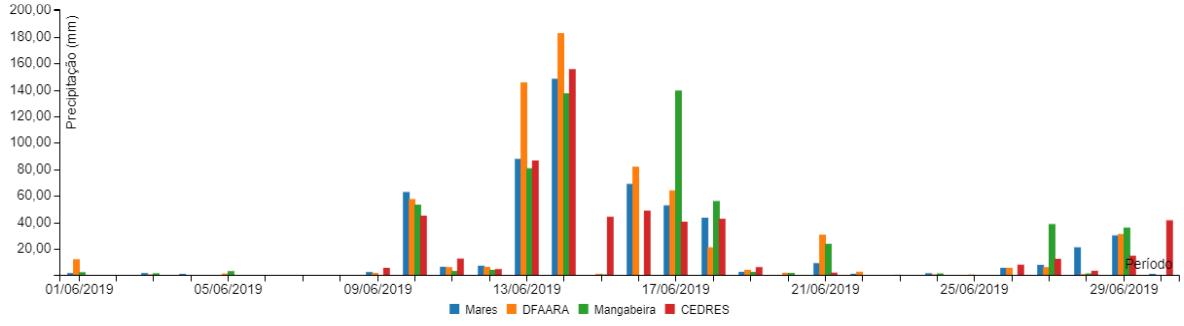
Fonte: Autoria própria

Analisando o projeto já executado, ele obteve êxito. Além de ser aprovado pela fiscalização da Secretaria de Infraestrutura nos critérios de tempo e da forma que foi executado, foi aprovado em todos os controles tecnológicos necessários para dispositivos de drenagem, conforme a NORMA DNIT 030/2004 ES.

Quanto as melhorias que foram realizadas após a conclusão da obra, tem-se que levar em conta o mês que foi o mais crítico para a Comunidade no ano de 2019, para os próximo anos, além da satisfação e bem-estar da população.

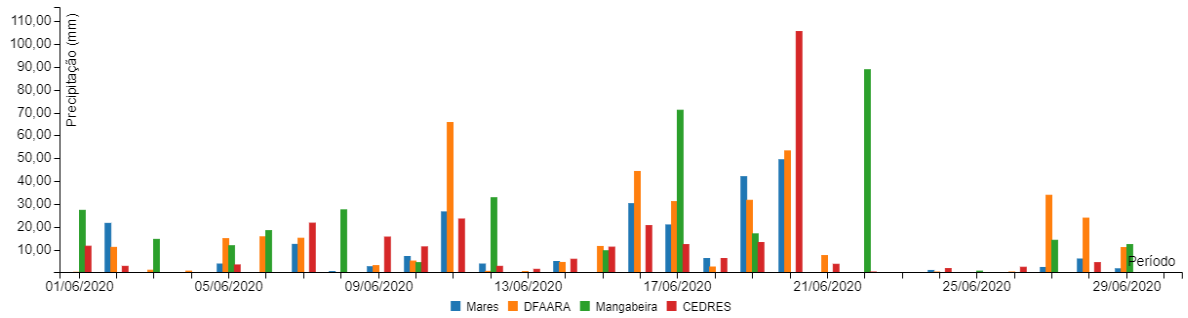
O volume de chuva até junho de 2019 foi o maior nos últimos 30 anos, segundo a Defesa Civil. Por ter sido junho o mês mais chuvoso em 2019, na Comunidade Três Lagoas, e ser normalmente o mês mais chuvoso do ano no município de João Pessoa, analisamos os resultados por ele, de acordo com dados meteorológicos da Agência Executiva – é importante ressaltar que mais do que o volume de precipitação, a intensidade (mm/h) tem uma maior parcela nas causas das enchentes, por mais que nos gráficos da AESA seja fornecido apenas o volume diário. Em junho de 2020, no decorrer da recuperação da drenagem, ainda houve cheias na Comunidade, mesmo com metade da precipitação diária máxima do ano anterior, o que já era previsto devido a não conclusão da obra. Em junho de 2021, 6 meses depois da obra ser finalizada, não houve alagamentos, por mais que a precipitação diária máxima tenha reduzido em 60% de 2020 e em 77,78% de 2019 (FIGURA 26; FIGURA 27; FIGURA 28).

Figura 26 – Precipitação no município de João Pessoa em junho de 2019.



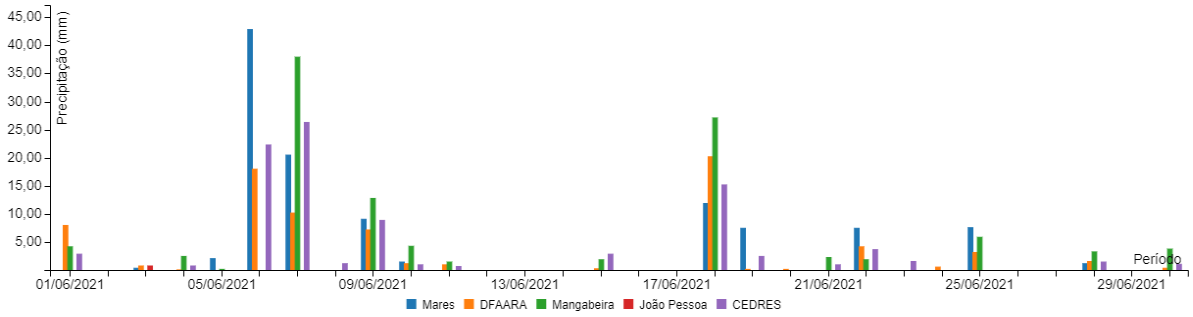
Fonte: *AESA* (2021)

Figura 27 - Precipitação no município de João Pessoa em junho de 2020.



Fonte: *AESA* (2021)

Figura 28 - Precipitação no município de João Pessoa em junho de 2021.



Fonte: *AESA* (2021)

A etapa I da recuperação de drenagem nas diversas ruas de João Pessoa atingiu seu objetivo de cessar, pelo menos parcialmente, os constantes alagamentos na comunidade Três Lagoas, principalmente no mês de junho, onde há a maior precipitação do ano.

Segundo os articuladores da Comunidade Três Lagoas, que também são moradores da mesma, não houve alagamentos no ano de 2021 e a população encontra-se satisfeita. A quantidade de pessoas doente diminuiu, pois a água que fora represada nas ruas estava contaminada e exalava um odor insuportável, além de muito lixo acumulado e insetos.

A Defesa Civil de João Pessoa continua com os esforços concentrados em prestar assistência às famílias que residiam na comunidade Três Lagoas e os agentes visitaram todas as famílias e averiguaram a situação da estrutura dos imóveis que foram afetados pela enchente. A Secretaria de Infraestrutura realizou o cadastramento e identificação das pessoas afetadas e realizou distribuição de cestas básicas e kits de higiene pessoal aos moradores.

É importante ressaltar que, dependendo do volume de precipitação, pode voltar a alagar a comunidade, não com a mesma gravidade, nem com lâminas de água tão altas, tendo em vista que a etapa II da obra ainda não foi realizada até o presente trabalho, e só com as duas tem-se a garantia do suporte da vazão total do Açude das Três Lagoas e seu devido escoamento para a jusante do rio Jaguaribe.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude dos resultados apresentados, houve consequências significativas para os moradores da Comunidade Três Lagoas que se estendem a toda população de João Pessoa, como melhoria da saúde e maior qualidade de vida.

Dessa forma, observa-se a indispensabilidade de um governo com plano diretor ativo, atualizado e com reservas de capital para obras públicas de infraestrutura, pois a medida que traz vantagens sociais para a população, traz economias futuras para o Estado e mantém a preservação do meio-ambiente.

Assim, proponho que novas pesquisas sejam feitas acerca de outras populações ribeirinhas que estejam passando ou possam passar pela mesma situação, para que a Prefeitura já se antecipe antes das manifestações.

Por fim, concluo que a execução da obra cumpriu os objetivos do projeto de deter as cheias que ocorriam na Comunidade; e o estudo de caso, os resultados do trabalho: mostrar a importância de obras de infraestrutura para a população.

REFERÊNCIAS

AESA: Agência Executiva de Gestão das Águas. 2021. Disponível em: http://siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-sig/. Acesso em: 2 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº LEI Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. 5 jan. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 2 set. 2021.

CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. 2015. 384 p. ISBN 978-85-7975-160-8.

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 2021. Disponível em: http://www1.dnit.gov.br/arquivos_internet/ipr/ipr_new/normas/DNIT022_2004_ES.pdf . Acesso em: 30 set. 2021.

MIGUEZ, Marcelo; VERÓL, Aline; REZENDE, Osvaldo. **Drenagem Urbana:** Do projeto tradicional à sustentabilidade. 1. ed. GEN LTC, 2015. 384 p. ISBN 9788535277470.

PREFEITURA DE JOÃO PESSOA. Obras e intervenções da Prefeitura de João Pessoa amenizam impacto das chuvas na comunidade Três Lagoas. 11 ago. 2020. Disponível em: https://www.joaopessoa.pb.gov.br/noticias/obras-e-intervencoes-da-prefeitura-de-joao-pessoa-amenizam-impacto-das-chuvas-na-comunidade-tres-lagoas/. Acesso em: 07 dez. 2021

G1 PARAÍBA. Moradores das comunidades Três Lagoas e Jardim Veneza interditam BR-230, em João Pessoa: Alagamentos nas comunidades e falta de respostas da Prefeitura e da Defesa Civil seriam os motivos para o protesto. **G1 PB**, p. 1, 13 jun. 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/06/13/moradores-das-comunidades-tres-lagoas-e-jardim-veneza-interditam-br-230-em-joao-pessoa.ghtml. Acesso em: 2 set. 2021.

G1 PARAÍBA. MP abre inquérito para apurar situação da Comunidade Três Lagoas, em João Pessoa: Famílias estão desabrigadas e água acumulada desde junho não

escoou, segundo MP.. **G1 PB**, p. 1, 15 jul. 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2019/07/15/mp-abre-inquerito-para-apurar-situacao-da-comunidade-tres-lagoas-em-joao-pessoa.ghtml. Acesso em: 2 set. 2021.

DNIT: Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Drenagem - Dispositivos de drenagem pluvial urbana - Especificação de serviço. 2004. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-normas/coletanea-de-normas/especificacao-de-servico-es/dnit_030_2004_es.pdf. Acesso em: 07 dez. 2021.

GOOGLE EARTH. 2021. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/place/Jardim+Veneza,+Jo%C3%A3o+Pessoa+-+PB/@-7.1628761,-34.9245158,5682m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x7ace908e5f656eb:0xfa4c4f457b2b6a6!8m2!3d-7.1626571!4d-34.9093086. Acesso em: 2 set. 2021.

GOOGLE EARTH. 2021. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/place/A%C3%A7ude+das+Tr%C3%AAs+Lagoas/@-7.1667717,-34.8967199,710m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x7ace9a53717212d:0x41de73c9fc77aa16!8m2!3d-7.167064!4d-34.8944853. Acesso em: 2 set. 2021.

GOOGLE EARTH. 2021. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/place/Comunidade+Sagrada+Fam%C3%ADlia/@-7.1632552,-34.9050963,710m/data=!3m2!1e3!4b1!4m5!3m4!1s0x7ace9ec90e191e7:0xfe6bdc0d53c58206!8m2!3d-7.1632463!4d-34.9028916. Acesso em: 2 set. 2021.

GOOGLE MAPS. 2021. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/place/Jardim+Veneza,+Jo%C3%A3o+Pessoa+-+PB/@-7.1628761,-34.9245158,14z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x7ace908e5f656eb:0xfa4c4f457b2b6a6!8m2!3d-7.1626571!4d-34.9093086. Acesso em: 2 set. 2021.

GOOGLE MAPS. 2021. Disponível em: https://www.google.com.br/maps/place/A%C3%A7ude+das+Tr%C3%AAs+Lagoas/@-7.1667717,-34.8967199,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x7ace9a53717212d:0x41de73c9fc77aa16!8m2!3d-7.167064!4d-34.8944853. Acesso em: 2 set. 2021.

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática: Banco de tabelas estatísticas. 2021. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil. Acesso em: 11 set. 2021.

WORLD ORGS. Parque Três Lagoas. João Pessoa, 2021. Disponível em: https://br.worldorgs.com/cat%C3%A1logo/jo%C3%A3o-pessoa/parque/parque-tr%C3%AAs-lagoas. Acesso em: 2 set. 2021.

AESA: Agência Executiva de Gestão das Águas. 2021. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas-

grafico/?id_municipio=95&date_chart=2021-11-23&period=week. Acesso em: 23 nov. 2021.