

# Drenagem urbana: uma proposta de dragagem da Lagoa Olho D'Água, uma possível solução para problemas de alagamento em seu entorno. Estudo de caso das precipitações pluviométricas no bairro de Piedade – Jaboatão dos Guararapes.

Jaquelline Meirelly Araújo Feitoza.

Estudante de Engenharia civil, Jaboatão dos Guararapes, Brasil, meirelly2007@gmail.com.

Felipe Oliveira Tenório da Silva.

Professor do Curso de Engenharia Civil, UniFG, Recife, Brasil, felipetenorio2001@gmail.com.

**RESUMO:** A Lagoa Olho d'Água é considerada a maior lagoa urbana de formação de restinga do Brasil, possui um ecossistema de grande potencial paisagístico, localizada na Bacia do Rio Jaboatão, zona sul do município de Jaboatão dos Guararapes/PE, tem uma microbacia com 33,5 km<sup>2</sup> de área de drenagem. Nos últimos anos, em defluência de uma forte pressão social e econômica, a lagoa vem sofrendo uma crescente degradação ambiental e seu assoreamento. Com o crescimento das cidades sem o planejamento adequado, tem aumentado a impermeabilização do solo, desrespeitando a sua topografia natural, a problemática da drenagem de águas pluviais é um tema presente. No estudo em questão tem como objetivo de avaliar a implantação da drenagem de detenção e infiltração de águas pluviais, as chamadas 'Lagoas de Captação', como solução para a redução de inundações na cidade de Jaboatão dos Guararapes-PE, avaliando os impactos causados no meio urbano. Para tal, foi realizado um levantamento pluviométrico da região, selecionando alguns lugares na cidade para estudo através da coleta de dados e consulta de órgãos fiscalizadores, com foco no meio urbano e considerando seus efeitos reais. Ao fim, são apresentadas soluções alternativas como sugestão para integração deste dispositivos, promovendo um bem-estar social e ambiental a esta área.

**PALAVRAS-CHAVE:** Lagoa Olho d'Água, drenagem urbana, degradação ambiental, pluviométrico, lagoas de captação.

**ABSTRACT:** Lagoon Olho d'Água is considered the largest urban lagoon of sandbank formation in Brazil, it has an ecosystem of great scenic potential, located in the Jaboatão river basin, south of the municipality of Jaboatão dos Guararapes/PE, it has a micro basin with 33.5 km<sup>2</sup> of drainage area. In recent years, as a result of strong social and economic pressure, the lagoon has been suffering increasing environmental degradation and silting. With the growth of cities without adequate planning, soil waterproofing has increased, disrespecting its natural topography, the problem of rainwater drainage is a present theme. The study in question aims to evaluate the implementation of detention drainage and infiltration of rainwater, the so-called 'Capture Lagoons', as a solution to reduce flooding in the city of Jaboatão dos Guararapes-PE, evaluating the impacts caused on the urban environment. To this end, a rainfall survey was carried out in the region, selecting some places in the city for study through data collection and consultation of inspection bodies, focusing on the urban environment and considering its real effects. At the end, alternative solutions are presented as a suggestion for the integration of this instrument, promoting social well-being and environment in this area.

**KEYWORDS:** Lagoon Olho d'Água, urban drainage, ambiental degradation, rainfall, capture ponds.

## 1 Introdução

Com as facilidades que o meio urbano oferece atualmente as cidades vem se desenvolvendo rapidamente, gerando um grande aumento populacional, ocasionando uma tendência em sentido contrário à manutenção do equilíbrio ambiental. Com a substituição das matas naturais pelas edificações, com uma crescente impermeabilização do solo, entre outros, o ciclo hidrológico natural da água, tem se modificado com o aumento do escoamento superficial e a redução da infiltração subterrânea. Vista disso é necessário ter o

equilíbrio entre a cidade e o meio ambiente, buscando uma relação mais harmônica, onde planejar e direcionar o desenvolvimento urbano são sem dúvidas o meio mais eficiente de se atingir esse equilíbrio ambiental e social almejado. No entanto ainda é uma realidade distante, onde consequências do adensamento<sup>1</sup> urbano escasso devido ao mau planejamento e infraestrutura têm impactos ambientais comuns e recorrentes.

Sem um controle adequado da administração pública, com as consequências das construções e pavimentações desenfreada, aumento da impermeabilidade do solo, a pressão imobiliária em torno das áreas verdes, tem um impacto direto no ciclo hidrológico trazendo consequências:

A rápida urbanização concentrou populações de baixo poder aquisitivo em periferias carentes de serviços essenciais de saneamento. Isto contribuiu para gerar poluição concentrada, sérios problemas de drenagem agravados pela inadequada deposição de lixo, assoreamento dos corpos d'água e consequente diminuição das velocidades de escoamento das águas. (MORAES e JORDÃO, 2002).

Com a carência de um planejamento que integre o solo urbano, as inundações são problemas recorrentes, a falta de um plano de drenagem em lugares com alto índice pluviométrico impacta diretamente no saneamento, além do mais, para a proliferação de doenças. As inundações por escoamento pluvial são definidas em dois tipos: as inundações ribeirinhas acontecem quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de absorver, superando a sua capacidade natural, e o excesso de volume ocupa a várzea inundando as áreas próximas aos rios; à medida que a população impermeabiliza o solo, da canalização do escoamento e a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem, gerando inundações resultantes da urbanização. (ROCHA e RIBEIRO, 2018).

Através do desenvolvimento das cidades iniciaram-se as inundações no meio urbano, problema é intensificado pelas ocupações irregulares de áreas de risco, encostas e áreas de frágil equilíbrio ecológico. A drenagem é um equipamento urbano de grande importância para o saneamento básico e planejamento das cidades, pois atua diretamente no controle de inundações e alagamentos (CANHOLI, 2005; SANTOS et al., 2019; BOHNENBERGER et al., 2019; SABÓIA et al., 2017).

As chamadas bacias de retenção e detenção fazem parte das intervenções estruturais, são sistemas de captação temporária de águas pluvias. A construção de reservatórios em ruas e praças, trabalha em sistema de drenagem fina para evitar a formação de picos de alta vazão<sup>2</sup> que podem causar inundações. De acordo com a sua área de atuação os sistemas de controle de águas pluvias são definidos, como a microdrenagem (sistema de condutos pluviais, canais em rede primária) e macrodrenagem (sistema coletores de diferentes sistemas de microdrenagem). A Microdrenagem aumenta-se a vazão e transfere todo o seu volume para a jusante<sup>3</sup>. Já na macrodrenagem, são construídos canais para evitar a inundação em cada trecho crítico. A canalização dos pontos críticos apenas acaba transferindo a inundação de um lugar para outro.

A ausência de um planejamento das cidades ocasiona soluções paliativas, quando são realizadas como medidas corretivas do problema instalado, ao invés de realizar medidas preventivas para controle das inundações. Deste modo, com a construção de um equipamento do porte de um reservatório de captação e infiltração, dentro de um espaço urbano sólido, por mais que traga soluções às inundações podem ocasionar problema referente ao cenário urbano, tendo um custo mais elevado resultante da desapropriação.

O objetivo deste trabalho é desenvolver um estudo a cerca do impacto urbano ocasionado pela inserção das lagoas de detenção e infiltração, analisando as vantagens e desvantagens da instalação deste equipamento como recurso para drenagem, tal qual expor soluções alternativas suplementares com o meio em que se insere.

---

<sup>1</sup> É a densificação do solo por processos naturais ou artificiais.

<sup>2</sup> Quantidade do fluido que escoar através de um conduto num determinado período de tempo.

<sup>3</sup> É a direção normal para onde corre o fluxo de água em um rio, do ponto mais alto para um ponto mais baixo, está mais próximo da foz do rio.

## 2 Referencial Teórico

### 2.1 Urbanização e seus impactos

A crescente concentração de população em pequenos espaços, vem impactando o ecossistema aquático e terrestre da própria população, com inundações, doenças e diminuição da qualidade de vida. A medida que a cidade cresce, origina-se maior aglomeração populacional, acarretando a impermeabilização do solo, que impede a infiltração das águas da chuva no solo.

O crescimento desequilibrado dos ambientes urbanos, tem sido descrito pela alteração da natureza pelo homem, principalmente no que relaciona-se à ocorrência de alagamentos e inundações em centros urbanos, de modo oposto ao uso ou implementação de projetos que se favoreçam de processos e tratamentos naturais. O gerenciamento urbano visa a necessidade de alçar soluções para as águas pluviais urbanas, por meio de sistemas de drenagem.

Souza (2002) aponta que dentro dos impactos ambientais urbanos, destacam-se os problemas de saneamento básico, que atuam diretamente na qualidade de vida da população e diz que bairros mais pobres dispõem de situações mais inadequadas, levando em consideração o conflito de ações, quanto a responsabilidades dos municípios e estados.

Segundo Tucci (2003) com o crescimento da urbanização acontece um aumento extremo no escoamento, aumentando a geração de sedimentos e a formação de resíduos sólidos, perdendo a qualidade da água superficial, subterrânea, poluição de aquíferos<sup>4</sup>, em razão das ligações clandestinas de esgoto doméstico que acontece de maneira desequilibrada, em função da falta e planejamento adequado.

Ainda segundo Tucci (2005) o planejamento urbano abrange apenas os bairros de médio e alto valor econômico, os principais problemas no meio urbano são exercidos pela falta de conhecimento da população e dos profissionais de engenharia como as outras áreas, tendo uma visão setorializada de planejamento urbano, a omissão da capacidade gerencial, e ainda, umas empresas que querem aumento dos seus valores, ao invés de solucionar os problemas gerados, problemas estes com as ocupações de áreas ribeirinhas, a falta de drenagem urbana, carência de uma gestão organizacional para integração do solo urbano e infraestrutura, entre outros.

### 2.2 Escoamento pluvial superficial

O escoamento pluvial superficial é a fase que trata do manejo da água na superfície, devido à precipitação (CARVALHO; SILVA, 2016).

Segundo Becker (2006) a vegetação é fundamental para a proteção do solo ao desgaste das águas das chuvas, controla o processo de infiltração e de escoamento superficial, entretanto a alteração da cobertura vegetal por edificações e pavimentação das ruas e calçadas, ocasionando o aumento da impermeabilização do solo, advém à diminuição do volume de água a ser embebida pelo solo, os pontos de detenção é eliminada, a rugosidade da superfície é reduzida.

Com o aumento das áreas impermeabilizadas, a drenagem tem o propósito de manejar essa água pluvial que foi modificada diretamente em escoamento superficial e não infiltra o solo, vai para a rede de drenagem (MELLER, 2004).

### 2.3 Drenagem urbana

Por definição a drenagem urbana é uma rede de infraestrutura da cidade, que faz parte do conjunto de sistemas que compõem o leque de saneamento ambiental, que reúne, de forma integrada o sistema de

---

<sup>4</sup> É uma unidade geológica onde se infiltra e se armazena água que pode ser utilizada como fonte de abastecimento.

abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e coleta de lixo. O sistema ambiental e de drenagem são os principais responsáveis pelo manejo, coleta e disposição das águas pluviais em corpos d'água aptos para a sua recepção.

Drenagem urbana é um sistema hidrológico que deve englobar em sua gestão projetos de tratamentos e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto sanitário (FENDRICH, 2002).

No âmbito da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB cita o sistema de drenagem e tem importância fundamental na gestão das cidades, que consiste no controle do escoamento das águas pluviais, a fim de evitar os efeitos contrários que podem refletir sérios prejuízos à saúde, à segurança, ao bem-estar da população e ao meio ambiente.

A lei nº 11.445/07, que determina as diretrizes nacionais para o saneamento básico, designou o sistema drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, como parâmetro por meio de conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais, de transporte, detenção ou retenção para o esmorecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais urbanas.

### **2.3.1 Microdrenagem e Macrodrenagem**

Segundo Bidone & Tucci (1995) a microdrenagem urbana é estabelecida pelo sistema de condutores pluviais em nível de rede primária urbana ou de loteamento. Para Pompêo (2000), a macrodrenagem é integrada por canais, tanto naturais como artificiais, e rios que recebem o escoamento das águas derivado das ruas, sarjetas, galerias, valas, oriundo da microdrenagem, trabalhando de forma integrada, ou seja, o mau funcionamento desses elementos impacta na eficiência de todo o sistema.

A microdrenagem pode-se entender que é o sistema de condutos pluviais destinados a receber e conduzir as águas das chuvas a nível de loteamento ou rede primária, como ruas, praças, entres outros. Onde o escoamento natural não é bem definido e, portanto, acaba sendo determinado pela ocupação do solo. Em área urbana, a microdrenagem é essencialmente definida pelo traçado das ruas.

A macrodrenagem corresponde á rede de drenagem natural, pré-existente a urbanização, onde os escoamentos em fundos de vale, rios, córregos, que normalmente são bem definidos mesmo que não correspondam a um curso de água perente. Onde podem receber obras que a modificam e contemplam, tais como canalizações, barragens, diques e entre outras.

## **2.4 Dragagem urbana**

As obras de dragagem são essenciais para o desenvolvimento e a manutenção da navegação oceânica e fluvial, para o gerenciamento de outros usos, bem como para a recuperação de ambientes aquáticos (SÁ, 2003, documento eletrônico).

Esta técnica constitui-se na retirada de sedimentos do leito do rio, mais especificamente do canal de navegação. Ou seja, consiste na limpeza, alargamento, desobstrução, desassoreamento<sup>5</sup>, de material do fundo de rios, lagoas, mares, baías e canais.

### **2.4.1 Tipos de dragagem**

Existem alguns tipos de processo da dragagem, são elas:

---

<sup>5</sup> Remover resíduos e sedimentos acumulados no fundo dos rios.

- a) implantação/apronfundamento: tem maiores profundidades de lâminas d'águas<sup>6</sup> nos canais de navegação, é necessário para desenvolvimento portuário, acompanhando a necessidade de receber navios calados<sup>7</sup>.
- b) manutenção: essencial para garantir a profundidade local da lâmina d'água, reduzida gradativamente devido ao assoreamento, viabilizando a execução de manobras e a navegabilidade, sem risco à segurança de navegação.
- c) mineração: reservada a extração de minérios com valor econômico.
- d) recuperação ambiental: com a finalidade de limpar áreas contaminadas, realizada com equipamentos especializados para minorar a suspensão do material contaminado.

## 2.5 Reservatórios de retenção e detenção

A implantação de reservatórios de detenção em áreas passíveis aos alagamentos é uma atividade que envolve grande número de variantes e alternativas viáveis, como, por exemplo, a disponibilidade de áreas para a construção desses dispositivos, os gastos relacionados à obtenção, a existência de sistemas mistos de coleta, dentre outros (CRUZ, 2004).

Popularmente conhecido como “piscinões” os reservatórios de detenção, são estruturas de acumulação temporária das águas pluviais, contribuindo para a diminuição das inundações urbanas. Tem como principal função o amortecimento da vazão de pico a jusante.

O reservatório de retenção exige maiores áreas com relação a reservatórios de detenção, dispondo de uma facilidade maior de implantação, à medida que se tenha um nível mais alto do lençol freático e que seja conveniente a criação de um lago para fins recreativos e paisagísticos, facilitando a sua aceitação pela população (NAKAZONE, 2005).

## 2.6 Índice pluviométrico

È a mensuração do volume de chuva por metro quadrado, que cai em uma determinada área (bairro, cidade e região) em um certo intervalo de tempo (hora, dia, mês e ano). O índice é calculado em milímetros, então para cada 1 mm de chuva temos 1L/m<sup>2</sup>.

O índice é calculado com base na altura em que a água atinge em espaço delimitado, através das estações meteorológicas espelhadas pelas regiões, nelas contém um aparelho chamado pluviômetro que possui vários modelos diferentes. Com os dados coletados desse equipamento, podemos chegar à média de precipitação de uma determinada região.

Vianello (2001, p. 9), refere-se ao aparelho como “o pluviômetro permite conhecer a altura da coluna d'água que se acumularia no solo se não ocorressem infiltração, evaporação ou escoamento”.

De acordo com os dados obtidos do aparelhos instalados nas regiões, é capaz de chegar à uma média da precipitação na área observada. Por exemplo, quando é informado que choveu 4 milímetros nunham determinada região, quer dizer que essa seria a altura média alcançada pela água a contar do chão, na área total da região em um determinado período de tempo.

## 2.7 Balanço hídrico

Pode ser compreendido como a somatória das entradas e saídas de água de uma parte definida do solo, em um determinado intervalo de tempo. O seu resultado é a quantidade líquida de água que nele permanece disponível às plantas.

---

<sup>6</sup> Distância entre a superfície e o fundo do mar, medida em locais de maior profundidade.

<sup>7</sup> Profundidade em que o navio está submerso na água.

Para calcular uma determinada região é usada o método de Thornthwaite, onde a equação básica do balanço hídrico (BH), é escrita, considerando precipitação (P), evapotranspiração (ETR), deflúvio<sup>8</sup> (R) e infiltração (I), como:

$$P - ETR - R - I = \Delta S \quad (1)$$

Com essas três informações básicas, o BH possibilita entender a evapotranspiração real, a carência ou o excesso hídrico, e o total de água contida no solo em determinado período.

### 3 Metodologia

O estudo inicia com base no aprofundamento teórico a respeito de drenagem urbana com destaque em reservatórios de detenção e infiltração, analisando projetos junto à prefeitura do município, realizando o estudo pluviométrico da área previamente delimitada, observando as suas precipitações diárias.

Deste modo, o presente artigo tem por finalidade analisar o escoamento superficial, tomando como base de estudo dos processos ocorridos em áreas do entorno da Lagoa Olho D'água, se trata de um estudo quantitativo, realizando todo o levantamento pluviométrico, bem como o conhecimento da área em questão, verificando possíveis soluções para os alagamentos na região.

#### 3.1 Caracterizações da área ou objeto de estudo de caso

A Lagoa Olho D'água se localiza na zona sul da cidade de Jaboaão dos Guararapes, que pertence a Planície Costeira do município. A figura 1 mostra, as delimitações dos bairros que circundam a Lagoa Olho D'água. Também é conhecida como Lagoa do Náutico, devido, no passado, foi utilizada na prática de esportes náuticos.

A linha poligonal que representa a área abaixo (figura 2), não corresponde ao total do “tamanho da área sobre a qual a chuva incide”, chamada de **bacia hidrográfica, bacia de drenagem ou área de captação** (GRIBBIN/2014), e sim, representa uma parcela de área que contém ruas e avenidas com altos índices de alagamentos, estas ruas e avenidas possuem obras de micro e macrodrenagem, sobre as quais norteiam o escoamento superficial em direção à Lagoa Olho D'água. A área de estudo se encontra no lado leste da Lagoa.

---

<sup>8</sup> Processo pelo qual a água da chuva precipitada na superfície flui, por ação da gravidade, das partes mais altas para as mais baixas, nos leitos dos rios e riachos.



Figura 1 – Bairros que circundam as margens da Lagoa Olho D’Água. Atlas Metropolitano (2010)

Uma das lagoas mais extensas do litoral Pernambucano, possui aproximadamente uma área total de 3,7 km<sup>2</sup>. De acordo com Leal (2002), situa-se ao norte pelas adjacências da Rua São Sebastião. Ao sul pela via Curcurana, ao oeste pela BR-101 e a leste pelo Oceano Atlântico.

O estudo se restringirá ao bairro do município, conhecido como Piedade, cidade de Jaboatão dos Guararapes/PE. As áreas circunvizinhas foram sendo habitadas de modo acelerado no decorrer dos últimos anos.



Figura 2 – Área delimitada do bairro de Piedade. Google Earth. Adaptado pela autora.

No bairro abordado destaca-se a Avenida Dr. Aniceto Varejão, localizado na divisa de Candeias e Piedade. Este possui altos índices de alagamentos em períodos chuvosos que vai de março a agosto. A Rua Dr. Aniceto Varejão, possui obra de macrodrenagem, com um canal secundário que está interligado a lagoa através do canal de Setúbal.

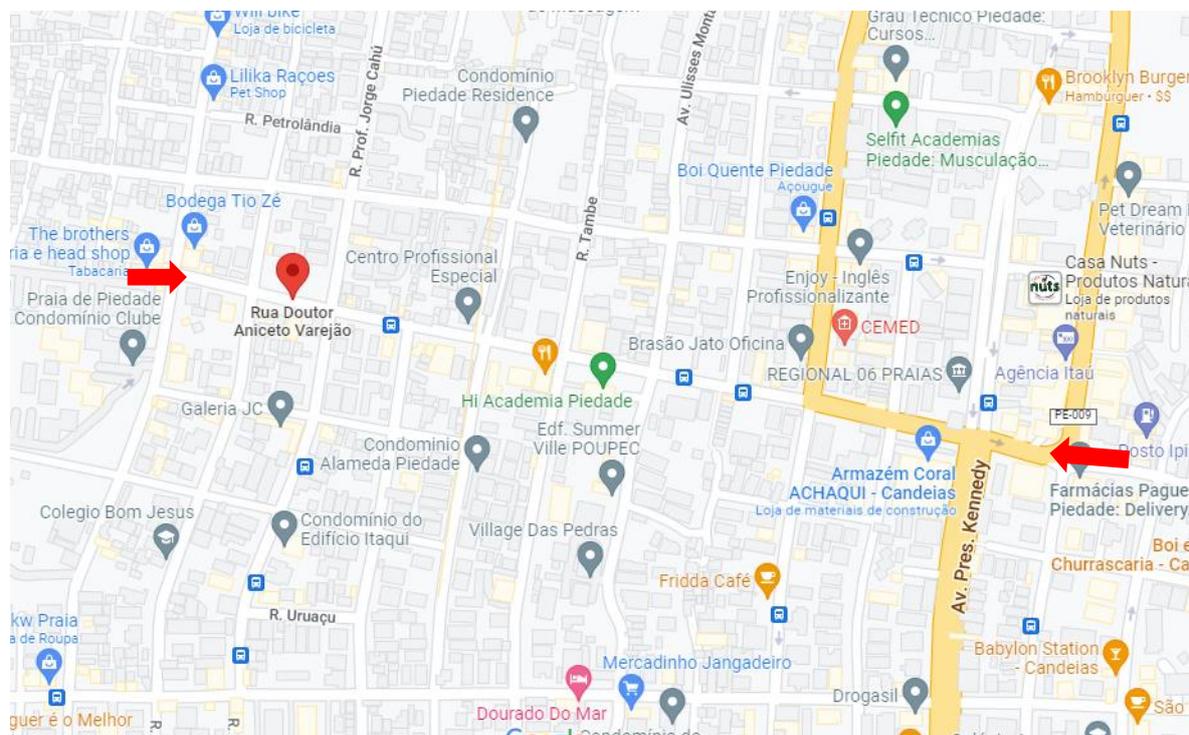


Figura 3 – Rua Dr. Aniceto Varejão. Google Maps. Adaptado pela autora.

O Canal de Setúbal situa-se nas coordenadas 8°11'S e 34°56'W, está localizado entre os municípios de Jaboatão dos Guararapes e Recife no estado de Pernambuco. Recebe as águas provenientes da faixa litorânea desde a Lagoa Olho D'Água até o início da Bacia do Pina e deságua no Rio Jordão (CAMPELO, 2011).



Figura 4 - Distribuição dos canais que desembocam na Lagoa Olho D'Água. SEMA - Secretaria Especial de Meio Ambiente – Jaboatão dos Guararapes, s/d.

Com o passar dos anos em decorrência do avanço da população, ocupando espaços que anteriormente eram áreas vegetadas, conforme figura 5, o maior padrão de vegetação se encontra na década de 1980, a partir daí apresentou uma diminuição considerável do período de 1980 até 2010.

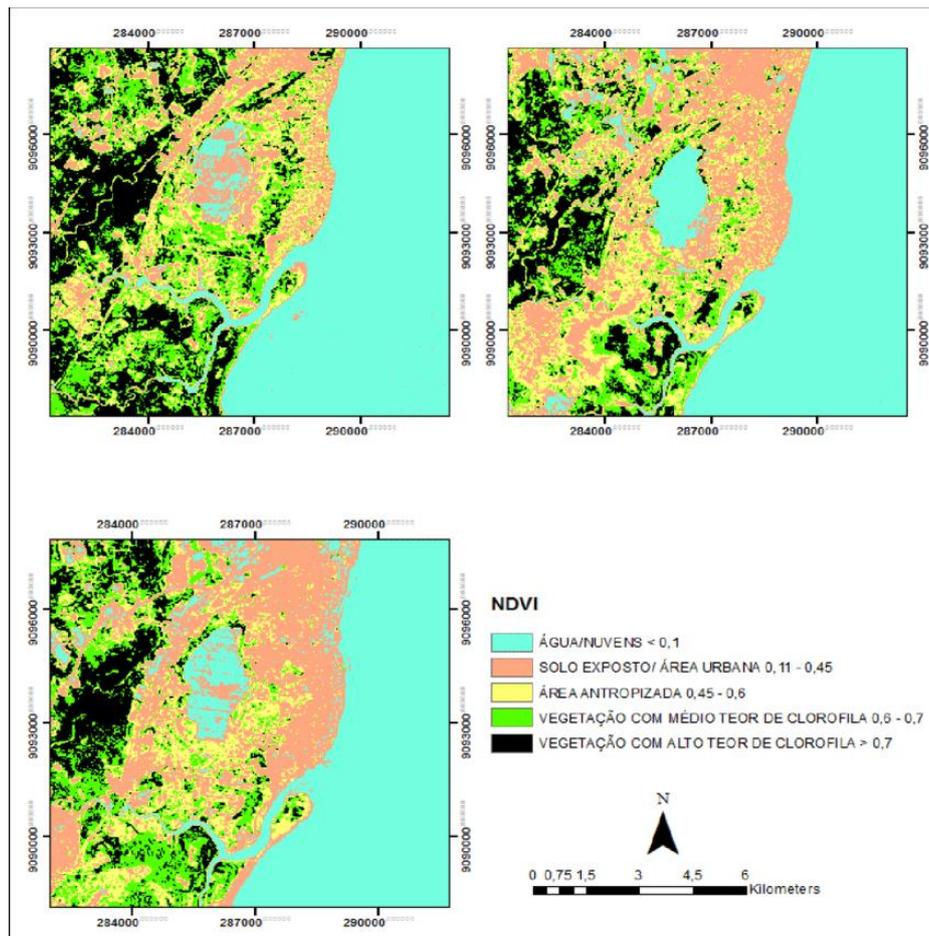


Figura 5 – Teor de vegetação entre os anos de 1980, 2000 e 2010.

[https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-CONTEUDO-DE-CLOROFILA-NA-VEGETACAO-DALAGOA-OLHO-DAGUA-FONTE-Elaborado-pelos\\_fig1\\_322014696](https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-CONTEUDO-DE-CLOROFILA-NA-VEGETACAO-DALAGOA-OLHO-DAGUA-FONTE-Elaborado-pelos_fig1_322014696).

### 3.2 Batimetria da lagoa Olho D'Água

De acordo com o estudo batimétrico<sup>9</sup> realizado por Leal (1995), mostrou que o relevo do fundo da lagoa é invariável, tendo um aumento gradativo da profundidade para o centro. O depocentro concorre com a direção do eixo maior do corpo d'água, encontra-se mais próximo à margem oriental, chegando uma profundidade máxima de 1,50 metros. Observa-se que a profundidade do ambiente vem diminuindo em toda sua área, devido ao processo gradativo e constante de assoreamento.

Segundo dados batimétricos obtidos por Assis et al. (1997), mostraram profundidades menos significantes para a parte norte da lagoa, a maior parte em volta dos 40cm. A espessura média da lâmina d'água no período de inverno foi determinada como de 90cm. Com subida no inverno de 19cm e rebaixamento no verão de 22cm, em razão do aumento da taxa de evaporação da estação.

Com base nas informações obtidas, mostram que o relevo batimétrico está subordinado a um rápido processo de assoreamento, principalmente na área sul da lagoa. Um dos fatores que provocam esse assoreamento é a urbanização não planejada no entorno da lagoa e na sua área de influência.

<sup>9</sup> Medição da profundidade dos oceanos, lagos e rios.

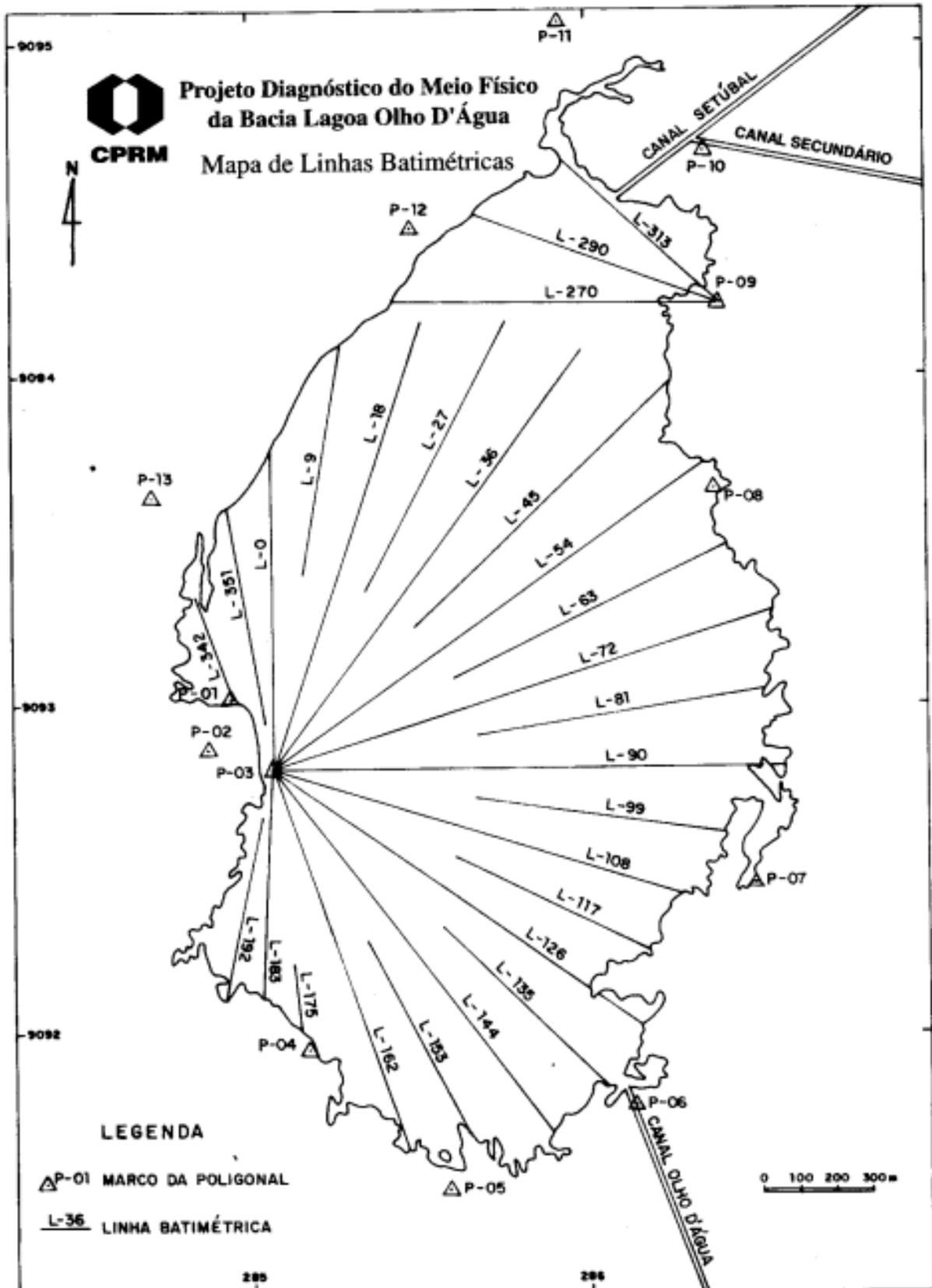


Figura 6 – Mapa de Linhas Batimétricas. Fonte: CPRM, 1997.

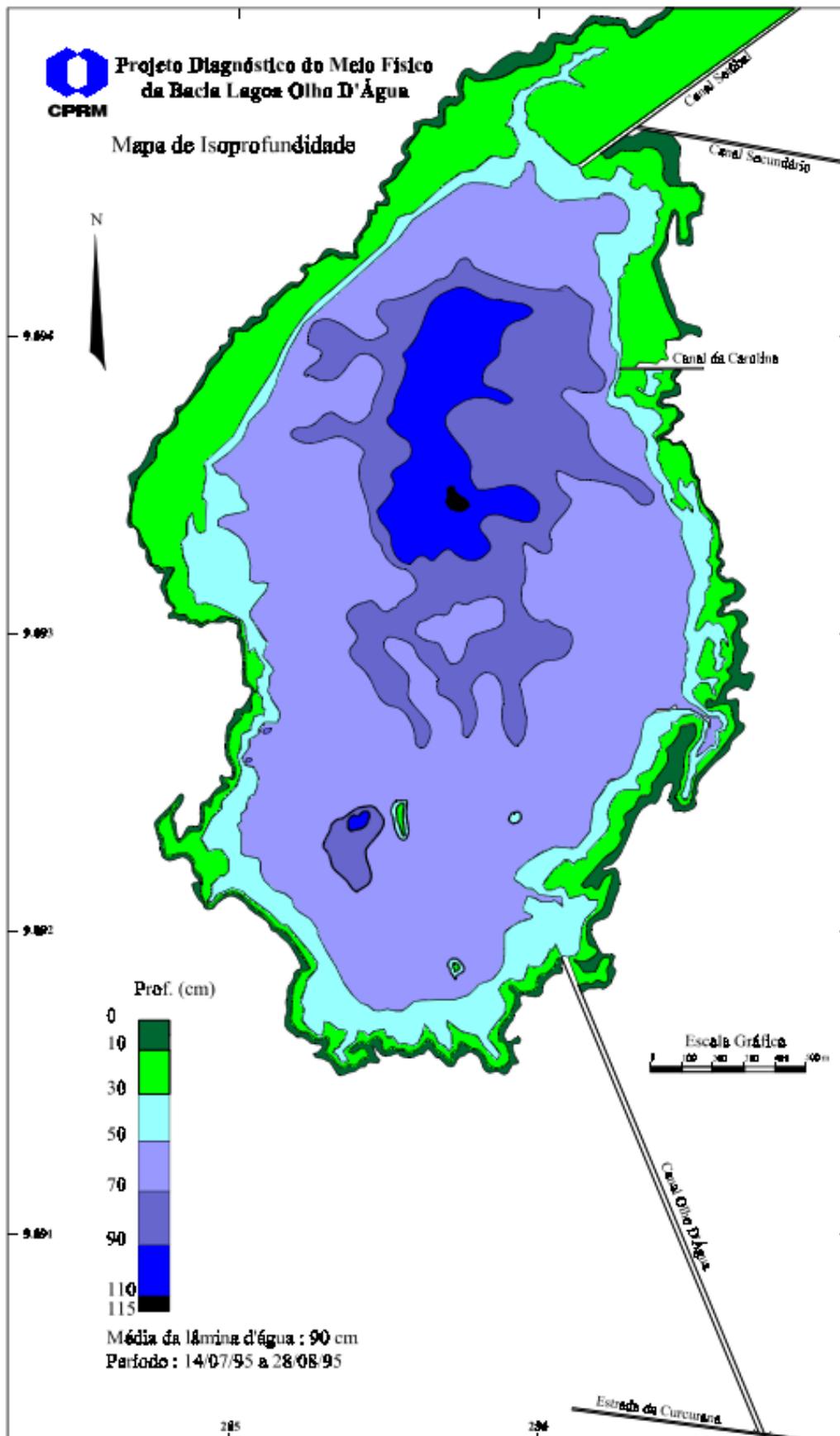


Figura 7 – Mapa de isopropfundidade. Fonte: CPRM, 1997.

### 3.3 Materias e Métodos

A coleta de dados foi efetuada através de pesquisa de materiais publicados em livros, artigos, dissertações, teses, manual técnico, sites, também foram realizadas observações no local e feito um levantamento pluviométrico da área através de um equipamento pluviométrico artesanal feito com garrafa pet instalado na Rua Professora Silvia Ferreira, bairro de Piedade, no período de cinco meses, a partir de janeiro até maio/2022.

### 3.4 Análise de dados

O equipamento pluviométrico foi instalado para medir o índice pluviométrico da região num determinado período, a fim de observar o cenário de acordo com a intensidade do volume de água em um intervalo, para a fim de analisar o escoamento pluvial.



Figura 8 – Rua Professora Silvia Ferreira. Google Earth



Figura 9 – Local de instalação do pluviômetro. Autor.

O equipamento fica a cerca de 6,2 km de distância da Lagoa Olho D'Água, onde as precipitações escoem para o canal de Setubal, onde é desembocado para a lagoa.

#### 4 Resultados e Discussão

O objetivo é apresentar os resultados dos índices pluviométricos do ano de 2022, em comparação aos índices de 2016, ressaltando a necessidade de um melhoramento no sistema de drenagem urbana com ênfase na Lagoa Olho D'Água como um reservatório de retenção, a fim de melhorar o escoamento superficial da área, trazendo uma melhora na qualidade de vida da população e diminuindo os alagamentos na região.

No período de janeiro a maio de 2022, foi realizado a coleta das precipitações diárias na região, com um intervalo de 24hs entre as coletas. Com base nesse levantamento foi identificado o volume de chuvas por mês (Figura 10). Já na figura 11 mostra o volume das precipitações de chuva por mês no ano de 2016.

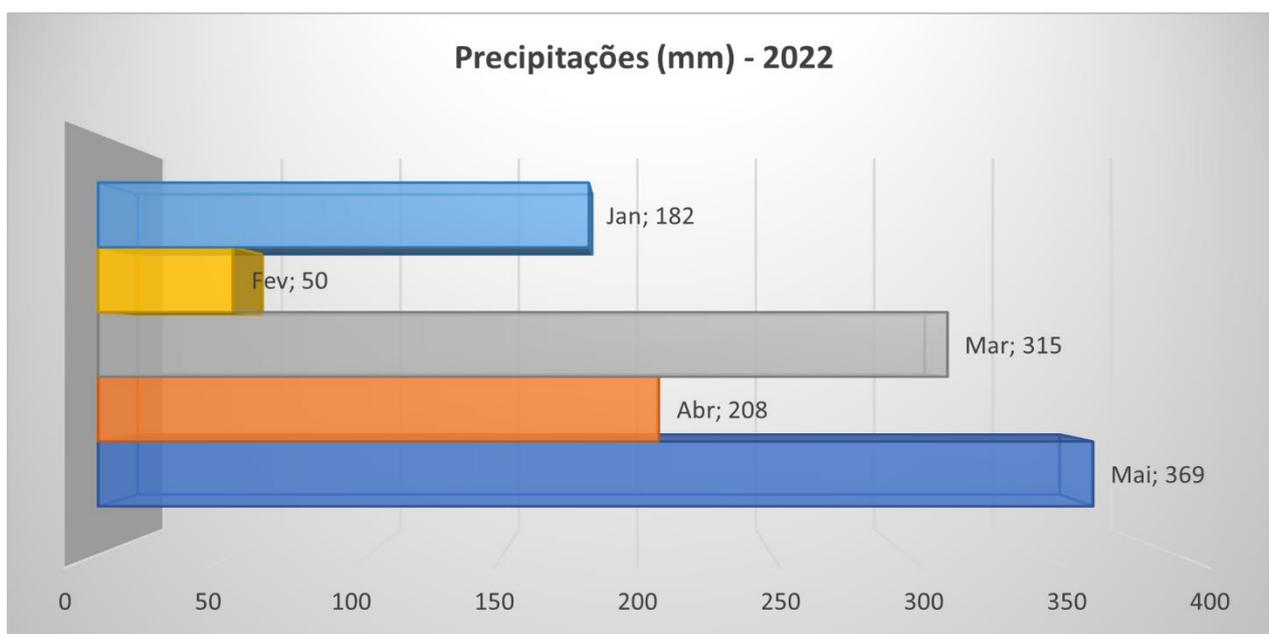


Figura 10 – Pluviograma correspondente ao período de janeiro a maio de 2022. Autora.

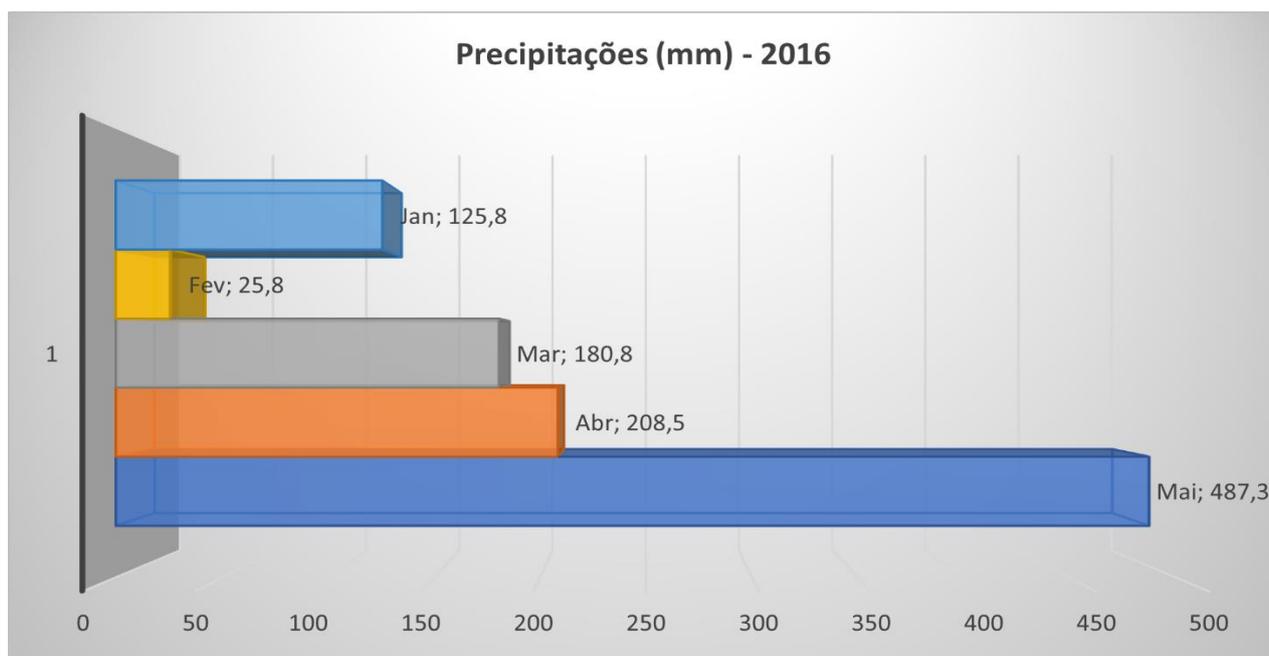


Figura 11 – Pluviograma correspondente ao período de janeiro a maio de 2016. APAC.

A figura 12 faz uma comparação das precipitações coletadas com o pluviômetro artesanal com dados nos índices pluviométrico coletados pela APAC em 2016. Observa-se que nos últimos anos teve um aumento nos volume das chuvas.

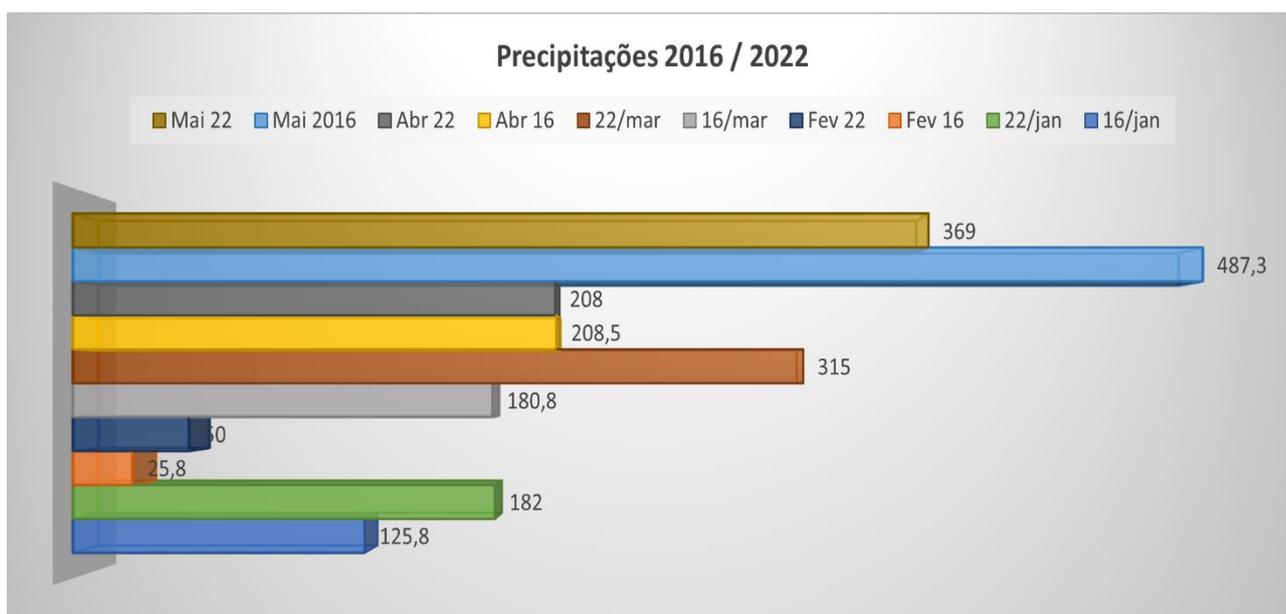


Figura 12 – Pluviograma comparativo entre os anos de 2016 e 2022. Autora.

A comparação de dados foi-se necessária para compreender o fluxo do escoamento pluvial na região e dado isso entende-se os pontos críticos de volume de chuva e tem como elaborar ações corretivas e planejamento adequado para a destinação desse escoamento, afim de evitar inundações.

Diante desses resultados, foi notado que a região se encontra em um desalinhado processo de urbanização, onde não se tem o planejamento prévio para área. Esse processo gera a poluição direta da área com esgotos e resíduos domésticos, aumentando a impermeabilidade do solo, evitando o escoamento natural da água, as ocupações de áreas de alagamento natural do rio, acarretando a degradação ambiental do local.

## 5 Considerações Finais

A problemática enfrentada por Jaboatão dos Guararapes em épocas de fortes chuvas intensas tem motivado, cada vez mais, pesquisas científicas voltadas à temática de drenagem urbana, buscando soluções viáveis e sustentáveis para os pontos de alagamentos na cidade. Neste contexto, através do equipamento pluviométrico foi possível obter dados de volumes de chuvas, mostrando-se uma ferramenta eficiente para o planejamento correto de um sistema de drenagem urbana, conferindo um cenário local, sendo possível identificar como a dinâmica de um escoamento superficial funciona e como um reservatório de infiltração e detenção é essencial para o sistema de drenagem urbana, sendo o principal destino das águas pluviais, precavendo inundações.

A ausência de infraestrutura da região no âmbito de saneamento básico, expõe outro problema rotineiro às lagoas de captação, as ligações clandestinas de esgoto doméstico à rede de drenagem pluvial, ocasionando na poluição das lagoas, à precariedade na manutenção, limpeza, o assoreamento, que no decorrer de chuvas intensas provoca o transbordo da lagoa e inundações das vias do entorno. As sugestões apresentadas produz um ganho na qualidade de vida para a população, melhorando a infraestrutura, o meio ambiente e economia para a cidade. As adversidades exibidas aqui são comuns a muitas outras cidades com cenários bem parecidos.

Recomenda-se a obtenção de dados de precipitações e temperatura para que se possa realizar os cálculos de balanço hídrico pelo método Thornthwaite, para que se possa mensura, quantificar os valores que são escoados nos períodos de maiores precipitações.

Posto isto, a capacidade deste trabalho promove a entrega presumida pelo desenvolvimento adequado para o reconhecimento de conflitos problemáticos em volta do manejo das águas pluviais urbanas, de forma a sinalizar no que se diz respeito às deficiências do sistema.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por todas conquistas que Ele tem proporcionado em minha vida, a minha família por sempre me apoiar e dar auxílio, principalmente a minha mãe, em especial aos meus avós Terezinha Moreira e Dilermando de Araújo (in memorian), a todo o apoio, carinho e suporte que me foi dado, não estaria aqui sem esse apoio, vocês são minha base.

Agradecer aos professores por compartilhar dos seus conhecimentos, pelos momentos alegres e difíceis, pelo suporte dado em todo decorrer do curso, que foi fundamental para o meu crescimento acadêmico e profissional.

À professora Betânia Queiroz, por ter me ensinado com tanto amor, dedicação, por compartilhar dos momentos bons e difíceis, meu muitíssimo obrigado.

Em especial ao professor e orientador Felipe Tenório, que foi bastante paciente comigo, me aconselhou e tirou minhas dúvidas, que desde o início estive comigo nesta jornada.

Agradecer aos meus colegas da faculdade que me acolheram no início da minha jornada, que foram pacientes, diviram momentos alegres e ao mesmo tempo difíceis, meu muito obrigado a todos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Monitoramento pluviométrico**, 2016. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em 22 mai. 2022.
- ALOCHIO, Luiz Henrique Antunes. **Direito do saneamento: introdução à lei de diretrizes nacionais de saneamento básico (Lei Federal n. 11.445/2007)**. Campinas, SP: Millennium, 2007.
- ASSIS, Hortencia Maria Barboza de et al. Programa de Informações Básicas para Gestão Territorial. **Projeto diagnóstico do meio físico da bacia Lagoa Olho D'Água**. 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Projeto técnico: reservatórios de detenção**. São Paulo. 2013. Disponível em: [https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF\\_Reservatorios%20Deten\\_web.pdf](https://www.solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2013/09/AF_Reservatorios%20Deten_web.pdf). Acesso em 15 jun. 2022.
- BECKER, P. **Obtenção de informações para plano diretor de drenagem urbana utilizando o SIG**. 115 f. Dissertação (Mestrado) – a Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis. 2006.
- BIDONE, F., TUCCI, C. E., TUCCI, C. E. M. Microdrenagem. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995.
- BOHNENBERGER, J.C; CESAR JUNIOR, K.M.L; CALIJURI, M.L. **Numerical modeling for the urban drainage gallery systems design**. RBRH. v.24, e45, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbrh/a/GYs4ymv5yDqgJgspwKGRtpp/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 12 abr. 2022.
- CAMPELO, Maria Jaciane. ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS E LEVANTAMENTO DAS MACRÓFITAS AQUÁTICAS DO CANAL DE SETÚBAL, PIEDADE, JABOATÃO DOS GUARARAPES, PERNAMBUCO, BRASIL. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 7, n. 13, 2011.
- CANHOLI, A.P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. 302 p. 2005.
- CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. **Ciclo Hidrológico**. Rio de Janeiro/RJ: [s.n.], 2006. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2022.
- CRUZ, M.A.S. **Otimização do controle da drenagem em macro-bacias urbanas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- ENTENDA como é calculado o índice pluviométrico de uma região. **G1**, 2017. Disponível em <https://g1.globo.com/pernambuco/educacao/noticia/entenda-como-e-calculado-o-indice-pluviometrico-de-uma-regiao.ghtml>. Acessado em 15 ju. 2022.

- FENDRICH, Roberto. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na drenagem urbana**. 2002. 488 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civi) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.
- FIGUEIREDO, Wanderley de Carvalho. **Análise da eficiência de reservatórios de retenção na contenção de alagamentos na cidade de Natal**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- GRIBBIN, John E. **Introdução a hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais**. Revisor técnico Marcelo Libanio; tradutora Andrea Pisan. São Paulo; Cengage Learning, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. Brasil 2015. Disponível em: <http://www.ibge.com.br>. Acesso em 29 mai. 2022.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Sobre meteorologia**. [s.d.]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre-meteorologia>. Acesso em 15 jun. 2022.
- LEAL, Jandira Pedrosa. **Estudo Geoambiental & Evolução Paleográfica da Lagoa Olho D'água – Jaboatão dos Guararapes – PE**. Dissertação (Mestrado), PósGraduação em Geociências, UFPE, Recife. 2002. 133p.
- LEAL, Jandira Pedrosa. **Levantamento das condições ambientais da Região Litorânea de Jaboatão dos Guararapes-PE**. UFRPE. Recife, 1995.
- MARTINS, Vânia Carla Dias et al. **Avaliação de sistemas de prevenção e contenção de inundações em bacia de drenagem urbana**. 2015.
- MELLER, A. **Simulação hidrodinâmica integrada de sistema de drenagem de Santa Maria – RS**. 2004. 152 f. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Universidade Federal de Santa Maria – UFMS, Santa Maria, 2004.
- Moraes, D. S. D. L., & Jordão, B. Q. (2002). Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Revista de saúde pública**, 36, 370-374.
- NAKAZONE, L. M. **Implantação de reservatórios de retenção em conjuntos habitacionais: a experiência da CDHU**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- PEREIRA, Antonio Roberto. Simplificado o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather. **Bragantia**, v. 64, p. 311-313, 2005.
- POMPÊO, C. A. (2000). Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 5(1), 15-23.
- ROCHA, L. L. L., & RIBEIRO, R. J. D. C. (2018). Reservatórios de retenção e infiltração de águas pluviais: Uma análise sob a ótica urbana. Estudo de caso da cidade de Natal/RN. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. Paranoá, 22.
- SÁ, Fabian. Distribuição e fracionamento de contaminantes nos sedimentos superficiais e atividades de dragagem no complexo estuarino da Baía de Paranaguá (PR). **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 53, 2003. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/yyfyjc26gvamphsw3q6tteknjq/access/wayback/http://revistas.ufpr.br/geociencias/article/download/4223/3418>. Acesso em 20 jun 2022.
- SABÓIA, M.A.M.; SOUZA FILHO, F.A.; ARAUJO JUNIOR, L.M.; SILVEIRA, C.S. **Climate changes impact estimation on urban drainage system located in low latitudes districts: a study case in Fortaleza-CE**. RBRH. v. 22, e21, 2017. Disponível em: [http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2318-03312017000100214&lng=en&nrm=iso](http://old.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2318-03312017000100214&lng=en&nrm=iso). Acesso em 03 mai. 2022.
- SANTOS, D. L.; SOUZA, V.C.B.; FRAGOSO JUNIOR, C.R. Limiar de precipitação com potencial de gerar deslizamentos nos complexos de risco em uma zona urbana. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e12, 2019.

- SOUSA, T. S. (2021). **Risco de alagamentos influenciados por fatores ambientais em zonas urbanas de Macapá e Santana–AP.**
- SOUZA, M.S. Meio ambiente urbano e saneamento básico. **Revista Geograf UFC: Mercator** 2002; 1(1):41-52. 2002.
- TENÓRIO, Bárbara Cardoso. **A Lagoa Olho D’água: o sistema de uma paisagem.** 2013. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- TOMASELLA, Javier; ROSSATO, Luciana. Balanço hídrico. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São Paulo,** 2005.
- TUCCI, C.E.M. **Aspectos Institucionais no Controle de Inundações.** I Seminário de Recursos Hídricos do Centro Oeste. Brasília.1999.
- TUCCI, C.E.M. **Gestão das Inundações Urbanas. UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, Porto Alegre,** 2005.
- TUCCI, C.E.M. **Inundações e Drenagem Urbanas.** In: TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C. **Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos,** 2003.
- VIANELLO, R. L. **A estação meteorológica e seu observador.** Mai. 2011. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/uploads/publicacoesDigitais/aestacaometeorologicaeseuobservador.pdf>. Acesso em 16 jun. 2022.