

HIDROAPP COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Diego Freitas de Souza ¹; Milena Pereira Dantas ²; Helen Graciane Ruela Machado³; Vitória Amélia Lemes Gonçalves ³; Rafael Grinberg Chasles ³; Brisa Maria Fregonesi ³; Diego Monteiro ³; Josielton da Silva Santos ³; André Luis Navarro ³; Samir Edgar Marques ³; Gré de Araújo Lobo ³; Anderson Barboza Esteves ³.

Abstract: The need for monitoring and analyzing extreme events has become highly relevant for water resource management. Following the establishment of SP-ÁGUAS (São Paulo State Water Agency), there was a need to improve tools to assist in the state-wide water management. Focusing on the development of a *WebGIS* for geospatialization and quick access to information, HidroApp was created. It provides hydrometeorological data, indicators, and infrastructure to support the agency in water resource management and the dissemination of relevant data to the public. The objective of this study is to present the HidroApp platform, highlighting its structure, methodology, indicators, functionalities, and practical applications.

Resumo: A necessidade do monitoramento e análise de eventos extremos passou a ter grande relevância para a gestão de recursos hídricos. Após a criação da SP-ÁGUAS (Agência de Águas do Estado de São Paulo) houve a necessidade do aperfeiçoamento de ferramentas que auxiliassem na gestão hídrica de todo o estado com foco no desenvolvimento webGis para a geoespacialização e acesso rápido as informações, criou-se então o HidroApp, que dispõe dados e indicadores hidrometeorológicos e infraestrutura para auxiliar a agência na gestão de recursos hídricos e divulgação de dados relevantes para a sociedade. O objetivo deste trabalho é apresentar a plataforma HidroApp destacando sua estrutura, metodologia, seus indicadores, funcionalidades e aplicações práticas.

Palavras-Chave: monitoramento, gestão de recursos hídricos, indicadores.

¹) Agência de Águas do Estado de São Paulo, R. Boa Vista, 170 - Centro Histórico, São Paulo – SP; diego.freitas@spaguas.sp.gov.br

²) Agência de Águas do Estado de São Paulo, R. Boa Vista, 170 - Centro Histórico, São Paulo – SP; mpdantas.hcc3@spaguas.sp.gov.br

³) Agência de Águas do Estado de São Paulo, R. Boa Vista, 170 - Centro Histórico, São Paulo – SP.

INTRODUÇÃO

A gestão dos recursos hídricos é fundamental para garantir a disponibilidade de água para diversos setores, a sustentabilidade ambiental e a mitigação dos impactos de eventos extremos, como secas e inundações (DOS SANTOS e NASCIMENTO, 2025). No estado de São Paulo, a complexidade dos sistemas produtores, a crescente demanda por informações precisas e atualizadas impõem desafios significativos aos órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos (VIDAL, 2024).

Instituído em 12 de dezembro de 1951, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), uma autarquia estadual, gerenciava os recursos hídricos e planejava o uso da água no Estado de São Paulo. Em 2015, com o aumento da necessidade de acesso a dados hidrológicos, o DAEE desenvolveu o Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas (SIBH), uma aplicação pioneira na consulta de dados de maneira rápida e intuitiva. Integrando dados de diversas entidades com a sua própria rede de monitoramento, o SIBH se tornou referência em São Paulo na consulta de dados Pluviométricos, Fluviométricos e Piezométricos (DAEE, 2025).

Em 2024, foi sancionada a lei que transformaria o DAEE na SP-ÁGUAS (Agência de Águas do Estado de São Paulo), tendo como função o aperfeiçoamento da gestão do uso das águas em São Paulo, com regulação, monitoramento e fiscalização (SÃO PAULO, 2024), devido a isso houve a necessidade do desenvolvimento de plataformas que integrem informações diversas e possibilitem uma análise dinâmica e interativa dos recursos hídricos. Os avanços das tecnologias da internet e da cartografia possibilitaram o desenvolvimento de programas que combinam dados geográficos com ferramentas de análise web sem a necessidade da instalação de softwares adicionais, dessa forma as plataformas webGIS (Sistemas de Informação Geográfica na Web) unem dados com base em imagem de satélite, radar, sensores, postos telemétricos e entre outras fontes de dados em um único lugar, possibilitando uma análise de precisão em sistemas de suporte a decisão baseadas em localização (RAO *et al.*, 2007) e ainda em ferramentas combinadas com Machine Learning (ML) para a previsão de eventos extremos (PEIXOTO *et al.*, 2024; MOURATO *et al.*, 2025). Nesse contexto, técnicos da SP-ÁGUAS, em um esforço interno, desenvolveram o HidroApp, plataforma *webGIS* moderna que consolida e permite a interação com dados de monitoramento, informações geoespaciais, dados ambientais e indicadores em um único ambiente, otimizando a gestão e o acesso à informação hídrica e contribuindo para tomadas de decisões.

O objetivo desse trabalho portanto, é apresentar a plataforma HidroApp, destacando sua estrutura, metodologia, seus indicadores, funcionalidades e aplicações práticas. A proposta é demonstrar como a plataforma contribui para o aprimoramento do acesso à informação, a transparência dos dados públicos e a tomada de decisões.

METODOLOGIA E ANÁLISE

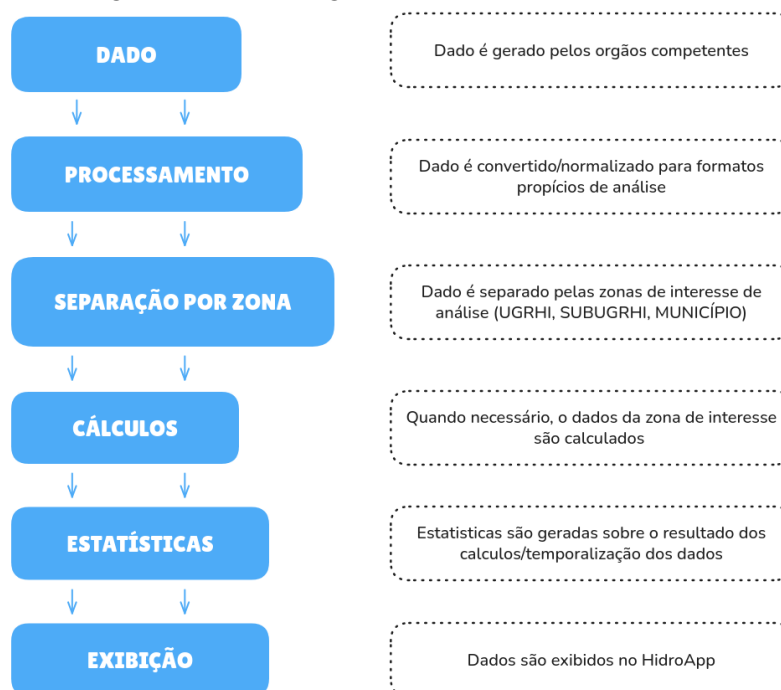
O sistema foi desenvolvido utilizando a arquitetura de Micro serviços (*Microservices*), o que permite uma manutenção mais focada nas funcionalidades da aplicação, permitindo um rápido desenvolvimento de uma ferramenta que lida com diversas fontes de dados e informações. A interface webGIS foi desenvolvida com base na estrutura *HyperText Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) e JAVASCRIPT tendo como *backend* o

framework RAILS e POSTGRESQL para banco de dados. Continuando sua tendência *OpenSource*, a criação do mapa é feita com a biblioteca LEAFLET. Os dados são coletados pelos protocolos *File Transfer Protocol* (FTP), *Representational State Transfer* (API REST) e *Comma-Separated Values* (CSV) em diversas entidades como Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística de SP (SEMIL), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN). Uma vez gerados, os dados são preparados para facilitar o seu processamento e possibilitar a normalização das suas particularidades.

Para atender as principais divisões e particularidades hidrográficas no estado de São Paulo foram utilizadas três zonas de interesse que se dividem nas áreas dos municípios do estado de São Paulo, abrangendo a divisão administrativa dos 645 municípios do Estado; as 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI), atendendo a divisão por critérios hidrológicos, ambientais, socioeconômicos e administrativos e por fim, as Subunidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (subUGRHI), que correspondente as áreas das sub-bacias hidrográficas, são subdivisões das UGRHIs (SÃO PAULO, 2023).

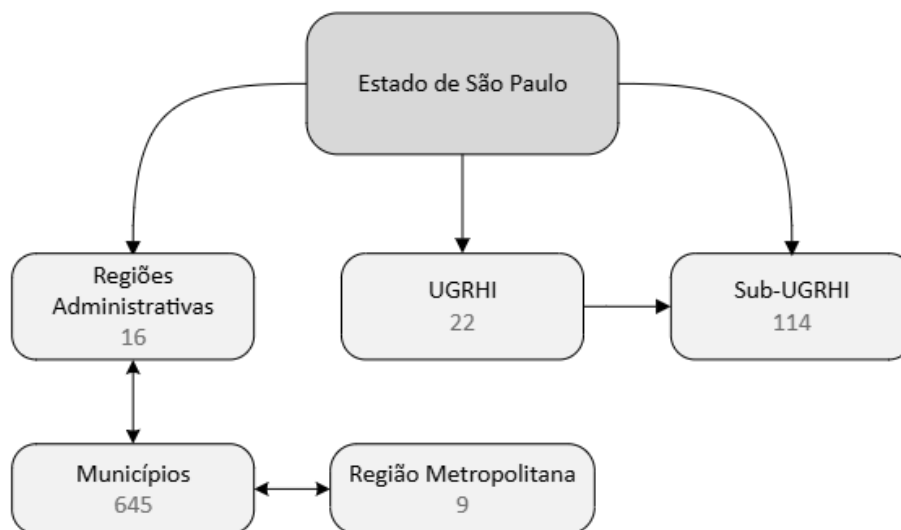
Para cada zona de interesse entre município, UGRHI e subUGRHI são realizados cálculos e estatísticas para gerar os indicadores de análise da disponibilidade hídrica, condições climáticas e vulnerabilidade. Os dados calculados são salvos em banco de dados e disponibilizados na aplicação via API REST. A Figura 1 mostra a metodologia de análise e desenvolvimento,

Figura 1 – Metodologia de análise e desenvolvimento



A Figura 2 apresenta um fluxograma que descreve a relação hierárquica entre diferentes divisões territoriais. Todos esses níveis estão interligados, representando a integração entre as diferentes escalas espaciais necessárias para a gestão das águas paulistas. O mesmo indicador pode ser calculado ou agrupado por múltiplas divisões territoriais.

Figura 2 – Fluxograma divisões territoriais

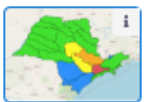


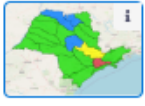
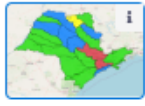

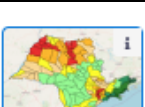





RESULTADOS


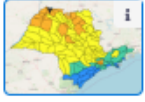
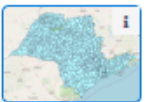






Indicadores


O HidroApp está disponível em <https://hidroapp.daee.sp.gov.br>, permitindo uso por qualquer usuário interessado. Entre os principais recursos da plataforma, destacam-se os indicadores, que são informações que permitem descrever, classificar, ordenar, comparar ou quantificar de maneira sistemática aspectos de uma realidade e que atendam às necessidades dos tomadores de decisões. No contexto da gestão de recursos hídricos, além de cumprir essa função, os indicadores atuam como uma ponte entre os dados coletados pelo monitoramento e as partes interessadas no sistema de gestão de recursos hídricos. A Tabela 1 mostra a lista de indicadores disponíveis no HidroApp, bem como sua descrição, fonte e periodicidade.

Tabela 1 – Tabela de indicadores

Ícone	Nome	Descrição	Atualização
 Disponibilidade Natural per Capta (Falkenmark)	Disponibilidade Natural per Capta (Falkenmark)	Disponibilidade Hídrica Per Capta, é uma métrica utilizada para avaliar a disponibilidade de recursos hídricos em relação à população de uma determinada região. Dados obtidos do SP Águas.	Anual

 Comprometimento Balanço Hídrico	Indicador de Comprometimento Hídrico	O Indicador de Comprometimento Hídrico é uma métrica utilizada para avaliar o grau de uso da água em uma região. Este indicador considera a quantidade de água retirada para diversos usos, como agricultura, indústria e consumo doméstico, em relação à vazão com 95% de permanência (Q95) da bacia hidrográfica. Dados obtidos do SP Águas.	Anual
 Estresse Hídrico (ONU)	Indicador de Estresse Hídrico	O nível de estresse hídrico é um indicador que mede a proporção do total de recursos hídricos retirados em relação ao estoque de água disponível (Q95%) subtraído a vazão ecológica (50% do Q7,10). Dados obtidos do SP Águas.	Anual
 Volume chuva	Indicador de precipitação mensal	O Índice de Precipitação Mensal é a quantidade média de precipitação em uma região acumulada ao longo do mês, expressa em milímetros (mm). Este indicador é a base da gestão dos recursos hídricos, pois constitui o principal componente do ciclo hidrológico. Dados disponíveis em MERGE – INPE e ROZANTE <i>et al.</i> (2018)	Mensal
 SPI	Indicador de Precipitação Padronizado (SPI)	O Índice de Precipitação Padronizado permite comparar diferentes regiões e datas numa mesma base, classificando-as em normal, além de cinco graus de seca ou inundação (fraca, moderada, grave, extrema, excepcional). SPI disponíveis: 3, 6, 12, 24 (MCKEE <i>et al.</i> , 1993). Dados disponíveis em MERGE – INPE e ROZANTE <i>et al.</i> (2018)	Mensal
 Chuva Agora	Visualizador de Acumulados de Chuva Online	A funcionalidade do Chuva Agora exibe o acumulado de precipitação em milímetros (mm) nos pluviômetros em intervalos de 1, 2, 3, 6, 12, 24, 48 e 72 horas, permitindo monitorar a precipitação em tempo real. Dados obtidos do SP Águas.	Online
 Nível Agora	Visualizador de Níveis Online	A funcionalidade Nível Agora exibe o nível da régua atual em metros (m), permitindo monitorar o nível dos principais cursos d'água em tempo real. Dados obtidos do SP Águas.	Online
 Vazão Agora	Visualizador de Vazões Online	A funcionalidade Vazão Agora exibe o nível da régua atual em metros (m), permitindo monitorar o nível dos principais cursos d'água em tempo real. Dados obtidos do SP Águas.	Online
 Magnitude da Seca	Indicador de Magnitude da Seca	O Índice de Magnitude da Seca fornece uma visão abrangente sobre o impacto da seca, sendo uma métrica que quantifica a severidade em uma determinada região e período. Dados disponíveis em MERGE – INPE e ROZANTE <i>et al.</i> (2018)	Mensal
 Duração da Seca	Indicador de Duração da Seca	Indica a duração da seca indica a evolução temporal da seca, promovendo uma visão de quantos meses consecutivos a unidade de gestão analisada está em déficit hídrico. Dados disponíveis em MERGE – INPE e ROZANTE <i>et al.</i> (2018)	Mensal

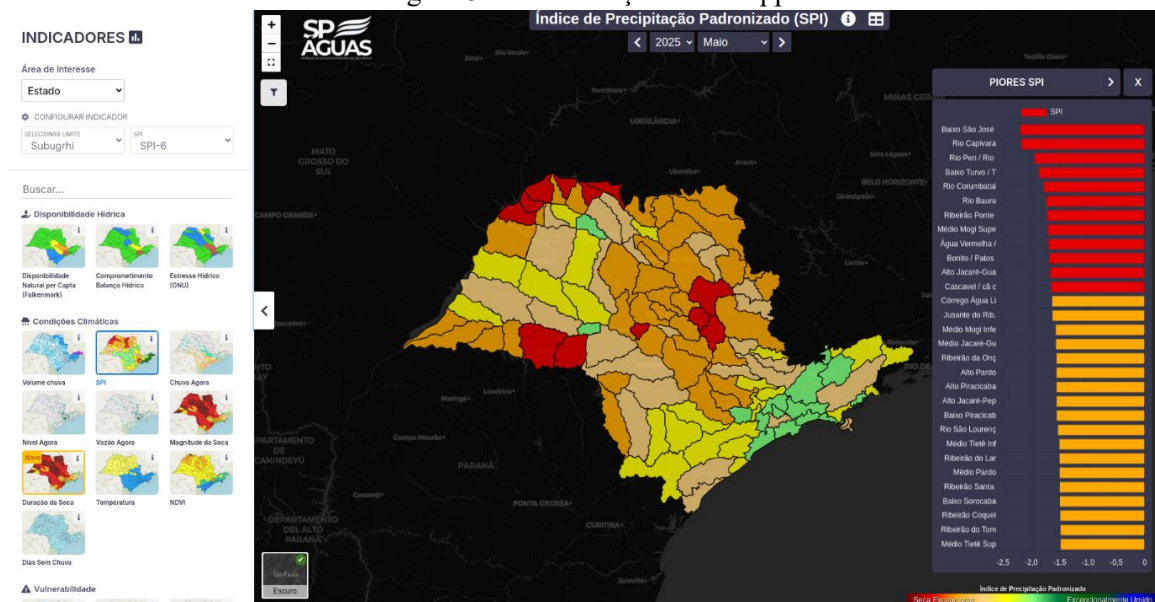
 Temperatura	Indicador de Temperatura Mensal	A temperatura mensal é a média mensal da temperatura em uma região ao longo do mês, expressada em graus célsius. Este indicador é importante para entender as variações climáticas e as tendências sazonais. Dados disponíveis em SAMEt, INPE e ROZANTE <i>et al.</i> (2022)	Mensal
 NDVI	Indicador de NDVI	O NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) é uma ferramenta usada para avaliar a saúde, densidade e vigor da vegetação por meio de imagens (ABBASI <i>et al.</i> , 2021). Dados obtidos do SP Águas.	Mensal
 Dias Sem Chuva	Indicador de Dias Consecutivos sem Chuva e Dias sem chuva no mês	Indicador que exhibe a magnitude dos dias sem chuva levando em consideração chuvas acima de 1mm. Dados disponíveis em MERGE – INPE e ROZANTE <i>et al.</i> (2018)	Diário
 Área vulneráveis e de Risco (Alagamentos)	Indicador de áreas vulneráveis e com risco de alagamentos/ext ravasamentos	O mapeamento das áreas vulneráveis e de risco a inundações e alagamentos identificam os locais onde houve extravasamentos. Dados disponíveis em IPA e SP Águas.	Anual
 Perigo de Escorregamento	Indicador de áreas com risco de Escorregamento	O indicador Perigo de Escorregamento utilizou o estudo do IPA (antigo IG) das Unidades Básicas de Compartimentação (UBC). Dados disponíveis em IPA.	Fixo
 Área Vulneráveis e de Risco (Erosão)	Indicador de áreas vulneráveis e com risco de Erosão	O mapeamento das áreas vulneráveis e de risco a erosão identificam os locais onde houve a perda de solo pela ação da água, uso e ocupação da terra. Dados obtidos do SP Águas.	Mensal
 IPVS - Grupos 5, 6 e 7	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social	O IPVS faz uma análise das condições de vida dos habitantes de SP, classificando em 7 grupos. O indicador de IPVS do HidroApp faz uma análise dos grupos mais vulneráveis (5, 6 e 7). Dados disponíveis em SEADE.	Fixo
 Índices Segurança Hídrica Urbano	Indicador de Segurança Hídrica por Município	O Índice de Segurança Hídrica Urbano identifica as cidades com risco no abastecimento de água, avaliando a segurança hídrica. Dados disponíveis em ANA.	Anual
 Mananciais por Município	Indicador de vulnerabilidade dos mananciais	O Indicador de Vulnerabilidade do Manancial avaliou a suscetibilidade dos mananciais de água a riscos de escassez e desabastecimento. Dados disponíveis em ANA.	Anual

 Coleta/Tratamento de Esgoto	Indicador de Coleta/Tratamento de Esgoto	O indicador de Coleta e tratamento de esgoto mostra uma classificação por município de acordo com a porcentagem de coleta de esgoto. Dados disponíveis em SNIS.	Anual
--	--	---	-------

Funcionalidades principais

O componente de mapa do sistema permite a visualização dos indicadores (Tabela 1) através do tempo, utilizando o seletor de data, além de permitir a aplicação de filtros dinâmicos e gráficos para comparação entre os valores exibidos. A Figura 3 mostra o que se encontra ao entrar no HidroApp: à esquerda, há um menu com todos os indicadores disponíveis para visualização e seleção de contexto; à direita, encontram-se gráficos dinâmicos de acordo com o indicador selecionado; e, ao centro, o mapa interativo do indicador selecionado. No exemplo apresentado, observa-se o SPI por subUGRHI referente ao mês de maio de 2025, o indicador utiliza uma escala de cores que vai do vermelho (seca excepcional) ao azul (excepcionalmente úmido). Neste mês, poucas subUGRHIs apresentaram condição de seca excepcional, a maior parte do estado de São Paulo encontrou-se em situação de seca moderada a grave, enquanto as regiões próximas ao litoral em condições normais (cor verde).

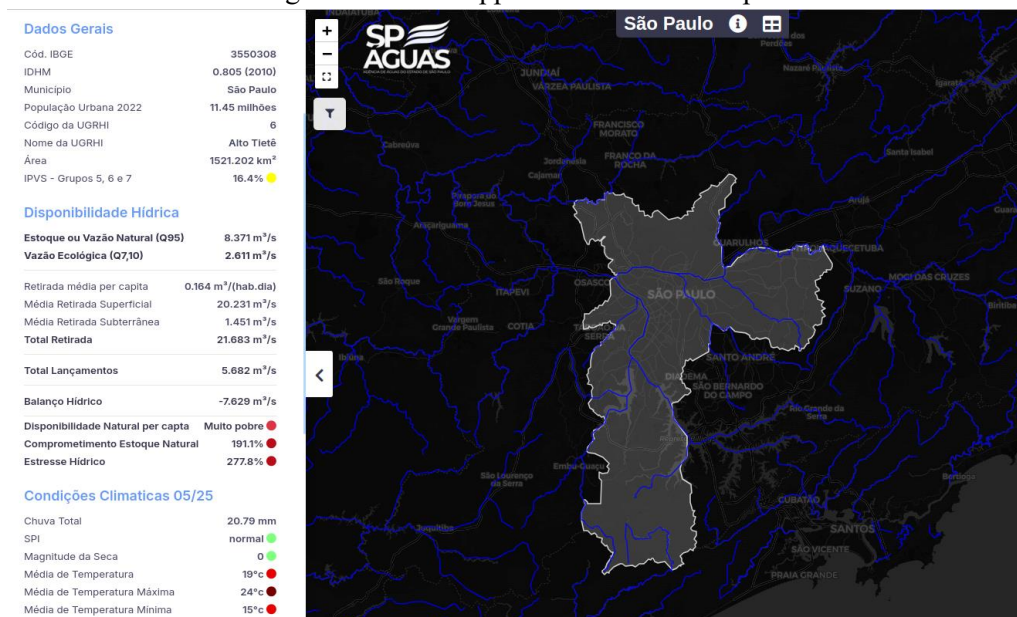
Figura 3 – Visualização HidroApp



A plataforma também permite o aprofundamento da análise, definindo uma área de interesse por município. Essa funcionalidade exibe uma visão geral dos indicadores daquela localidade, apresentando informações relevantes de modo rápido e fácil para os gestores e tomadores de decisão. A Figura 4 demonstra a visualização no contexto do município de São Paulo, seus indicadores de disponibilidade hídrica apontam para o Estoque ou Vazão Natural (Q95) de 8.371m³/s, Vazão ecológica (Q7,10) de 2.611m³/s, total de retiradas de 21.683 m³/s e balanço hídrico de -7.629m³/s, resultando no estresse hídrico elevado e alto comprometimento do estoque natural. Na Figura 4, também é possível acompanhar dados

mensais do município. Observa-se que, durante o mês de maio de 2025, as condições climáticas apresentam uma chuva acumulada média de 20,97 mm, com o cálculo de SPI 6 classificado como “normal”. Também foram exibidos dados de temperatura média mensal e magnitude da seca.

Figura 4 – HidroApp no contexto municipal



Aplicações práticas

A implementação do HidroApp e sua estrutura apoiam a atuação da SP-ÁGUAS na tomada de decisão, controle e regulação dos recursos hídricos no Estado de São Paulo. A ferramenta é utilizada pela Sala de Situação de São Paulo (SSSP) para a geração de boletins diários e mensais, fomenta com indicadores nas Diretrizes para a gestão de escassez hídrica da agência (SP-ÁGUAS, 2025) e tem seus dados consumidos por outras entidades através de sua API de integração.

A facilidade e a interatividade do mapa possibilitam rápidas e fáceis análises e comparações entre indicadores, zonas e tempo, municiando os gestores nas tomadas de decisão. Por ter acesso irrestrito, o HidroApp também contribui na divulgação dos dados da SP-ÁGUAS e outras entidades, incluindo análises e estudos técnicos relacionados à gestão hídrica e de infraestrutura.

CONCLUSÕES

A gestão dos recursos hídricos no estado de São Paulo foi enriquecida com o HidroApp, permitindo aos gestores e tomadores de decisão terem acesso a informações confiáveis em uma plataforma que permite visualizar e comparar geograficamente diversas áreas de interesse de forma rápida e intuitiva. Estão previstas para a ferramenta implementações de modelos de previsão, atualizações horárias para indicadores e a análise espacial pela Grade Estatística de Dados Ambientais (GEDA) (IBGE, 2023) e Parte do Município na SubUGRHI (PMSU) (SP Águas, 2025), buscando a ampliação do monitoramento para político-administrativo e físico-territorial

O HidroApp disponibiliza indicadores hidrometeorológicos e de infraestrutura separados por bacias hidrográficas, sub-bacias e municípios, apoiando a atuação do SP-ÁGUAS na tomada de decisão, controle e regulação dos recursos hídricos no estado de São Paulo.

Por ser um aplicativo público e de acesso irrestrito, consegue abranger os mais diversos tipos de usuários, desde estudantes e cidadãos interessados até os tomadores de decisão, promovendo assim uma democratização do acesso à informação hidrológica.

REFERÊNCIAS

ABBASI, S. (2021). “Microplastics washout from the atmosphere during a monsoon rain event”. *Journal of Hazardous Materials Advances*, v. 4, p. 100035.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas – SIBH. Disponível em: <http://sibh.dae.sp.gov.br/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

DOS SANTOS, T. G.; NASCIMENTO, M. D. J. L. (2025). “Impactos Ambientais e Socioeconômicos Da Estiagem Nas Comunidades Da Bacia Do Tarumã”. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, v. 11, n. 5, p. 239-255.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Grade Estatística de Dados Ambientais – GEDA. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102041.pdf>. Acesso em: 7 jun. 2025.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. (1993). “The relationship of drought frequency and duration to time scales”. In: *Proceedings of the 8th conference on applied climatology*, Boston: American Meteorological Society, p. 179–183.

MOURATO, S.; FERNANDES, P.; MARQUES, F.; ROCHA, A.; PEREIRA, L. (2021). “An interactive Web-Gis fluvial flood forecast and alert system in operation in Portugal”. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 58. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102201>.

PEIXOTO, J. P. J.; COSTA, D. G.; PORTUGAL, P.; VASQUES, F. (2024). “A geospatial multi-domain-flood prediction tool exploiting open datasets”. *Software Impacts*, v. 21, p. 100697. <https://doi.org/10.1016/j.simpa.2024.100697>.

RAO, M.; FAN, G.; THOMAS, J.; CHERIAN, G.; CHUDIWALE, V.; AWAWDEH, M. (2007). “A web-based GIS Decision Support System for managing and planning USDA’s Conservation Reserve Program (CRP)”. *Environmental Modeling & Software*, v. 22, p. 1270-1280.

ROZANTE, J. R. et al. (2018). “Evaluation of TRMM/GPM blended daily products over Brazil”. *Remote Sensing*, v. 10, n. 6, p. 882. DOI: 10.3390/rs10060882.

ROZANTE, J. R.; RAMIREZ, E.; FERNANDES, A. D. A. (2022). “A newly developed South American Mapping of Temperature with estimated lapse rate corrections”. *International Journal of Climatology*, v. 42, n. 4, p. 2135-2152.

SÃO PAULO (Estado). Governador sanciona a lei que cria a SP Águas, agência reguladora dos recursos hídricos do Estado. Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 09 set. 2024. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2024/09/governador-sanciona-a-lei-que-cria-a-sp-aguas-agencia-reguladora-dos-recursos-hidricos-do-estado/>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Governo de SP e ANA assinam acordo para aprimorar gestão dos recursos hídricos. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/2023/07/governo-de-sp-e-ana-assinam-acordo-para-aprimorar-gestao-dos-recursos-hidricos/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

SP-ÁGUAS, Agência de Águas do Estado de São Paulo. *HidroApp - Indicadores para gestão de recursos hídricos*. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://hidroapp.spaguas.sp.gov.br>. Acesso em: 30 mai. 2025.

VIDAL, V. C. (2024). Área de proteção e recuperação dos mananciais–Guarapiranga (APRM-G) sob ameaça: uma nova forma de produção ilícita de loteamentos irregulares no município de São Paulo.