



INTEGRAÇÃO DE GEOPROCESSAMENTO E ENGENHARIA CIVIL NA GESTÃO DE ENCHENTES: ESTUDO NO ENTORNO DO PARQUE DAS ÁGUAS, SOROCABA-SP

Lavínia Maithê de Oliveira *

Andrey Vinicius de Oliveira Almeida *

Kelen Cristiane Cardoso ** cardokle2015@gmail.com

Resumo: Este estudo investiga as inundações urbanas na região do Parque das Águas em Sorocaba, com foco na sazonalidade das chuvas durante o verão, analisando os fatores que contribuem para essas inundações e os desafios específicos enfrentados no contexto urbano. O Parque das Águas em Sorocaba surge como uma solução para as enchentes, integrando controle de enchentes, lazer e preservação ambiental. Sua construção está relacionada ao problema das enchentes em bairros como o Jardim Abaeté, sendo inaugurado após a construção de um piscinão de contenção de águas pluviais em 2006. A análise dos fatores e impactos das enchentes destaca a necessidade de abordagens holísticas na gestão das águas pluviais urbanas, envolvendo normas construtivas sustentáveis e espaços multifuncionais para contenção de águas pluviais. A proximidade com o Rio Sorocaba também é mencionada como um fator determinante nas enchentes. No estudo de caso, serão identificados os episódios de enchentes no Parque das Águas desde sua abertura, buscando entender a eficácia das medidas adotadas para mitigar esses eventos.

Palavras-Chaves: Geoprocessamento, Inundações Urbanas, Parque das Águas, Sorocaba.

Abstract: This work aimed to analyze the vegetation present in the green areas of condominiums in Sorocaba-SP during 2023. Initially, an evaluation of the housing units in the areas of interest was conducted, focusing on high-standard condominiums. Satellite

images from Google Earth were used to observe and roughly estimate the green areas of our study objects, verifying their compliance with legislation. Compensations for condominiums with green areas below the requirements of the municipal master plan were not considered, where the analysis was conducted exclusively based on the visual observation of images obtained through satellites and measurements made directly in the Google Earth program, presenting the geographical data found in a didactic manner. The objective of the study aimed to establish a correlation between the subject of geoprocessing and civil engineering, highlighting how the tools and methods of geoprocessing can be effectively applied in this context. This application can expand the opportunities for analysis, inspection, and decision-making in these areas, offering significant benefits for both fields.

Keywords: Geoprocessing, Urban Floods, Sorocaba, Water Park.

1. Introdução

As inundações urbanas são um desafio crescente nas cidades brasileiras, principalmente devido ao aumento da urbanização, à falta de planejamento e à inadequada gestão das águas pluviais. A cidade de Sorocaba, localizada no estado de São Paulo, não é exceção a essa problemática. Nos últimos anos, a região tem enfrentado frequentes episódios de enchentes, especialmente no Parque das Águas, um importante espaço público que integra lazer, controle de inundações e preservação ambiental.

O Parque das Águas de Sorocaba foi concebido como uma resposta às frequentes inundações que afetavam o bairro Jardim Abaeté e outras áreas adjacentes. A construção de um piscinão de contenção de águas pluviais, inaugurado em 2006, e a posterior criação do parque em 2008, marcaram um esforço significativo da administração pública para mitigar os impactos das chuvas intensas. Além de sua função principal de controle de enchentes, o parque oferece uma ampla gama de atrativos, como ciclovia, anfiteatro, playground e pistas de skate, promovendo a interação comunitária e a preservação da biodiversidade local.

No entanto, apesar dessas iniciativas, as inundações persistem, revelando a complexidade dos fatores que contribuem para esses eventos. A urbanização acelerada, a impermeabilização do solo e a ocupação inadequada de áreas suscetíveis à inundação são alguns dos principais elementos que aumentam a vazão superficial das águas pluviais, elevando o risco de alagamentos.

Este trabalho tem como objetivo analisar os fatores e impactos das enchentes urbanas na região do Parque das Águas, utilizando dados pluviométricos para entender a sazonalidade das chuvas e sua relação com os episódios de inundação. Além disso, serão

exploradas as medidas adotadas para mitigação das enchentes e a eficácia dessas estratégias no contexto urbano de Sorocaba.

A pesquisa está estruturada em várias seções, começando com uma revisão bibliográfica sobre o surgimento e desenvolvimento do Parque das Águas, seguida por uma análise detalhada dos fatores que contribuem para as inundações urbanas. Em seguida, serão apresentados dados pluviométricos e um estudo de caso baseado em episódios específicos de enchentes na região, com o objetivo de identificar padrões e propor melhorias na gestão das águas pluviais.

Com este estudo, espera-se contribuir para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes e integradas, capazes de reduzir os impactos das enchentes nas áreas urbanas de Sorocaba, promovendo um desenvolvimento sustentável e uma melhor qualidade de vida para seus habitantes.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Surgimento do Parque das Águas na cidade de Sorocaba/SP

O Parque das Águas em Sorocaba surge como uma resposta às necessidades urbanas e ambientais da região, sendo um marco na história da cidade. Conforme informações da prefeitura de Sorocaba (s/d) e do artigo de Carneiro (2012), o parque, com uma área de 162.000 m², foi concebido para integrar lazer, controle de enchentes e preservação ambiental.

Seu surgimento está intrinsecamente ligado à problemática das enchentes que afetavam bairros como o Jardim Abaeté. Conforme relata Nascimento (2019), o bairro sofria com inundações devido ao seu posicionamento em áreas alagadiças e abaixo do nível do rio Sorocaba. Foi durante o governo de Vittor Lippi que se projetou a construção de um piscinão de contenção de águas pluviais, inaugurado em 31 de julho de 2006, como uma medida para controlar esses eventos.

A inauguração do piscinão marcou não apenas o controle das enchentes, mas também o anúncio da construção do Parque das Águas do Abaeté, conforme destacado por Nascimento (2019). O projeto do parque incluía uma ampla gama de atrativos, como ciclovia, anfiteatro de arena, playground, pista de skate, entre outros, visando não apenas o lazer, mas também a integração com o rio Sorocaba e a preservação da biodiversidade local (Nascimento, 2019; Carneiro, 2012).

O Parque das Águas, inaugurado em 29 de junho de 2008, tornou-se um ponto de referência na cidade para eventos culturais e de lazer. Segundo informações do jornal Cruzeiro do Sul (2006), o parque foi projetado para abrigar diversas atividades, desde shows musicais e festas populares até atividades esportivas e desfiles carnavalescos, atraindo um amplo público e promovendo a interação comunitária.

Além disso, o parque é um importante refúgio para a fauna e a flora locais. Segundo a prefeitura de Sorocaba (s/d), sua vegetação é composta por espécies típicas da mata atlântica e cerrado, enquanto sua fauna inclui mais de 30 espécies de animais, como aves e mamíferos.

Destacam-se a presença de aves como Galinha d'água, Garças, Sabiá, entre outras, e espécies vegetais como Cabreúva, óleo de Copaíba, Cássia Fístula, Guabiroba, entre outras.

O Parque das Águas está localizado na Zona Norte da cidade, próximo à Avenida Dom Aguirre, conforme pode ser visto em visão aérea na figura 01.

Figura 1 – Localização do Parque das Águas na cidade de Sorocaba/SP



Fonte: Imagem retirada do Google Earth. Acesso em: 12/04/2023

2.2. Análise dos Fatores e Impactos das Enchentes

As enchentes urbanas representam um desafio significativo para os gestores municipais no Brasil, decorrentes de diversos fatores que envolvem o processo de urbanização e sua posterior expansão. Fonseca, Ferentz e Garcias (2019) destacam que a urbanização acelerada, especialmente a partir da segunda metade do século XX, trouxe

consigo uma série de problemas ambientais, incluindo a falta de tratamento de esgoto, a rede de drenagem deficitária, a ocupação de áreas de risco, a impermeabilização do solo e a canalização dos cursos hídricos.

Esses elementos contribuem para a elevação dos níveis de água durante as chuvas, aumentando a vazão superficial e o risco de alagamentos e inundações.

Um dos principais motivos para as enchentes é a impermeabilização do solo decorrente da expansão urbana, como apontado por Makrakis (2017). O crescimento desordenado de edificações e pavimentações reduz a capacidade de absorção do solo, aumentando a velocidade do escoamento das águas pluviais. Além disso, a perda da cobertura vegetal e o nivelamento do terreno contribuem para a intensificação desses eventos hidro meteorológicos.

Outro aspecto relevante é a ocupação indevida de áreas suscetíveis à inundação, como as margens dos rios, resultado do crescimento acelerado dos centros urbanos. A falta de planejamento na ocupação do solo e a ausência de políticas integradas de gestão das águas pluviais levam à concentração populacional em locais de risco, ampliando os prejuízos econômicos e sociais causados pelos desastres naturais.

A falta de uma abordagem holística na gestão das águas pluviais urbanas é destacada por Fonseca, Ferentz e Garcias (2019), que ressaltam a necessidade de estratégias e políticas públicas integradas para lidar com as enchentes. A ausência de um planejamento adequado e a falta de investimentos em infraestrutura de prevenção e contenção de enchentes contribuem para a recorrência desses eventos nas áreas urbanas brasileiras.

Diante desse cenário, é fundamental adotar medidas como a incorporação de normas construtivas sustentáveis, a utilização de espaços urbanos multifuncionais para contenção de águas pluviais, como parques e praças, e o uso de tecnologias como sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas (SIG) para o mapeamento de áreas de risco e a implementação de ações de prevenção e resposta a desastres naturais.

Em suma, as causas das enchentes urbanas são multifacetadas e exigem uma abordagem integrada que envolva planejamento urbano sustentável, infraestrutura adequada e políticas públicas eficazes para mitigar os impactos desses eventos nas áreas urbanas.

Em resumo, a urbanização acelerada e a proximidade com o Rio Sorocaba são fatores determinantes nas enchentes do Parque das Águas e áreas urbanas adjacentes.

Abordagens integradas e políticas públicas eficazes são cruciais para reduzir os impactos desses eventos nas comunidades afetadas.

As inundações frequentemente ocorrem no ponto mais baixo da cidade, onde a água naturalmente se acumula devido à topografia do terreno. Na cidade de Sorocaba, o Parque das Águas é um exemplo claro dessa dinâmica, pois está localizado em uma área de planície. Um mapa topográfico da região confirma que o parque se situa em uma planície, figura 02, o que o torna particularmente suscetível a alagamentos durante períodos de chuvas intensas.

Figura 2 – Parque das Águas em Sorocaba de acordo com a planialtimetria



Fonte: Imagem retirada do topographic-map.com. Acesso em 12/04/2023.

2.3. Índice Pluviométrico e Estações pluviométricas

Na região tropical, a precipitação é uma variável climática de extrema importância, influenciando diretamente processos econômicos e sociais. Com temperaturas constantes e elevadas ao longo do ano, variando pouco durante os períodos chuvosos devido ao aumento da nebulosidade, torna-se essencial entender os volumes e a distribuição espacial das chuvas. Esse entendimento é crucial para melhorar os processos de gestão e planejamento de áreas urbanas e agrícolas (SANTOS, 2017).

O índice pluviométrico é uma medida essencial na engenharia civil, especialmente no planejamento e construção de sistemas de drenagem rodoviária. Este índice representa o total de precipitação, medido em milímetros, que ocorre em um determinado local ao longo de um período específico (JABÔR, 2023). A medição é realizada por meio de pluviômetros, que coletam e medem a quantidade de chuva. O regime pluviométrico refere-se à distribuição dessa chuva ao longo do ano, ambos representados em

hidrogramas, facilitando a visualização e análise dos padrões de precipitação (JABÔR, 2023).

No Brasil, diversas instituições mantêm redes de estações pluviométricas com o objetivo de observar e analisar as condições hidrológicas, meteorológicas e climáticas. Entre essas instituições estão o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (SANTOS, 2017).

O INMET opera dois principais tipos de estações pluviométricas: as Estações Pluviométricas Automáticas (EPA) e as Convencionais (EPC). As EPAs utilizam sensores automáticos para registrar a quantidade de precipitação em tempo real, transmitindo os dados para centros de controle via sistemas de comunicação como GPRS ou satélite. Este tipo de estação permite um monitoramento contínuo e detalhado das condições climáticas, sendo altamente eficiente (SANTOS, 2017).

Por outro lado, as EPCs requerem leituras manuais feitas por observadores treinados que registram os dados de precipitação em intervalos regulares. Embora menos avançadas tecnologicamente, as EPCs ainda desempenham um papel vital na coleta de dados pluviométricos, especialmente em áreas remotas onde a instalação de estações automáticas pode não ser viável (SANTOS, 2017).

A ANA mantém uma rede de estações pluviométricas diversificadas cadastradas no portal Hidroweb. Esta rede atende aos objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), garantindo a organização, a implantação e a gestão das informações sobre recursos hídricos no Brasil. A rede da ANA é fundamental para a coordenação de políticas de recursos hídricos e para o planejamento e a execução de projetos relacionados à gestão da água (SANTOS, 2017).

A coleta e a análise de dados pluviométricos são fundamentais para diversas aplicações. Na agricultura, esses dados ajudam a planejar a irrigação e a prevenir perdas causadas por secas ou chuvas excessivas. Em áreas urbanas, os dados de precipitação são utilizados para projetar sistemas de drenagem eficientes e para mitigar os impactos de enchentes. Além disso, a informação sobre precipitação é crucial para a gestão de reservatórios e para a previsão de eventos hidrológicos extremos, como enchentes e deslizamentos de terra (SANTOS, 2017; JABÔR, 2023).

A intensidade de precipitação é classificada em diferentes categorias: chuva fraca (menos de 5 mm/h), moderada (5 a 25 mm/h), forte (25 a 50 mm/h) e muito forte (50

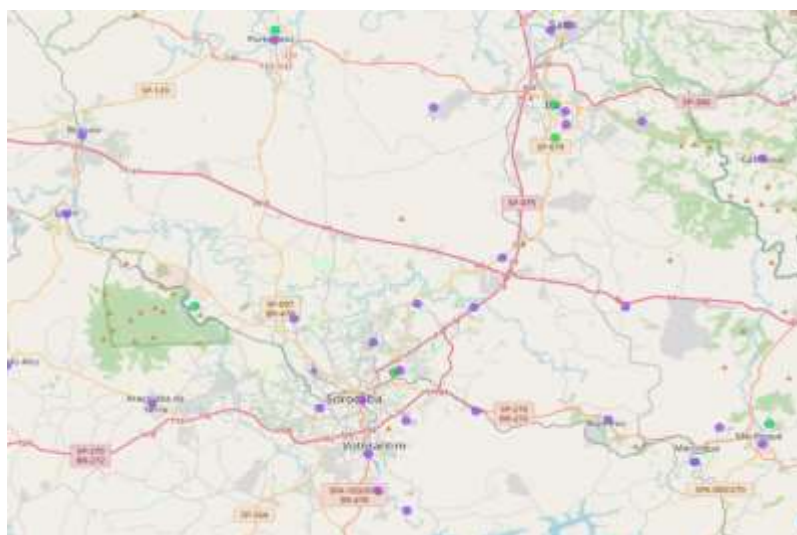
mm/h ou mais) (JABÔR, 2023). Esses dados são essenciais para o planejamento de sistemas de drenagem que podem lidar com diferentes níveis de precipitação, prevenindo enchentes e danos às infraestruturas rodoviárias.

As estações pluviométricas, sejam automáticas ou convencionais, desempenham um papel vital na coleta de dados climáticos. Esses dados são essenciais para o planejamento e a gestão eficazes de recursos hídricos, contribuindo significativamente para o desenvolvimento sustentável e para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas (SANTOS, 2017; JABÔR, 2023).

2.4. INMET na Região Metropolitana de Sorocaba

Com base nas informações disponíveis no site do INMET, o mapa das estações pluviométricas está dividido em três categorias distintas: Estações Automáticas (destacadas em verde), Estações Convencionais (sinalizadas em azul) e Pluviômetros Automáticos (identificados em roxo). Na Região Metropolitana de Sorocaba-SP, alguns exemplos de Estações Pluviométricas Automáticas incluem V0462 (Porto Feliz - SP), V0397 e V0398 (Itu - SP), V0533 (São Roque - SP), A713 (Iperó - SP) e V0498 (Sorocaba - SP). Como demonstrado no mapa de estações pluviométricas da região, é possível observar a distribuição geográfica dessas estações na área estudada. (figura 03)

Figura 3 – Estações Pluviométricas na Região de Sorocaba-SP



Fonte: Imagem retirada do Inmet. Acesso em: 27/05/2023

Conforme informações fornecidas pelo Inmet, a Estação Pluviométrica Automática (EPA) de Sorocaba-SP está situada no Bairro Além da Ponte, especificamente

nas instalações da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba-Sp, situado na Faculdade de engenharia de Sorocaba-FATEC, (figura04).

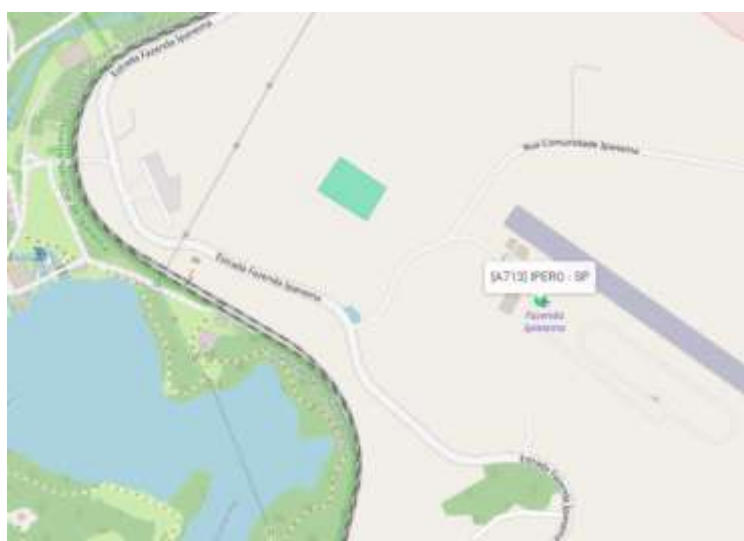
Figura 4 – Estação Pluviométrica de Sorocaba-SP



Fonte: Imagem retirada do Inmet. Acesso em: 27/05/2023

Porém, a V0498 não consta no catálogo de Estações Automáticas fornecido pelo Instituto de Meteorologia. Portanto, para estudo de caso e entre as estações catalogadas do Estado de São Paulo, utilizaremos a estação A713 localizada em Iperó-SP.

Figura 5 – Estações Pluviométrica de Iperó-SP



Fonte: Imagem retirada do Inmet. Acesso em: 27/05/2023

As cidades do Estado de São Paulo presentes no catálogo são possíveis de visualizar na seguinte tabela:

Tabela 1 – Estações Pluviométricas do Estado de São Paulo

DC_NOME	SG_ESTADO	CD_SITUACAO	VL_ALTITUDE	DT_INICIO_OPERACAO	CD_ESTACAO
ARIRANHA	SP	Operante	525,44	12/11/2007	A736
AVARE	SP	Operante	776,36	21/09/2006	A725
BARRA BONITA	SP	Operante	533,68	23/04/2008	A741
BARRA DO TURVO	SP	Operante	659,89	02/07/2008	A746
BARRETOS	SP	Operante	534,36	18/06/2010	A748
BARUERI	SP	Operante	776,5	28/03/2011	A755
BAURU	SP	Operante	636,17	29/08/2001	A705
BEBEDOURO	SP	Operante	542	26/10/2016	A764
BERTIÓGA	SP	Operante	5	31/01/2017	A765
BRAGANÇA PAULISTA	SP	Operante	891	19/12/2017	A744
CACHOEIRA PAULISTA	SP	Operante	586	19/10/2017	A769
CAMPOS DO JORDÃO	SP	Operante	1662,95	12/03/2002	A706
CASA BRANCA	SP	Operante	734,15	24/06/2007	A738
DRACENA	SP	Parie	383	02/11/2016	A762
FRANCA	SP	Operante	1002,74	11/12/2002	A708
IBITINGA	SP	Operante	496,75	08/11/2007	A737
IGUAPE	SP	Operante	2,7	19/07/2006	A712
IPERÓ	SP	Operante	609,33	21/08/2006	A713
ITAPEVA	SP	Operante	743,33	24/07/2006	A714
ITAPIRÁ	SP	Operante	634,89	04/11/2007	A739
ITUVERAVA	SP	Operante	610,58	16/07/2008	A753
JALÉS	SP	Operante	460,44	21/08/2007	A733
JOSE BONIFÁCIO	SP	Parie	408,35	02/09/2007	A735
LINS	SP	Operante	460,65	19/09/2006	A727
MARILIA	SP	Operante	660	14/05/2017	A763
OURINHOS	SP	Operante	500	28/08/2006	A716
PIRACICABA	SP	Operante	566,46	25/09/2006	A726
PRADÓPOLIS	SP	Operante	540,41	21/04/2008	A747
PRESIDENTE PRUDENTE	SP	Operante	431,92	03/02/2003	A707
RANCHARIA	SP	Operante	398,75	31/08/2006	A718
REGISTRO	SP	Operante	35	08/02/2017	A766
SÃO CARLOS	SP	Operante	859,29	03/09/2006	A711
SÃO LUIZ DO PARAITINGA	SP	Operante	862,3	31/10/2007	A740
SÃO MIGUEL ARCÂNGELO	SP	Operante	710	14/08/2006	A715
SÃO PAULO - INTERLAGOS	SP	Operante	771	13/03/2018	A771
SÃO PAULO - MIRANTE	SP	Operante	785,64	24/07/2006	A701
SÃO SIMÃO	SP	Operante	620	02/07/2019	A770
TAUBATÉ	SP	Operante	582,26	19/12/2006	A728
TUPÁ	SP	Operante	498	11/05/2017	A768
VALPARAÍSO	SP	Operante	381,9	29/08/2007	A734

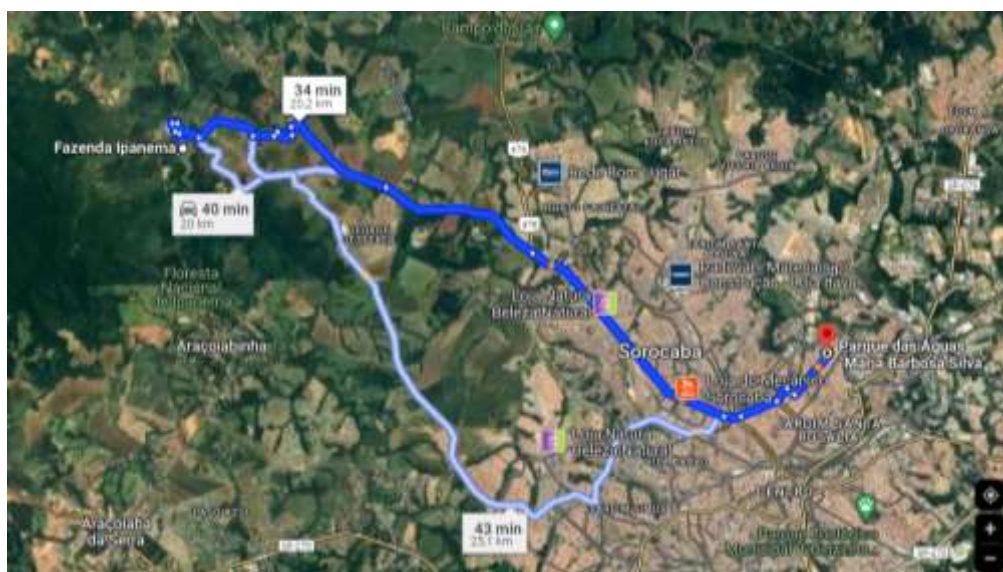
Fonte: Tabela retirada do Inmet. Acesso em: 27/05/2023

3. Desenvolvimento

O propósito desta fase do projeto é identificar os episódios de enchentes registrados em datas diversas no Parque das Águas desde a sua abertura. Inicialmente, a estrutura foi concebida para mitigar as inundações, mas essa finalidade não tem sido alcançada.

Para o Estudo de Caso, foram separadas 4 datas diferentes em que houve alagamento no Parque das Águas, utilizando como base a estação Pluviométrica de Iperó-SP, localizada a aproximadamente a 20km de distância do nosso ponto de interesse.

Figura 6 –Rota do Parque das Águas até a Estação Pluviométrica de Iperó-SP



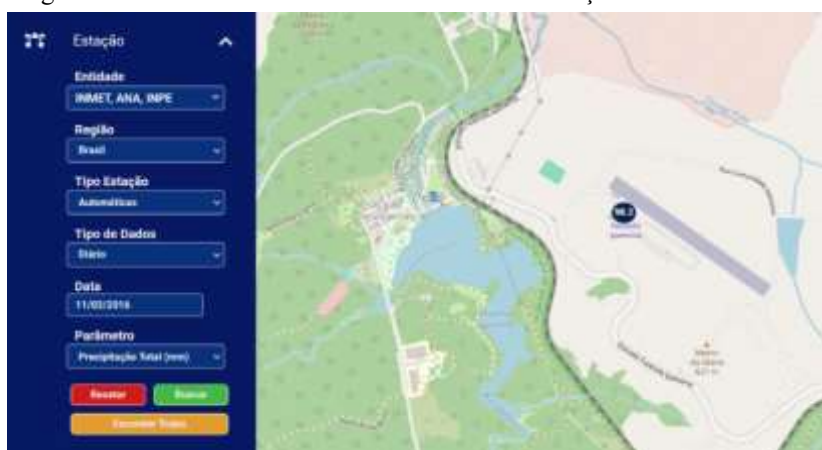
Fonte: Google Maps. Acesso em: 27/05/2023

4.1. Data Referência número um: 11/03/16

Segundo as notícias fornecidas pelo jornal local da cidade de Sorocaba-SP, a sexta-feira do dia 11 de março de 2016 foi de alagamento para a região do Parque das Águas. Conforme as informações fornecidas, o índice pluviométrico da cidade nos últimos três dias foi de 127mm.

Tomando como base esta data e a Estação Pluviométrica de Iperó, os índices apontam 98,2mm de chuva, conforme imagem da figura 07:

Figura 7 – Índice Pluviométrico em 11/03/16 na Estação Pluviométrica de Iperó-SP

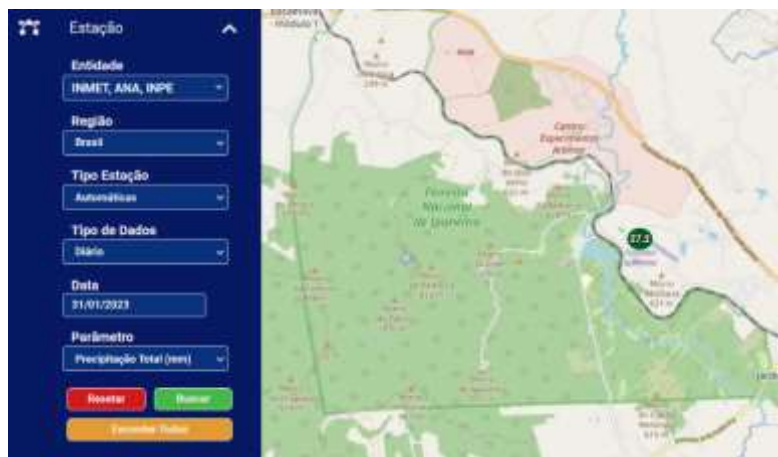


Fonte: Imagem retirada do Inmet. Acesso em: 28/05/2023

4.2. Data Referência número dois: 31/01/23

Segundo as notícias fornecidas pelo jornal local da cidade de Sorocaba-SP, a terça-feira do dia 31 de janeiro de 2023 foi de alagamento para a região do Parque das Águas. Conforme as informações fornecidas, o índice pluviométrico da cidade neste dia foi de 78,2mm, finalizando o mês de janeiro deste ano com 292,7mm.

Figura 8 - Índice Pluviométrico em 31/01/23 na Estação Pluviométrica de Iperó-SP



Fonte: Imagem retirada do Inmet. Acesso em: 28/05/2023

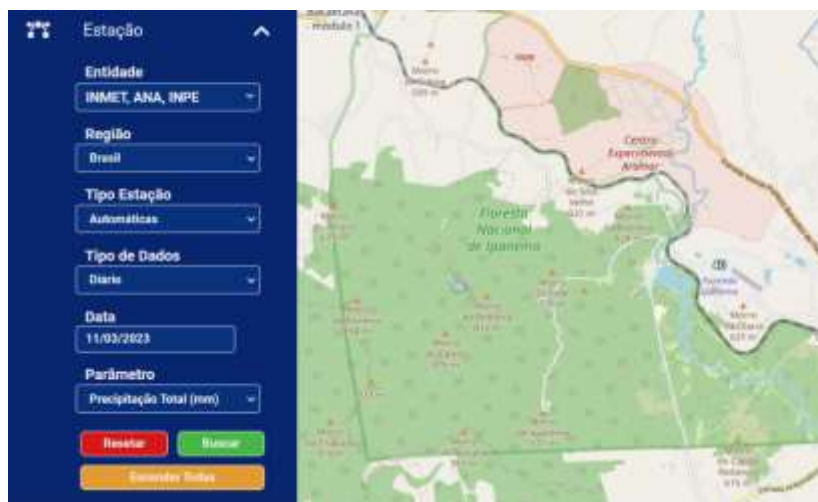
Tomando como base está data e a Estação Pluviométrica de Iperó, os índices apontam 27,2mm de chuva, fugindo bastante da situação em Sorocaba-SP, conforme imagem da figura 08.

4.3. Data Referência número três: 11/03/23

Segundo as notícias fornecidas pelo jornal local da cidade de Sorocaba-SP, a sexta-feira do dia 11 de março de 2023 foi de alagamento para a região do Parque das Águas. Conforme as informações fornecidas, o índice pluviométrico da cidade em pouco mais de uma hora, neste dia atingiu 77mm, acumulando para o mês de março nos primeiros dez dias do mês 186mm.

Tomando como base está data e a Estação Pluviométrica de Iperó, os índices apontam 40mm de chuva, destoando bastante da situação em Sorocaba-SP, conforme imagem da figura 09.

Figura 9 - Índice Pluviométrico em 11/03/23 na Estação Pluviométrica de Iperó-SP



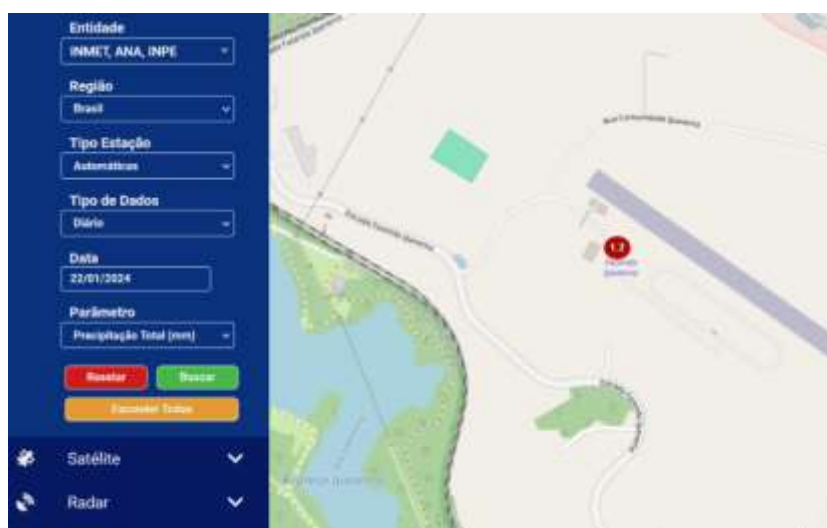
Fonte: Imagem retirada do Inmet. Acesso em: 28/05/2023

4.4. Data Referência número quatro: 22/01/24

Segundo as notícias fornecidas pelo jornal local da cidade de Sorocaba-SP, a sexta-feira do dia 22 de janeiro de 2023 foi de alagamento para a região do Parque das Águas e para a cidade de Sorocaba. Conforme as informações fornecidas, choveu mais de 80% do que estava previsto para o mês de janeiro, sendo o acumulado para os últimos três dias 274mm e para o mês de janeiro até esta data 407mm.

Tomando como base esta data e a Estação Pluviométrica de Iperó, os índices apontam 1,2mm de chuva, destoando bastante da situação em Sorocaba-SP, conforme imagem da figura 10:

Figura 10 - Índice Pluviométrico em 22/01/24 na Estação Pluviométrica de Iperó-SP



Fonte: Imagem retirada do Inmet. Acesso em: 28/05/2023

4. Análise dos resultados

A análise dos índices pluviométricos de Sorocaba em comparação com a estação de Iperó-SP revelou uma correlação fraca entre as duas localidades. Embora ambas as cidades estejam na mesma região, os dados coletados em quatro casos específicos mostraram que os padrões de chuva podem variar significativamente entre elas. Esta discrepância pode ser atribuída a fatores geográficos e climáticos locais, que influenciam a distribuição das precipitações de maneiras distintas. No contexto de Sorocaba, essa variação tem um impacto direto no alto índice de alagamentos, especialmente em áreas mais suscetíveis como o Parque das Águas.

Apesar da fraca correlação observada, há uma oportunidade para aprofundar o estudo utilizando os índices pluviométricos fornecidos pelos jornais locais de Sorocaba. Esses dados locais podem oferecer uma visão mais precisa das condições de chuva na cidade e ajudar a entender melhor as variações microclimáticas que afetam Sorocaba especificamente. A análise detalhada desses índices pode revelar padrões e tendências que não são evidentes quando se considera apenas os dados da estação de Iperó-SP. Esses padrões são cruciais para compreender por que áreas como o Parque das Águas, situado em uma planície, são particularmente vulneráveis a inundações.

Tabela 2 – Demonstrativo

Datas	Índice Pluviométrico (mm)	Situação
11/03/2016	127	Acumulado 3 dias
31/01/2023	78,2	Acumulado 1 dia
11/03/2023	77	Acumulado pouco mais de 1 hora
22/01/2024	274	Acumulado 3 dias

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme indicado na tabela 2, um ponto de destaque na análise foi a observação de duas datas específicas: 11 de março de 2016 e 22 de janeiro de 2023. Nessas ocasiões, houve um acumulado de três dias de precipitação, o que poderia sugerir um padrão comum. No entanto, mesmo nesses casos, os índices pluviométricos registrados foram diferentes, indicando que, apesar da semelhança temporal, a intensidade e o volume de chuva variaram. Essa variação reforça a complexidade dos fenômenos climáticos e a importância de um monitoramento detalhado e local. Tais observações são especialmente relevantes para o Parque das Águas, onde os alagamentos são frequentes devido ao acúmulo de água na área de planície durante chuvas intensas.

Estudos futuros podem se beneficiar da incorporação de dados de múltiplas fontes para melhorar a precisão das análises pluviométricas. Além dos dados de estações meteorológicas e relatórios de jornais, a utilização de tecnologias modernas, como sensores remotos e satélites, pode proporcionar uma visão mais abrangente e detalhada das condições climáticas. Isso pode ser especialmente útil para planejar e mitigar os impactos de eventos extremos, como enchentes, que têm se tornado mais frequentes e intensos devido às mudanças climáticas. No caso do Parque das Águas, uma melhor compreensão dos padrões de precipitação pode informar a implementação de medidas de mitigação de inundações.

Em resumo, a análise dos índices pluviométricos de Sorocaba em relação à estação de Iperó-SP destaca a importância de um enfoque local na coleta e interpretação de dados meteorológicos. Embora haja pouca correlação entre as duas localidades, os dados específicos de Sorocaba, como os reportados pelos jornais locais, são fundamentais para entender as nuances do clima da cidade. A observação de padrões, como os acumulados de chuva em datas específicas, apesar das variações nos índices, sublinha a necessidade de um monitoramento contínuo e detalhado para uma melhor compreensão e gestão dos recursos hídricos e dos riscos associados às chuvas intensas. Isso é particularmente crucial para áreas vulneráveis como o Parque das Águas, que frequentemente enfrenta alagamentos devido à sua localização em uma área de planície.

5. Conclusão

Este estudo analisou as inundações urbanas na região do Parque das Águas em Sorocaba, com foco na sazonalidade das chuvas durante o verão e nos fatores que contribuem para esses eventos. A pesquisa destacou os desafios específicos enfrentados no contexto urbano e a necessidade de abordagens holísticas na gestão das águas pluviais.

O Parque das Águas de Sorocaba foi concebido como uma solução multifuncional para as enchentes, integrando controle de inundações, lazer e preservação ambiental. Sua criação está diretamente ligada aos problemas de enchentes enfrentados por bairros como o Jardim Abaeté. A construção do piscinão de contenção de águas pluviais em 2006, seguida pela inauguração do parque em 2008, marcou um esforço significativo para mitigar as inundações e melhorar a qualidade de vida na região.

A análise dos fatores e impactos das enchentes revelou a importância de normas construtivas sustentáveis e de espaços urbanos multifuncionais para contenção de águas pluviais. A urbanização acelerada, a impermeabilização do solo, a ocupação inadequada de áreas

propensas à inundação e a falta de planejamento integrado foram identificados como principais contribuintes para as inundações. A proximidade do Parque das Águas com o Rio Sorocaba também foi destacada como um fator determinante.

No estudo de caso, foram analisados episódios recentes de enchentes no Parque das Águas, utilizando dados da estação pluviométrica de Iperó-SP. A comparação dos índices pluviométricos entre Sorocaba e Iperó mostrou pouca correlação, sugerindo a necessidade de monitoramento local mais preciso. Os eventos analisados demonstraram que, apesar das medidas adotadas, as inundações continuam a ocorrer, indicando a necessidade de melhorias contínuas nas estratégias de gestão de águas pluviais.

Em resumo, a urbanização acelerada e a proximidade com o Rio Sorocaba são fatores determinantes nas enchentes do Parque das Águas e áreas urbanas adjacentes. Abordagens integradas e políticas públicas eficazes são cruciais para reduzir os impactos desses eventos nas comunidades afetadas. A coleta e análise de dados pluviométricos são essenciais para o planejamento e gestão eficazes de recursos hídricos, contribuindo significativamente para o desenvolvimento sustentável e para a mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

Sugestões de trabalhos futuros

Sugestões de estudos adicionais para investigar as causas das inundações constantes na região do Parque das Águas:

- Monitoramento Hidrológico Local:
- Implementar uma rede de estações pluviométricas e hidrológicas na região do Parque das Águas para obter dados precisos sobre precipitação e níveis de água em tempo real.
- Realizar estudos detalhados sobre o regime hidrológico do Rio Sorocaba, incluindo análises de vazão e capacidade de drenagem do rio.
- Análise de Infraestrutura de Drenagem:
- Avaliar a eficiência do sistema de drenagem urbana existente, incluindo a capacidade dos piscinões e canais de drenagem.
- Identificar pontos críticos de escoamento e possíveis gargalos na infraestrutura que podem contribuir para alagamentos.
- Estudos de Impacto da Urbanização:
- Analisar o impacto da impermeabilização do solo devido ao crescimento urbano e suas implicações nas inundações.
- Investigar a adequação das normas de construção e uso do solo na região, propondo revisões quando necessário.

- Simulações de Modelos Hidrodinâmicos:
- Utilizar modelos computacionais para simular eventos de chuva intensa e suas consequências na bacia hidrográfica do Parque das Águas.
- Avaliar cenários futuros de urbanização e mudanças climáticas para prever e mitigar riscos de inundações.
- Estudos de Percepção e Resiliência Comunitária:
- Realizar pesquisas com a comunidade local para entender a percepção sobre as inundações e avaliar o nível de preparação e resiliência.
- Desenvolver programas educativos e de conscientização sobre práticas sustentáveis e medidas de mitigação de inundações.
- Implementação de Soluções Baseadas na Natureza:
- Investigar a viabilidade de soluções baseadas na natureza, como a restauração de áreas verdes e a criação de zonas úmidas artificiais, para aumentar a capacidade de absorção de água e reduzir o escoamento superficial.
- Promover a integração de infraestrutura verde, como jardins de chuva e telhados verdes, no planejamento urbano da região.

A implementação desses estudos pode fornecer uma compreensão mais profunda das causas das inundações e ajudar a desenvolver estratégias mais eficazes para mitigá-las, promovendo a resiliência urbana e a sustentabilidade ambiental na região do Parque das Águas.

6. Referências

- FONSECA, Murilo Noli da; FERENTZ, Larissa Maria da Silva; GARCIAS, Carlos Mello. Integração dos instrumentos de gestão municipal das águas pluviais frente aos alagamentos em centros urbanos paranaenses entre 1980-2018. 2019. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2019a/apli/integracao.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2023.
- G1. Moradores usam barcos para sair de casas alagadas após temporal. Publicado em 11 mar. 2016. Disponível em: [https://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/noticia/2016/03/moradores-usam-barcos-para-sairem-de-casas-alagadas-apos-temporal.html#:~:text=V%C3%A1rios%20im%C3%B3veis%20ficaram%20tomados%20pela%20%C3%A1gua%20em%20Sorocaba%20\(SP\).&text=Segundo%20relato%20dos%20moradores%2C%20pelo,tradicionalmente%20fica%20inundado%20ap%C3%B3s%20chuvas](https://g1.globo.com/sao-paulo/sorocaba-jundiai/noticia/2016/03/moradores-usam-barcos-para-sairem-de-casas-alagadas-apos-temporal.html#:~:text=V%C3%A1rios%20im%C3%B3veis%20ficaram%20tomados%20pela%20%C3%A1gua%20em%20Sorocaba%20(SP).&text=Segundo%20relato%20dos%20moradores%2C%20pelo,tradicionalmente%20fica%20inundado%20ap%C3%B3s%20chuvas). Acesso em: 8 abr. 2023.
- G1. Temporal causa prejuízos e transtorno para moradores de Sorocaba. Publicado em 31 jan. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/noticia/2023/01/31/fotos-temporal-causa-prejuizos-e-transtorno-para-moradores-de-sorocaba.ghtml>. Acesso em: 9 abr. 2023.

- JABÔR, Marcos Augusto. Drenagem de Rodovias. 2023. Disponível em: <https://www.marcosjabor.com.br/pdf/venda.pdf>. Acesso em: 27 maio 2023.
- Jornal Cruzeiro do Sul. Após 72 horas, Sorocaba tenta se recuperar das chuvas. Publicado em 22 jan. 2023. Disponível em: <https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/noticias/2023/01/727922-apos-72-horas-sorocaba-tenta-se-recuperar-das-chuvas.html>. Acesso em: 11 abr. 2023.
- Jornal Cruzeiro do Sul. Região do Parque das Águas continua alagada neste sábado (11). Publicado em 11 mar. 2023. Disponível em: <https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/noticias/2023/03/711403-regiao-do-parque-das-aguas-continua-alagada-neste-sabado-11.html>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- MAKRAKIS, Mábila Correa. Mapeamento e análise das áreas suscetíveis a inundações do município de Lages-SC. 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/152757/001012495.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- MERLIN, J. R.; CARNEIRO, F. A. Acessibilidade e entorno como diretrizes de espaços livres públicos. Paisagem E Ambiente, v. 33, p. 205-220, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i33p205-220>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- NASCIMENTO, Sandra. De área de enchentes a local de lazer: a história do Parque das Águas de Sorocaba. 2019. Disponível em: <https://terceiramargem.org/2019/07/25/de-area-de-enchentes-a-local-de-lazer-a-historia-do-parque-das-aguas-de-sorocaba/>. Acesso em: 11 abr. 2023.
- PREFEITURA DE SOROCABA. Parque das Águas. Disponível em: <https://turismo.sorocaba.sp.gov.br/visite/parque-das-aguas/#gsc.tab=0>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- SANTOS, Daniel Carlos Alves. Análise Comparativa de Qualidade de Dados de Estações Pluviométricas Automáticas e Convencionais do INMET e Dados do Satélite GPM para o RN, Brasil. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/27489>. Acesso em: 27 maio 2023.

*** Descendentes do curso de Engenharia Civil da ATHON Ensino Superior.**

**** Kelen Cristiane Cardoso - docente da Escola de Engenharia da ATHON Ensino Superior**