

Desenvolvimento do sistema integrado de monitoramento e gestão dos recursos hídricos no estado do Tocantins



10.47236/2594-7036.2025.v9.1671

Josiley Dantas Batista¹
Judson Franciel Barros Silva²
Albert Lennon Lima Martins³

Data de submissão: 6/3/2025. Data de aprovação: 9/5/2025. Data de publicação: 14/5/2025.

Resumo – O sistema Gestão SIRHTO foi desenvolvido com o objetivo de aprimorar o monitoramento e a gestão dos recursos hídricos no estado do Tocantins, proporcionando à Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) uma plataforma integrada para a coleta, análise e disseminação de dados. Através da integração com a API HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA), o sistema permite a sincronização automatizada de dados relativos à precipitação, nível e vazão dos rios, fornecidos pelas estações telemétricas do estado. Além disso, o sistema possibilita a alimentação manual de dados adicionais, complementando as informações obtidas pela API e garantindo um banco de dados estadual consolidado. O sistema também oferece funcionalidades como a automação da geração do Boletim Hidrometeorológico, anteriormente elaborado de forma manual. Apesar dos avanços, o sistema enfrenta desafios, como a limitação da API HidroWeb quanto ao volume de requisições e a disponibilidade de dados históricos. No entanto, os resultados demonstram que o Gestão SIRHTO tem potencial para se tornar uma ferramenta robusta no apoio à gestão dos recursos hídricos, com possibilidade de expansão para integração com outros sistemas e incorporação de novos módulos.

Palavras-chave: Automatização de processos. Gestão de recursos hídricos. Monitoramento hídrico. Sistema de informações. API HidroWeb.

Development of the integrated system for monitoring and management of water resources in the state of Tocantins

Abstract – The SIRHTO Management system was developed with the aim of improving the monitoring and management of water resources in the State of Tocantins, providing the Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH- State Department of Environment and Water Resources) with an integrated platform for data collection, analysis, and dissemination. Through integration with the HidroWeb API from the Agência Nacional de Águas (ANA-Brazil's National Water Agency), the system allows the automated synchronization of data related to precipitation, river level, and flow, provided by the state's telemetric stations. In addition, the system enables the manual input of additional data, complementing the information obtained from the API and ensuring a consolidated state database. The system also offers functionalities such as the automation of the Hydrometeorological Bulletin generation, previously done manually. Despite the

¹ Especialista em Desenvolvimento de Sistemas Computacionais pelo Instituto Federal do Tocantins. Pesquisador bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Tocantins. Palmas, Tocantins, Brasil.  josileydantas@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-3852-8559>  <http://lattes.cnpq.br/3085662702892653>.

² Especialista em Engenharia de Software pela Faculdade Focus. Professor do Instituto Federal do Tocantins. Araguatins, Tocantins, Brasil.  judson.silva@ifto.edu.br  <https://orcid.org/0009-0004-8266-2856>  <http://lattes.cnpq.br/5306434061132114>.

³ Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins. Professor da Universidade Estadual do Tocantins. Palmas, Tocantins, Brasil.  eng.albertlennon@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0003-2683-2035>  <http://lattes.cnpq.br/6846570980484580>.

advancements, the system faces challenges, such as the limitations of the HidroWeb API in terms of request volume and historical data availability. However, the results show that the SIRHTO Management has the potential to become a robust tool in supporting water resource management, with the possibility of expansion for integration with other systems and the incorporation of new modules.

Keywords: Process automation. Water resources management. Water monitoring. Information system. HidroWeb API.

Desarrollo del sistema integrado de monitoreo y gestión de los recursos hídricos en el estado de Tocantins

Resumen – El sistema Gestão SIRHTO (Gestión SIRHTO) fue desarrollado con el objetivo de mejorar el monitoreo y la gestión de los recursos hídricos en el estado de Tocantins, proporcionando a la Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Hídricos - SEMARH) una plataforma integrada para la recopilación, el análisis y la difusión de datos. A través de la integración con la API HidroWeb de la Agência Nacional de Águas (Agencia Nacional de Aguas - ANA), el sistema permite la sincronización automatizada de datos relacionados con la precipitación, el nivel y el caudal de los ríos, proporcionados por las estaciones telemétricas del estado. Además, el sistema permite la introducción manual de datos complementarios, reforzando la información obtenida por la API y garantizando una base de datos estatal consolidada. El sistema también ofrece funcionalidades como la automatización de la elaboración del Boletín Hidrometeorológico, anteriormente realizado de forma manual. A pesar de los avances, el sistema enfrenta desafíos, como la limitación de la API HidroWeb respecto al volumen de solicitudes y la disponibilidad de datos históricos. No obstante, los resultados demuestran que el Gestão SIRHTO tiene potencial para convertirse en una herramienta robusta de apoyo a la gestión de los recursos hídricos, con posibilidad de expansión para integrarse con otros sistemas e incorporar nuevos módulos.

Palabras clave: Automatización de procesos. Gestión de recursos hídricos. Monitoreo hidrológico. Sistema de información. API HidroWeb.

Introdução

A água é um recurso natural essencial para todos os seres vivos, um bem comunitário e um direito fundamental, garantindo a vida em todas as suas formas. Dessa maneira, deve ser preservada de forma coletiva e compartilhada por todos os habitantes da Terra, visando assegurar a sustentabilidade em seus diversos usos (Fórum Mundial da Água, 2018).

Embora o planeta disponha de vastos recursos hídricos, apenas uma pequena fração é composta por água doce, adequada para consumo. O Brasil destaca-se como a maior potência hídrica do mundo e abriga 13,7% da água doce global, graças a suas extensas redes de rios, chuvas tropicais e ao Aquífero Guarani, uma das maiores reservas subterrâneas de água doce do planeta, de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). No entanto, a abundância de água não garante seu uso sustentável, pois muitas bacias hidrográficas já enfrentam cenários de escassez devido ao consumo excessivo e à má gestão dos recursos hídricos (Rabelo *et al.*, 2021). A preservação da água deve ser compreendida não apenas como uma necessidade ambiental, mas também como um compromisso ético e legal, assegurado pelo artigo 225 da Constituição Federal, fundamental para garantir a disponibilidade desse bem essencial para as futuras gerações (Felício; Guandique, 2024).

No Brasil, a gestão de recursos hídricos é regulada pela Lei Federal nº 9.433, de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), conhecida como Lei das Águas, e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Os principais objetivos da Lei são assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água em padrões

de qualidade adequados, bem como promover uma utilização racional e integrada dos recursos hídricos (Vieira; Barrêto; Roiphe, 2006). Nesse contexto, o planejamento dos recursos hídricos é um processo dinâmico e complexo, que exige uma análise criteriosa das mudanças envolvidas (Martins; Lira, 2024). A Agência Nacional de Águas é a responsável, na esfera federal, por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; por regular o uso de recursos hídricos; pela prestação dos serviços públicos de irrigação e adução de água bruta; pela segurança de barragens; e pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.

De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, um de seus instrumentos é o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH), um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (Brasil, 1997). Os dados gerados pelos órgãos integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos são incorporados ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), que é composto por: Conselho Nacional de Recursos Hídricos; Agência Nacional de Águas; Conselhos de Recursos Hídricos dos estados e do Distrito Federal; Comitês de Bacias Hidrográficas; órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; e Agências de Águas.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos adota como princípio básico a descentralização na obtenção e produção de dados, garantindo uma coordenação unificada do sistema. Além disso, assegura o acesso livre a dados e informações para toda a sociedade, a fim de promover transparência e participação pública.

O art. 27 da Lei Federal nº 9.433 define os objetivos do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, que são: reunir, validar e divulgar dados sobre a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos no Brasil; manter atualizadas as informações sobre disponibilidade e demanda desses recursos em todo o território nacional; e fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

O Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (Progestão) desempenha um papel fundamental no fortalecimento do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, ao promover a descentralização da gestão e a autonomia dos estados na operação de redes hidrometeorológicas. A iniciativa, baseada no princípio de pagamento por alcance de metas acordadas com a Agência Nacional de Águas, incentiva a integração e a coordenação das redes de monitoramento, viabilizando a padronização metodológica, a ampliação da capacidade técnica local e o aprimoramento da gestão de eventos críticos. Dessa forma, o Progestão contribui para a geração e a disseminação de dados hidrometeorológicos confiáveis, essenciais para a tomada de decisão e o planejamento da gestão hídrica no Brasil (Silva, 2021).

No estado do Tocantins, a Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Estadual nº 1.307, de 2002, visa garantir o uso sustentável dos recursos hídricos, prevenir eventos hidrológicos críticos e promover o desenvolvimento regional. A Diretoria de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos, vinculada à Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins (SEMARH), é responsável pela implementação dessa política, coordenando atividades relacionadas a planejamento, monitoramento e gestão de recursos hídricos, hidrometeorologia e revitalização de bacias hidrográficas.

A Gerência de Hidrometeorologia, vinculada à Diretoria de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos da SEMARH, é uma das responsáveis pela programação, implantação e operação da rede hidrometeorológica e de monitoramento da qualidade da água no estado, em cooperação com órgãos públicos e privados. Entre suas atribuições, destacam-se a análise, o tratamento e a divulgação de dados dessas redes, bem como a manutenção periódica das estações. A Gerência também mantém um banco de dados atualizado com informações

hidrológicas, meteorológicas e de qualidade da água, além de apoiar a integração dos sistemas estaduais e nacionais de informações sobre recursos hídricos e planejar ações para prevenir ou mitigar os efeitos de secas e inundações.

Um dos serviços oferecidos pela Gerência é o Boletim Hidrometeorológico, uma publicação da SEMARH elaborada em parceria com a Agência Nacional de Águas. O boletim, produzido na Sala de Situação da Gerência de Hidrometeorologia, apresenta dados atualizados sobre as condições de precipitação, vazões dos rios e fatores climáticos e contribui para o monitoramento de secas e inundações, além de subsidiar a gestão dos recursos hídricos. Ele inclui análises detalhadas de chuvas, vazões, níveis de reservatórios, temperatura, umidade e outros fatores climáticos e hidrológicos, servindo como uma ferramenta essencial para a tomada de decisões de gestores públicos, órgãos reguladores e a sociedade em geral.

Com a obrigatoriedade de implementar os instrumentos de gestão de recursos hídricos, surgiu a necessidade de desenvolver ferramentas tecnológicas capazes de atender à complexidade do sistema e apoiar a tomada de decisões.

A disponibilidade de uma base de dados robusta e acessível ao público, aliada a processos de consistência contínuos e a um programa de comunicação eficaz, é essencial para o avanço de sistemas de gestão de recursos hídricos. Desenvolver um sistema computacional dedicado ao gerenciamento de dados da rede hidrometeorológica estadual do Tocantins, que irá coletar e integrar informações para o monitoramento da disponibilidade e demanda hídrica, assim como da qualidade das águas superficiais, possibilitará fornecer dados que servirão como uma ferramenta essencial para o planejamento, a resolução de problemas e o apoio na tomada de decisões relacionadas à gestão hídrica no estado.

Cada estado detém a liberdade e a responsabilidade de moldar seu próprio Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de acordo com suas realidades e exigências específicas. Entretanto, no estado do Tocantins inexiste uma base de dados estadual própria de informações sobre recursos hídricos. Dados hidrometeorológicos, como os de precipitação pluviométrica (chuva acumulada), cota fluviométrica (nível de água) e vazão (escoamento dos rios), produzidos por estações distribuídas pelo território estadual, são transmitidos em tempo real via satélite para os servidores da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

A obtenção dos dados sobre disponibilidade e demanda hídrica é realizada por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, atualmente sob a responsabilidade da Agência Nacional de Águas. A ANA é encarregada de coordenar as atividades da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), composta por um abrangente banco de dados nacional. Esse banco engloba informações variadas, incluindo níveis fluviais, vazões, precipitações, dados climatológicos, qualidade da água e sedimentação, provenientes de comitês de bacias hidrográficas e outros órgãos gestores.

A necessidade de ferramentas tecnológicas que suportem a gestão de recursos hídricos tornou-se evidente com a obrigatoriedade de implementação dos instrumentos de gestão. No Tocantins, a criação de um Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos estadual possibilitará a descentralização da produção de dados, oferecendo uma base robusta para monitorar a disponibilidade e demanda hídrica e para avaliar a qualidade das águas superficiais. A integração desses dados em um sistema acessível ao público contribuirá para o planejamento, a resolução de problemas e a tomada de decisões, beneficiando tanto a sociedade quanto os gestores públicos.

Diante do cenário apresentado, este trabalho tem como objetivo desenvolver e apresentar o sistema de gestão de informações sobre os recursos hídricos do estado do Tocantins, denominado Gestão SIRHTO, concebido para consolidar dados hidrometeorológicos provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional e de outras fontes complementares. O sistema visa apoiar a SEMARH na implementação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH), oferecendo uma plataforma automatizada, acessível e eficiente

para o monitoramento, a análise e a disseminação de informações hídricas, a fim de contribuir para a tomada de decisões estratégicas e a formulação de políticas públicas voltadas à gestão sustentável dos recursos hídricos no estado.

Materiais e métodos

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no estado do Tocantins, localizado na região Norte do Brasil, com uma área de aproximadamente 277 mil km². O estado é caracterizado por uma diversidade de ecossistemas, inserido majoritariamente no bioma Cerrado, com áreas de transição para a Amazônia Legal. Possui uma rica rede hidrográfica, tendo como principal curso d'água o rio Tocantins, além de diversos afluentes de significativa importância ambiental e socioeconômica.

A área de estudo compreende todo o território tocaninense, abrangendo a malha de estações hidrometeorológicas responsáveis pelo monitoramento de dados como precipitação, nível e vazão dos rios, informações essenciais para a gestão dos recursos hídricos. Até outubro de 2024, o estado contava com 60 estações hidrometeorológicas – plataformas de coleta de dados (PCDs) – em operação, com previsão de ampliação para 80 unidades sob a coordenação da SEMARH, por meio da Gerência de Hidrometeorologia.

O Tocantins apresenta clima tropical, com duas estações bem definidas: uma seca, que se estende de maio a setembro, e uma chuvosa, de outubro a abril. Essa sazonalidade influencia diretamente na variabilidade das vazões dos rios e na disponibilidade hídrica ao longo do ano, exigindo ações contínuas de monitoramento e planejamento.

Além da variabilidade climática, a pressão sobre os recursos hídricos decorre também de múltiplos usos da água, como abastecimento humano, irrigação, geração de energia, uso industrial e dessedentação animal. Diante disso, a SEMARH atua na coordenação das políticas públicas de recursos hídricos, sendo a instituição responsável pela implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Estadual nº 1.307/2002.

A ausência de um banco de dados estadual consolidado e atualizado impulsionou o desenvolvimento do sistema Gestão SIRHTO, cuja aplicação se dá em toda a área do estado. O sistema permite integrar dados da Rede Hidrometeorológica Nacional com medições locais, criando uma base sólida para a tomada de decisão e o planejamento das ações de gestão hídrica no Tocantins. A centralização dessas informações é estratégica para enfrentar desafios relacionados a escassez hídrica, eventos extremos e sustentabilidade no uso dos recursos hídricos no estado.

Sistema de monitoramento hidrometeorológico no Brasil

No Brasil, a estrutura de custos para instrumentos de gestão hídrica é compartilhada, incluindo cadastro de usuários, monitoramento e fiscalização. O Sistema de Informações é essencial para decisões estratégicas baseadas em dados confiáveis. Sem informações hidrometeorológicas precisas, projetos se tornam mais caros e arriscados. A Rede Hidrometeorológica Nacional envolve órgãos como a Agência Nacional de Águas, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) e empresas privadas na coleta e na operação dos dados (Marques *et al.*, 2022). O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos é uma base centralizada de dados voltada para o monitoramento dos recursos hídricos no Brasil, com o objetivo de coletar, organizar e disseminar informações a gestores, usuários de água, especialistas e pesquisadores, entre outros membros da sociedade civil (ANA, 2020). Esse sistema visa facilitar o acesso a dados essenciais para o monitoramento, a gestão e a pesquisa relacionados aos recursos hídricos, promovendo uma gestão mais eficiente e fundamentada. Cada estado possui a liberdade e a responsabilidade de adaptar seu próprio

Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de acordo com suas necessidades e realidades específicas.

Em 2022, a Rede Hidrometeorológica Nacional contava com mais de 23 mil estações monitorando o estado dos recursos hídricos no Brasil, das quais 4.005 eram estações automáticas – operadas pela Agência Nacional de Águas e por outros parceiros, incluindo entidades estaduais e empresas do setor elétrico –, sendo 2.836 pluviométricas (monitoram as chuvas) e 1.944 estações fluviométricas (monitoram os rios). Do universo de estações fluviométricas, em 1.473 estações há medição de vazão de água (descarga líquida); em 1.327, de qualidade da água; e em 452, de sedimentos em suspensão (descarga sólida), conforme a ANA (2024). O monitoramento é realizado por meio de plataformas de coleta de dados, que utilizam sensores automáticos para medir variáveis importantes. Esses dados são armazenados localmente e transmitidos via telefonia móvel ou satélite para sistemas centrais. A maior parte do monitoramento é realizada por estações pluviométricas e fluviométricas, responsáveis por medir a precipitação, os níveis e as vazões dos rios, além de monitorar parâmetros da qualidade da água, águas subterrâneas e reservatórios, conforme esquema ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema simplificado do monitoramento da qualidade e da quantidade de água no Brasil



As etapas incluem a coleta de dados em estações pluviométricas e fluviométricas, o monitoramento por satélite, a análise da qualidade da água em estações específicas e o acompanhamento dos níveis dos reservatórios. As principais fontes de poluição, tanto pontuais quanto difusas, também são indicadas.

Fonte: ANA (2024).

Monitoramento hídrico no estado do Tocantins

No estado do Tocantins, desde 27 de fevereiro de 2025, existem atualmente 151 plataformas de coleta de dados que transmitem informações para a Rede Hidrometeorológica Nacional via satélite. Essas plataformas monitoram chuvas, níveis de rios e vazão, fornecendo dados essenciais para a avaliação da disponibilidade e demanda hídrica, bem como para o controle da qualidade da água superficial. Os dados coletados são disponibilizados para a comunidade por meio de sistemas de informações e funcionam como ferramentas estratégicas para o planejamento, a resolução de problemas e o apoio à tomada de decisões, tanto para a sociedade quanto para os órgãos gestores.

A SEMARH desempenha um papel fundamental no monitoramento e na gestão dos recursos hídricos estaduais. Através de sua Sala de Situação, a Secretaria monitora em tempo real os dados hidrometeorológicos coletados por diversas estações telemétricas, o que permite uma análise contínua das condições hídricas e climáticas da região, além de fazer as devidas instalações e manutenções. Esses dados são essenciais para a tomada de decisões estratégicas relacionadas à gestão de recursos hídricos, o que contribui para o planejamento de ações em situações de crise, como secas e enchentes, e para o controle sustentável dos recursos hídricos do Tocantins.

Desenvolvimento e localização do estudo

Este estudo foi conduzido na Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins, situada na Praça dos Girassóis, em Palmas (TO). A pesquisa envolveu revisões bibliográficas, levantamentos de requisitos e análises detalhadas com o objetivo de desenvolver um sistema de gerenciamento de informações sobre recursos hídricos. Esse sistema visa subsidiar a implementação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, proporcionando uma base sólida para a gestão eficiente dos recursos hídricos do estado.

Para a execução deste trabalho, foi desenvolvido um sistema de gestão de informações sobre os recursos hídricos do estado do Tocantins denominado Gestão SIRHTO. Esse sistema tem como propósito apoiar a implementação de políticas públicas e o monitoramento dos recursos hídricos, contribuindo para a consolidação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. O objetivo central é criar uma base de dados centralizada e integrada, capaz de reunir e organizar informações essenciais para o planejamento, a resolução de problemas e a tomada de decisões estratégicas.

O sistema foi concebido como uma aplicação web, acessível via internet, utilizando tecnologias como HTML, PHP, JavaScript e CSS para a interface e as funcionalidades – e um banco de dados relacional para o armazenamento das informações. Essa arquitetura permite uma interação dinâmica e eficiente entre os usuários e o sistema, facilitando o acesso e a gestão dos dados relacionados aos recursos hídricos.

A coleta de dados utilizados no sistema é realizada a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, gerido pela Agência Nacional de Águas. A ANA coordena a Rede Hidrometeorológica Nacional, que mantém um amplo banco de dados com informações sobre níveis de rios, vazões, precipitações, dados climatológicos, qualidade da água e sedimentação, fornecidos por comitês de bacias hidrográficas e outros órgãos gestores.

Para integrar as informações da rede hidrometeorológica estadual, o sistema utiliza dados descentralizados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, acessados de forma automatizada por meio da API HidroWeb, que retorna os dados no formato JavaScript Object Notation (JSON). A utilização da API possibilita a comunicação eficiente entre sistemas e a automatização do processo de coleta, sem a necessidade de intervenção humana, como descrito por Botelho-Francisco e Orlando (2015). O acesso às informações da HidroWeb é restrito a usuários autorizados, que precisam fornecer credenciais válidas (login e senha) enviadas no cabeçalho das requisições.

Além dos dados fornecidos pela Rede Hidrometeorológica Nacional, o sistema permite a inclusão de dados adicionais gerenciados pela SEMARH, mas em especial os da Diretoria de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos. Esses dados, provenientes de medições locais e estudos específicos, requerem inserção, tabulação e tratamento antes de serem integrados ao sistema. Esse processo complementa as informações nacionais, proporcionando uma visão mais detalhada e regionalizada dos recursos hídricos do estado do Tocantins.

O Gestão SIRHTO é, portanto, uma ferramenta estratégica para o estado, uma vez que unifica dados de diferentes fontes e permite a gestão integrada e eficiente dos recursos hídricos, alinhada às diretrizes nacionais de gestão sustentável.

Resultados e discussões

Descrição das funcionalidades do sistema Gestão SIRHTO

O sistema Gestão SIRHTO foi desenvolvido como uma plataforma de gestão baseada na web, acessível tanto por computadores quanto por dispositivos móveis. A interface e as funcionalidades foram construídas utilizando as tecnologias HTML, PHP, JavaScript e CSS. O sistema é integrado a um banco de dados relacional, responsável pelo armazenamento seguro e organizado das informações.

O acesso ao sistema é restrito e controlado: é necessário que o usuário solicite o cadastro e faça o login com CPF e senha. Esse mecanismo de autenticação visa garantir a segurança e a confidencialidade dos dados e permite que apenas usuários autorizados possam consultar ou inserir informações no sistema. Além disso, a plataforma oferece uma interface amigável, que facilita a navegação e a interação com os dados relacionados aos recursos hídricos.

O sistema Gestão SIRHTO foi desenvolvido como uma ferramenta projetada para gerenciar e integrar informações relacionadas aos recursos hídricos do estado do Tocantins. Sua concepção visa atender às necessidades de monitoramento, planejamento e tomada de decisões estratégicas, consolidando dados em uma plataforma web acessível.

No Quadro 1, são apresentados os módulos que integram o sistema, acompanhados de uma descrição detalhada de suas funcionalidades.

Quadro 1 – Módulos desenvolvidos

Módulo	Submódulo	Funcionalidade
Direção Geral	Colaboradores	Gerencia os usuários do sistema, incluindo permissões, papéis e níveis de acesso.
Gestão Hídrica	Boletim Auxiliar	Apresenta as informações de precipitação, nível e vazão das estações telemétricas, com dados das últimas 96 horas.
	Dados Telemétricos	Contém a listagem completa de dados de precipitação, nível e vazão, obtidos pela Rede Hidrometeorológica Nacional, alimentados pelas estações telemétricas instaladas no estado do Tocantins.
	Estações	Exibe os dados cadastrais das estações telemétricas conforme os registros da RHN, além de permitir a sincronização para a atualização das estações já registradas no banco de dados e o cadastro de novas estações.
	Monitor	Disponibilização de mapas que apresentam as estações em funcionamento e aquelas que estão registrando ocorrência de chuva.
	Projeto Barraginhas	Lista detalhada das barraginhas construídas, promovendo o controle e monitoramento das ações realizadas.
	Sistema de Alerta	Realiza o monitoramento do nível dos rios, com base nas cotas de alerta estabelecidas para cada estação, visando identificar e notificar situações críticas.
Gestão Viveiro	Áreas de Recuperação	Apresenta a localização geoespacial das nascentes recuperadas, detalhando o plantio e a manutenção das áreas.
Parâmetros do Sistema	Canais do Painel	Gerencia as ferramentas disponíveis no sistema.
	Meu Cadastro	Permite que os usuários do sistema acessem sua ficha cadastral e atualizem seu e-mail e senha, além de consultar os logs associados à sua conta.
	Perfil de Usuário	Configura diferentes tipos de perfis de usuário.
	Permissões	Define as ferramentas e módulos acessíveis a cada perfil de usuário.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

O sistema Gestão SIRHTO integra dados provenientes de duas fontes principais: a Rede Hidrometeorológica Nacional e os dados inseridos manualmente pelos usuários. A integração com a API HidroWeb, fornecida pela Agência Nacional de Águas, otimiza o processo de coleta e atualização das informações hidrológicas geradas pelas plataformas de coleta de dados. Entre os dados integrados estão medições de precipitação, nível dos rios e vazão.

A automação do sistema é gerenciada por meio de tarefas Cron, que permitem a execução programada de comandos ou scripts. Esse mecanismo garante a atualização contínua e em horários predefinidos, eliminando a necessidade de intervenção manual para essas operações. Como resultado, o sistema oferece uma interface dinâmica e eficiente e possibilita que os dados sejam coletados, armazenados e disponibilizados em tempo real, melhorando a precisão e a agilidade no monitoramento hidrológico.

Essa abordagem automatizada não apenas reduz erros operacionais, mas também assegura maior confiabilidade e consistência nos dados utilizados para análises e tomadas de decisão, reforçando a relevância do sistema como uma ferramenta estratégica para a gestão integrada dos recursos hídricos.

Performance do sistema na coleta e no armazenamento de dados

Os dados fornecidos pela API HidroWeb são disponibilizados no formato JSON, amplamente reconhecido por sua eficiência na comunicação e troca de informações entre sistemas. O sistema realiza, periodicamente, a sincronização com a Rede Hidrometeorológica Nacional, buscando os dados mais recentes de cada estação e registrando-os na base de dados estadual.

Embora a integração com a API possibilite a construção de uma base estadual consistente, desafios significativos foram enfrentados. Entre eles, destacam-se os bloqueios de requisições, uma vez que a infraestrutura da RHN apresenta dificuldades para atender a um grande volume de solicitações simultâneas, seja da aplicação desenvolvida, seja de outros usuários da API. Essa limitação impacta diretamente a performance e a disponibilidade do serviço, especialmente em momentos de alta demanda.

Adicionalmente, a API impõe uma restrição temporal no acesso aos dados. Para acessar dados de períodos mais longos, é necessário realizar múltiplas requisições, individualmente para cada estação, o que torna o processo operacionalmente oneroso. Essa abordagem, combinada com os problemas de bloqueio e instabilidade, dificultou a automatização completa do sistema e exigiu estratégias adicionais para garantir a integridade e a continuidade dos dados.

Apesar dessas limitações, a integração proporciona benefícios significativos ao consolidar informações hidrológicas de forma centralizada. Contudo, o aprimoramento da infraestrutura e a flexibilização das restrições de acesso pela API seriam essenciais para melhorar a performance do sistema e a eficiência no monitoramento dos recursos hídricos.

Quando os dados são recebidos, o sistema verifica se já estão registrados na base de dados local. Para realizar essa validação, a API fornece duas informações essenciais:

- **Data_Hora_Medicao:** representa o momento em que a medição foi realizada pela estação telemétrica.
- **Data_Atualizacao:** indica o horário da última atualização feita na medição correspondente.

Com base nesses parâmetros, o sistema realiza verificações detalhadas. Se o registro ainda não constar na base estadual, ele é devidamente inserido. Já nos casos em que uma medição correspondente é encontrada, mas com uma atualização mais recente fornecida pela API, o sistema atualiza os dados na base local, garantindo que as informações estejam sempre sincronizadas e atualizadas.

Essa lógica automatizada assegura a integridade e a precisão dos dados armazenados e otimiza o processo de gerenciamento e monitoramento das informações hidrológicas. Além dos

Organização do banco de dados

A utilização do Diagrama ER no processo de modelagem de banco de dados facilita a definição clara das chaves primárias e estrangeiras e garante a integridade referencial entre as tabelas. Com base no modelo ER, o banco de dados é estruturado para suportar grandes volumes de dados, oriundos de diferentes estações espalhadas pelo estado. O diagrama também orienta a normalização dos dados, evita redundâncias e assegura que as consultas e relatórios gerados pelo Gestor SIRHTO sejam rápidos e precisos. A Figura 2 apresenta o Diagrama ER elaborado de acordo com as características da modelagem do banco de dados do sistema web Gestor SIRHTO.

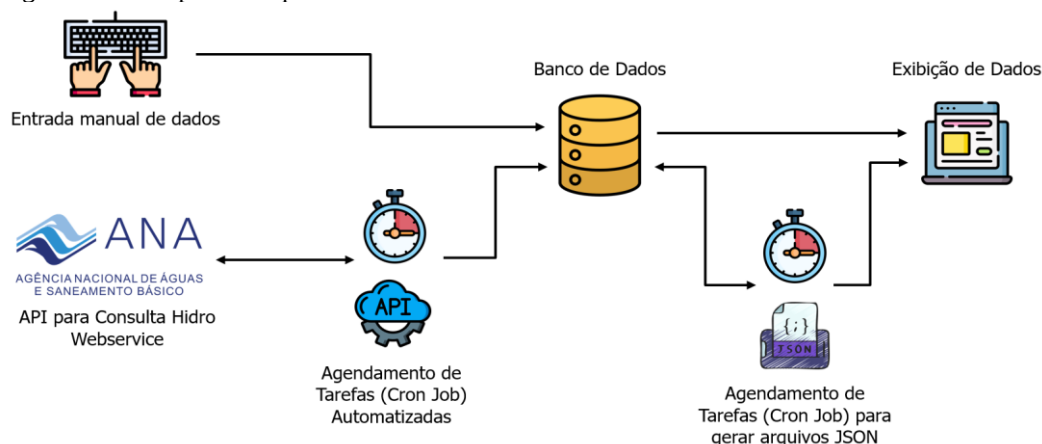
[illegible]

Fluxo de dados do sistema no monitoramento de recursos hídricos

Rev. Sítio Novo Palmas v. 9 2025 p. 10 de 19 e1671 e-ISSN: 2594-7036

vazão e outros parâmetros disponíveis.

Figura 3 – Exemplo do esquema de fluxo de dados



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Quando os dados são inseridos manualmente, eles são cadastrados diretamente no banco de dados e, posteriormente, utilizados para a aplicação de políticas públicas e a exibição em ferramentas específicas. Já no caso dos dados obtidos por meio da API, há diversas etapas até que sejam cadastrados na base de dados estadual e disponibilizados em diferentes ferramentas.

Para a integração com a API, foi configurado um agendamento de tarefas (Cron Job) no ambiente onde o sistema está hospedado. Um script foi programado para ser executado em intervalos de 15 a 20 minutos, processando lotes de dados. Inicialmente, a API impunha uma limitação de consulta por estação com um intervalo máximo de 24 horas; no entanto, até abril de 2025, essa restrição foi ampliada para permitir consultas de até 30 dias. Ainda assim, é necessário realizar múltiplas requisições, especialmente em cenários de grande volume de dados. Essas requisições podem, ocasionalmente, falhar devido a limitações de volume ou à sobrecarga dos servidores da agência. Durante a execução das consultas, o sistema verifica a existência de medições ausentes na base estadual, bem como atualizações em registros já existentes. Após essa verificação, os dados são inseridos ou atualizados na base de dados local.

Esse processo foi viabilizado com a criação de um barramento de dados, que estabelece a comunicação entre o sistema e a API de forma padronizada e segura. Após o cadastro na base local, um agendamento automatizado é responsável por gerar diversos arquivos JSON, garantindo a estabilidade e a consistência na apresentação dos dados nos sistemas desenvolvidos.

Por exemplo, os dados de 149 estações, como chuva, nível e vazão, são disponibilizados para os intervalos atual, 4 h, 8 h, 12 h, 24 h e 96 h. Sem a geração desses arquivos, cada interação do usuário com o sistema geraria um alto consumo dos recursos de hospedagem, o que poderia causar instabilidade. Esses arquivos auxiliam na exibição de dados atualizados, uma vez que foram implementados processos para garantir a consistência das informações na base de dados. Além disso, esses arquivos são utilizados para alimentar o sistema automatizado do Boletim Hidrometeorológico.

Barramento API no sistema Gestão SIRHTO

O sistema Gestão SIRHTO foi aprimorado com a criação de um barramento API como componente essencial para gerenciar e integrar a comunicação com a API da HidroWeb. Essa implementação centraliza e organiza o fluxo de dados, garantindo eficiência, segurança e escalabilidade, além de proporcionar uma experiência otimizada para os usuários.

Esse barramento API funciona como uma camada intermediária estratégica, responsável

por gerenciar todas as solicitações enviadas pelos módulos ou sistemas internos do SIRHTO à HidroWeb, encaminhando-as de forma precisa aos serviços apropriados. Ele também consolida as respostas dos serviços, entregando os dados de maneira organizada e consistente.

Entre as principais funcionalidades do barramento API, estão:

- **Roteamento de solicitações:** direciona as chamadas realizadas pelos módulos internos ou externos para os serviços correspondentes da HidroWeb.
- **Segurança centralizada:** gerencia autenticação e autorização de forma integrada, protegendo o fluxo de informações.
- **Transformação de dados:** adapta os dados entre os formatos esperados pelos módulos internos do SIRHTO e os serviços externos da HidroWeb, incluindo ajustes em URLs, formatação de respostas e suporte a diferentes versões da API.

No contexto do Gestão SIRHTO, o barramento API integra módulos como o de monitoramento hidrológico, que processa as solicitações de consulta de dados das estações telemétricas, e o de gerenciamento de recursos hídricos, que reúne informações provenientes de diversas fontes para gerar relatórios detalhados e análises robustas.

Com essa estrutura, o barramento API posiciona o SIRHTO como uma ferramenta ainda mais ágil e segura, capaz de atender à necessidade de consolidar uma base de dados estadual das informações hidrológicas no estado do Tocantins.

Aplicabilidade do sistema no monitoramento de recursos hídricos

O sistema de gestão tem desempenhado um papel estratégico no apoio à Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, auxiliando na implementação de políticas públicas voltadas ao uso e à gestão sustentável dos recursos hídricos. A construção da plataforma permitiu consolidar diversas informações relacionadas aos recursos hídricos, as quais estão sendo integradas ao Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, atualmente em desenvolvimento.

De acordo com Beynon-Davies (2002), interoperabilidade pode ser definida como “uma medida do grau segundo o qual os sistemas de informação são capazes de se coordenar e colaborar”. Com base nesse conceito, a integração entre a rede estadual e a Rede Hidrometeorológica Nacional foi fundamental para a criação de um banco de dados robusto, que contribui significativamente para o monitoramento dos recursos hídricos. Esse banco de dados reúne informações cruciais, como precipitação, nível dos rios e vazão, coletadas por estações telemétricas instaladas em todo o estado do Tocantins.

Com a construção do banco de dados, foi possível criar um cadastro abrangente das estações fluviométricas e pluviométricas localizadas no estado do Tocantins, em conformidade com os registros da Rede Hidrometeorológica Nacional. Esse cadastro proporciona uma visão detalhada das informações cadastrais de cada estação, incluindo sua localização geográfica, como ilustram as Figuras 4 e 5, e permite a sincronização com a base nacional para verificar a existência de novas estações ou atualizações cadastrais nas estações já existentes na base de dados estadual; o módulo de Boletim Auxiliar, inclusive, apresenta informações sobre quando foi a última vez que foi possível obter os dados de uma determinada estação junto à base estadual e há quanto tempo a estação está sem transmitir informações (Figura 6). Além disso, essa estrutura facilita a integração com a API HidroWeb da Agência Nacional de Águas, permitindo a obtenção e atualização automatizada dos dados das estações telemétricas, conforme demonstrado na Figura 4. Com base no cadastro, é possível distinguir quais estações são telemétricas e, entre estas, identificar as que estão operando, o que serve como critério para a coleta dos dados produzidos pelas plataformas de coleta de dados.

Figura 4 – Tela inicial do módulo Estações em Gestão Hídrica

Estações

Estação Hidrometeorológica

Sincronizar Listar estações

#	ID	Estação	Cód. Estação	Operadora	Responsável	Município	Tipo	Bacia Hidrográfica	Cadastro Webservice
Q	633	RIO SONO APARECIDA DO RIO NEGRO nova	22751000	SEMARH-TO	SEMARH-TO	APARECIDA DO RIO NEGRO	Fluviométrica	RIO DO SONO	25/11/2024 08:50:50
Q	632	RIO SONO APARECIDA DO RIO NEGRO nova	947006	SEMARH-TO	SEMARH-TO	APARECIDA DO RIO NEGRO	Fluviométrica	ANA	25/11/2024 08:50:50
Q	631	JUSANTE EIXO ILHA VERDE nova	26798905	L.R.H	L.R.H	LAGOA DA CONFUSÃO	Fluviométrica	RIO FORMOSO	21/11/2024 12:56:30
Q	630	MONTANTE EIXO ILHA VERDE nova	26798800	L.R.H	L.R.H	LAGOA DA CONFUSÃO	Fluviométrica	RIO FORMOSO	21/11/2024 12:56:30
Q	629	JUSANTE EIXO TERRA NEGRA nova	26798600	L.R.H	L.R.H	LAGOA DA CONFUSÃO	Fluviométrica	RIO FORMOSO	21/11/2024 12:56:30
Q	628	MONTANTE EIXO TERRA NEGRA nova	26798590	L.R.H	L.R.H	LAGOA DA CONFUSÃO	Fluviométrica	RIO FORMOSO	21/11/2024 12:56:30
Q	627	JUSANTE EIXO DOIS RIOS nova	26798405	L.R.H	L.R.H	LAGOA DA CONFUSÃO	Fluviométrica	RIO FORMOSO	21/11/2024 12:56:30

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Figura 5 – Tela detalhada de uma estação no módulo Estações em Gestão Hídrica

Estações

Estação Hidrometeorológica

Atualizar Carga Sincronizar Listar estações

ARAGUATINS

Informações cadastrais da estação hidrometeorológica do tipo Fluviométrica

Código da esta... 28850000

Município ARAGUATINS-TO

Responsável ANA

Operadora SGB-CPRM

Bacia Hidrográ... RIO ARAGUAIA

Estação Telem... Sim

Mapa de localização da estação em Araguatins, TO.

altitude 88.0

area_drenagem 388000.0

bacia_nome RIO TOCANTINS

codigo_adicional ANA

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Figura 6 – Tela do módulo Dados Telemétricos em Gestão Hídrica, mostrando a última sincronização junto à base de dados nacional e a última obtenção de dados pela estação telemétrica

SCORUJÃO JUSANTE 31 minutos ⚠ 1 hora	28 minutos ⚠ 1 hora	LHÃES IPUEIRAS 25 minutos ✅ operando
OLONTRA 31 minutos ✅ operando	ONHA 28 minutos ⚠ 1 hora	LHÃES JURUPARY 25 minutos ✅ operando
31 minutos ⚠ 5 dias	INTO 28 minutos ⚠ sem dados	LHÃES AREIAS 25 minutos ✅ operando
31 minutos ⚠ 1 hora	LUÍS EDUARDO MAGALHÃES JACINTO 28 minutos	✅ operando
RUÍ RIO ARAGUAIA 1 31 minutos ⚠ 2 horas	UPI 28 minutos ✅ operando	ANDE-PALMAS 25 minutos ⚠ 1 hora

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

Os dados telemétricos, conforme ilustrado na Figura 7, desempenham um papel crucial na aplicação do sistema. Informações sobre precipitação, nível dos rios e vazão são obtidas através da Rede Hidrometeorológica Nacional em operação por meio da API HidroWeb. Esses dados viabilizam o desenvolvimento de ferramentas que apoiam a SEMARH na implementação de políticas públicas relacionadas ao uso e à gestão dos recursos hídricos.

Figura 7 – Tela do módulo Dados Telemétricos em Gestão Hídrica

Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Figura 8 – Interface da ferramenta utilizada na elaboração do Boletim Hidrometeorológico

Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Tocantins (2024).

Figura 5 – Exemplos de Boletim Hidrometeorológico gerado automaticamente

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E RECURSOS HÍDRICOS

TOCANTINS
TOCANTINS



BOLETIM HIDROMETEOROLÓGICO
Nº 317, 18 DE ABRIL - 18/2016

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E RECURSOS HÍDRICOS

TOCANTINS
TOCANTINS



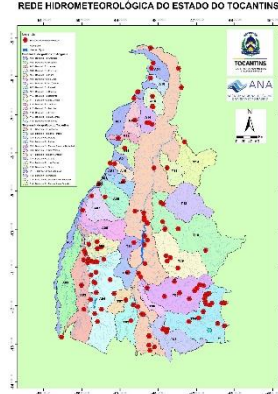
BOLETIM HIDROMETEOROLÓGICO
Nº 173, 18 DE ABRIL - 18/2016

SECRETARIA DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E RECURSOS HÍDRICOS

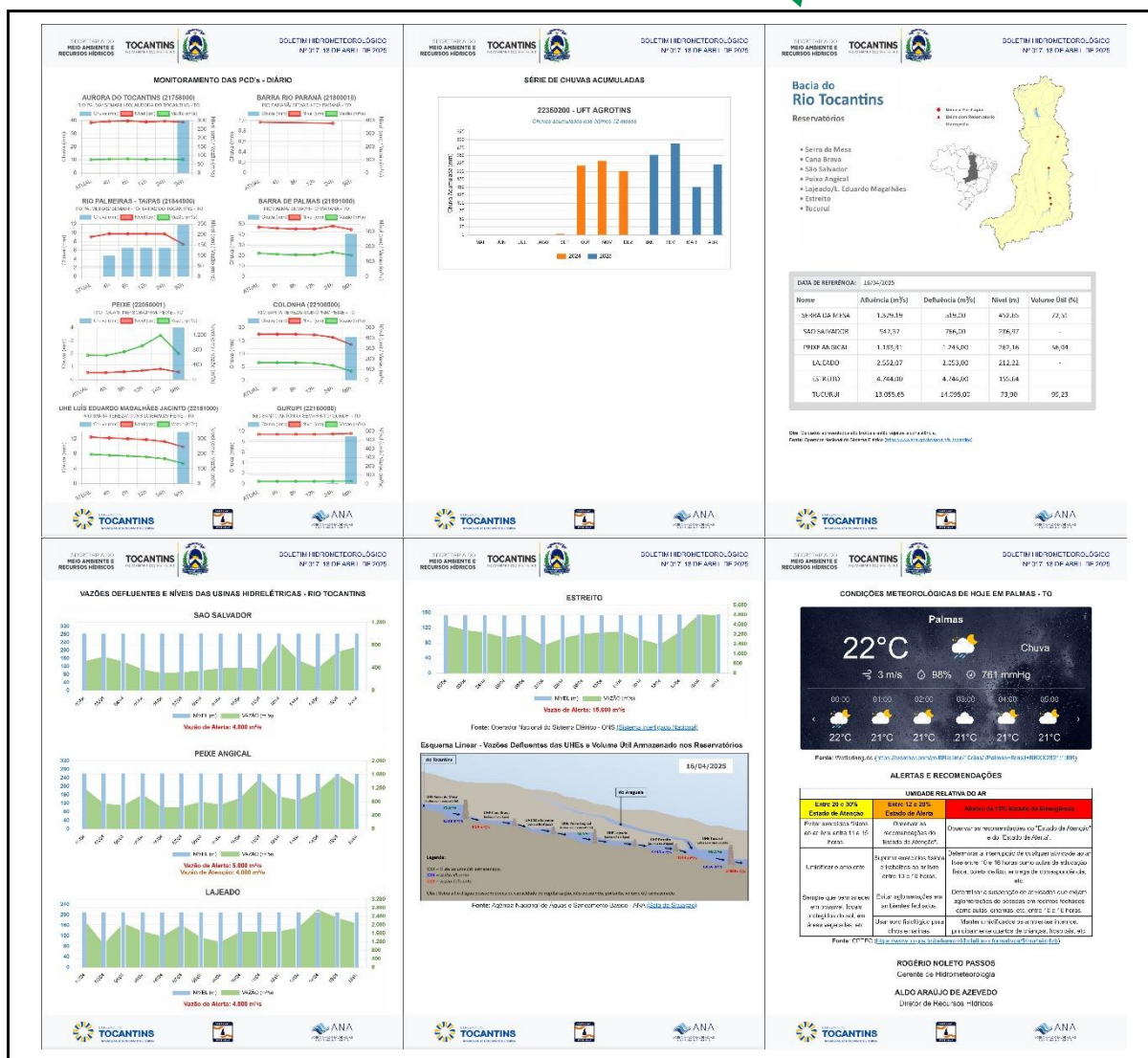
TOCANTINS
TOCANTINS



BOLETIM HIDROMETEOROLÓGICO
Nº 317, 18 DE ABRIL - 18/2016

Estação	Período	Estimada	Medida	1m	2m	3m	4m	5m
1234567	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234568	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234569	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234570	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234571	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234572	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234573	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234574	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234575	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234576	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234577	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234578	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234579	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234580	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234581	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234582	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234583	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234584	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234585	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234586	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234587	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234588	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234589	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234590	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234591	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234592	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234593	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234594	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234595	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234596	15/04/2016 07:00:00	50.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
1234597	15/04/2016 07:00:00	50.0						



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Foi desenvolvido um módulo de sistema para gerar um relatório denominado Boletim Semanal, que consiste em uma comparação anual dos níveis dos rios por meio da média diária de uma determinada estação telemétrica. Esse relatório contribuirá para a publicação do Boletim Climático e Riscos de Incêndio do Centro de Inteligência Geográfica em Gestão do Meio Ambiente, elaborado na Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins. Anteriormente, os dados eram gerados pela plataforma Gestão de Alto Nível (GAN), desenvolvida pelo Instituto de Atenção às Cidades da Universidade Federal do Tocantins (IAC/UFT). No entanto, com a consolidação de uma base de dados estadual, foi possível desenvolver essa ferramenta, que permite a geração do relatório e a exportação do mesmo em formato PDF (Figura 10).

Figura 10 – Exemplo do Boletim Semanal gerado automaticamente

SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E
RECURSOS HÍDRICOS

TOCANTINS
GOVERNO DO ESTADO

BOLETIM HÍDRICO - NÍVEL DOS RIOS - COMPARAÇÃO ANUAL
- 17 DE ABRIL -

BACIA HIDROGRÁFICA	ESTAÇÃO	NÍVEL (m)			
		2022	2023	2024	2025
RIO PARANÁ	21660000 - UHE PEIXE ANGICAL FAZENDA VISÃO DA SANTANA	4,20	4,31	4,86	4,09
RIO PALMA	21891000 - BARRA DE PALMAS	2,85	3,86	-	3,22
RIO SANTA TEREZA	22100000 - COLONHA	3,89	3,41	3,80	4,29
RIO CRIXÁS	22170000 - RIO CRIXÁS	-	4,57	4,00	4,99
RIO MANUEL ALVES	22250000 - FAZENDA LOBEIRA	1,75	1,33	2,00	1,70
RIO DO SONO	22680000 - JATOBÁ (FAZENDA BOA NOVA)	4,03	3,38	3,49	3,62
RIO MANUEL ALVES GRANDE	23250000 - GOATINS	-	2,12	2,94	2,46
RIO JAVIÉS	26710000 - BARREIRA DO PEQUI	3,72	4,23	4,09	2,65
RIO FORMOSO	28721000 - DORILÂNDIA	6,37	6,80	7,34	4,74
RIO FORMOSO	26730000 - PROJETO RIO FORMOSO	5,03	5,92	5,20	4,45
RIO URUBU GRANDE	28705100 - RIO URUBU FAZENDA SÃO BENTO	2,94	3,06	3,08	3,73
RIO XAVANTES	28795000 - PONTE RIO XAVANTE	-	-	3,80	3,41
RIO JAVIÉS	26800000 - BARREIRA DA CRUZ	6,79	6,77	4,54	4,35
RIO DO COCO	27110000 - RIO DO COCO	6,01	6,14	-	4,20
RIO CUAPO	27300900 - RIO CUAPO - FAZ GRUPO AGROPALILLO	6,18	7,94	6,92	6,16
RIO ARAGUAIA	27320000 - ARAGUAICEMA (CHACARA ARAGUAIA)	8,19	6,22	6,03	6,17
RIBEIRÃO LONTRA	28200000 - PONTE RIO LONTRA	3,10	3,88	5,19	3,64
RIO CORDA	28318000 - RIO CORDA RIACHINHO	-	3,79	4,25	2,75

- Dados indisponíveis
Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins (SEMARH)

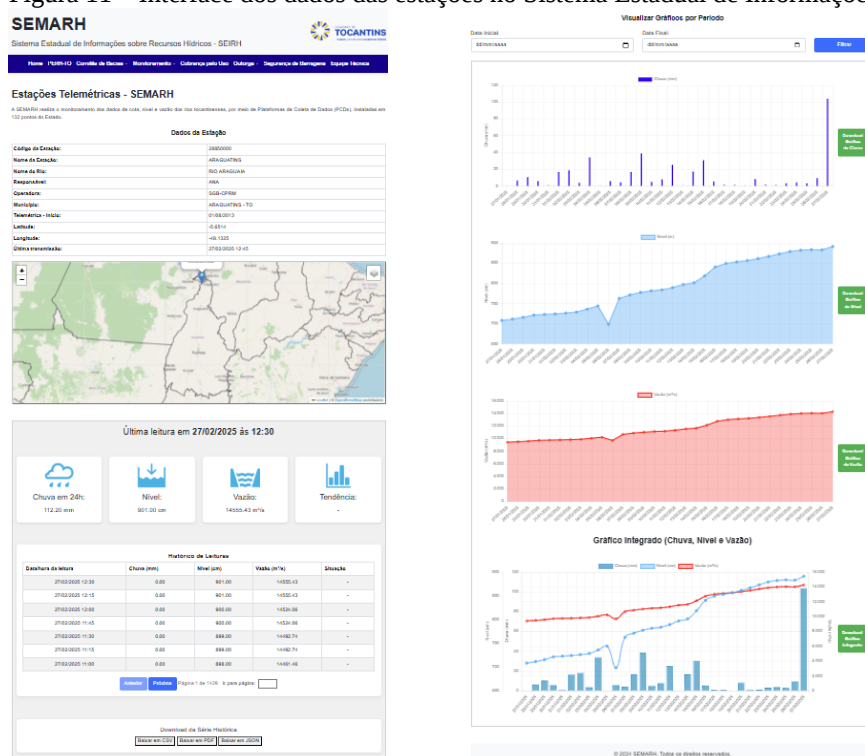
ROGÉRIO NOLETO PASSOS
Gerente de Hidrometeorologia

ALDO ARAÚJO DE AZEVEDO
Diretor de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

Fonte: Elaborada pelos autores (2025).

No contexto do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos, foi possível integrar os dados das estações telemétricas de forma a torná-los acessíveis à comunidade. Essa implementação, conforme ilustrado na Figura 11, representa um avanço significativo na transparência e na disponibilidade das informações, permitindo que a sociedade e os órgãos competentes tenham acesso a dados relevantes para a gestão e o monitoramento dos recursos hídricos no estado.

Figura 11 – Interface dos dados das estações no Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos



Fonte: Elaborada pelos autores (2024).

Impactos e desafios na implementação do sistema de gestão de recursos hídricos

A implementação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos trouxe benefícios significativos para a gestão hídrica no estado e permitiu a centralização e o fácil acesso a informações cruciais sobre as condições hídricas, como dados de precipitação, nível dos rios e vazão. A integração com a API HidroWeb da Agência Nacional de Águas foi um passo importante para a automatização da coleta e da atualização de dados, de modo a proporcionar informações em tempo real e possibilitar a tomada de decisões mais rápidas e informadas.

Uma das principais vantagens do sistema é a automatização de processos, como a geração do Boletim Hidrometeorológico. Antes, a elaboração do boletim era feita manualmente, o que demandava tempo e estava sujeito a erros humanos. Com a implementação do sistema, o boletim passou a ser gerado de forma automatizada, com base nos dados armazenados no banco de dados local, garantindo maior eficiência, precisão e consistência nos relatórios diários.

Além disso, o sistema também contribui para a transparência e a acessibilidade dos dados, tornando as informações sobre os recursos hídricos disponíveis para a comunidade, gestores e pesquisadores. O banco de dados estadual agora serve como uma base sólida para estudos acadêmicos e decisões governamentais, impulsionando a implementação de políticas públicas mais eficazes na gestão dos recursos hídricos.

O sistema também tem sido uma ferramenta valiosa para o monitoramento e a recuperação ambiental, como evidenciado nos projetos de recuperação de nascentes e de construção de barraginhas. Ao integrar dados de diferentes fontes e permitir o acompanhamento contínuo de iniciativas ambientais, o sistema contribui diretamente para a preservação e o uso sustentável dos recursos naturais.

No entanto, apesar dos avanços obtidos, o sistema ainda enfrenta desafios, principalmente relacionados à dependência de serviços externos, como a API HidroWeb, que apresenta limitações quanto ao volume de requisições e está sujeita a períodos de indisponibilidade. Esse cenário reforça a necessidade de estratégias que garantam a resiliência do sistema, como o armazenamento local de dados históricos e a possível integração com outras fontes de dados. Ademais, o sistema atualmente opera apenas com dados hidrométricos provenientes de estações telemétricas, sendo necessário adotar medidas para incorporar também os dados oriundos de estações convencionais – aquelas operadas manualmente e que não transmitem informações em tempo real.

Por fim, a implementação do Gestão SIRHTO abriu caminho para futuras expansões e melhorias, incluindo a integração com outros sistemas estaduais e até internacionais. A adição de novos módulos, como o monitoramento da qualidade da água, pode ainda aumentar a eficiência e o impacto do sistema na gestão dos recursos hídricos no estado.

Considerações finais

A implementação do sistema Gestão SIRHTO representa um avanço significativo no gerenciamento e monitoramento dos recursos hídricos do estado do Tocantins. Com a integração dos dados da Rede Hidrometeorológica Nacional e a inserção de dados locais, o sistema tem se mostrado uma ferramenta poderosa para apoiar a Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos na tomada de decisões mais eficientes e no desenvolvimento de políticas públicas mais assertivas.

Apesar dos desafios enfrentados, como as limitações impostas pela API HidroWeb e as dificuldades com a obtenção de dados históricos, o sistema apresenta um potencial considerável para melhoria contínua. A automação de processos, como a geração do Boletim Hidrometeorológico, e a implementação de um banco de dados estadual consolidado são exemplos de como a tecnologia tem contribuído para otimizar o trabalho da equipe de gestão hídrica.

Para o futuro, espera-se que o Gestão SIRHTO se expanda, com a inclusão de novos módulos e a integração com outros sistemas estaduais e até internacionais. A continuidade das melhorias na plataforma, como a ampliação das fontes de dados e a otimização do processo de coleta e análise de informações, será essencial para garantir a resiliência e a precisão do sistema, consolidando-o como um modelo de gestão eficiente dos recursos hídricos na região.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília: ANA, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**: informe anual. Brasília: ANA, 2024.

BEYNON-DAVIES, P. **Information systems**: An introduction to informatics in organisations. Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2002.

BOTELHO-FRANCISCO, R. E.; ORLANDO, A. F. Investigações e experimentações em softwares para gestão de mídia no domínio do jornalismo: relato sobre interfaces de programação de aplicações. **Revista Brasileira de Ensino de Jornalismo**, v. 5, n. 16, p. 8, 2015.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 26 ago. 2024.

FELICIO, M. C.; GUANDIQUE, M. E. G. Proposta de modelo de avaliação da maturidade da gestão hídrica aplicado aos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) do Estado de São Paulo. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 21, e5, 2024.

FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA. **Documento-Legado do Fórum Cidadão**. 8º Fórum Mundial da Água. Brasília: ANA, Unesco, RBOB, 2018. Disponível em: <https://legadoforumcidadeao.org/downloads/WEB%20-%20Legado%20Forum%20Cidad%C3%A3o%20150dpi.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

MARQUES, G. F.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; OLIVEIRA, P. P. de F. de; MOLEJON, C.; BRAGA, C. F. C. Os serviços de gestão de recursos hídricos. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 19, e1, 2022.

MARTINS, R. H. C.; LIRA, M. A. T. Educação ambiental a partir do conceito de recursos hídricos. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 1, p. 1353-1372, 2024.

RABELO, D. C.; ELOI, W. M.; ALEXANDRE, D. M. B.; COSTA, R. B. Usos múltiplos da água em cenário de escassez hídrica – análise da gestão dos recursos hídricos no Ceará durante a seca de 2011-2016. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 15918-15940, 2021.

SILVA, L. R. S. da. Monitoramento hidrometeorológico no Brasil: uma análise sob a ótica da coordenação de políticas públicas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, Porto Alegre, v. 18, e3, 2021.

TOCANTINS. **Lei nº 1.307, de 22 de março de 2002.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e adota outras providências. Palmas, TO, 2002. Disponível em: https://www.al.to.leg.br/arquivos/lei_1307-2002_43542.PDF. Acesso em: 26 ago. 2024.

VIEIRA, A. R.; BARRÊTO, L. C.; ROIPHE, S. **Água para vida, água para todos:** livro das Águas. Brasília: WWF-Brasil, 2006. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/educacao_ambiental/Livro_das_Aguas_WWF_Brasil.pdf. Acesso em: 2 set. 2024.

Agradecimentos

Ao apoio financeiro e material da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Tocantins (FAPT) e à Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins (SEMARH), sem os quais este trabalho não teria sido possível. Agradecemos também aos profissionais e colaboradores envolvidos na implementação e no desenvolvimento do sistema Gestão SIRHTO, cujo empenho e dedicação foram essenciais para o sucesso do projeto.

Informações complementares

Descrição		Declaração
Financiamento		Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Tocantins e Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins.
Aprovação ética		Não se aplica.
Conflito de interesses		Os autores têm interesse financeiro no resultado deste trabalho, conforme descrição a seguir: por parte do autor Josiley Dantas Batista, houve recebimento de bolsa de pesquisa e extensão, além de apoio material, por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Tocantins e da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins.
Disponibilidade dos dados de pesquisa subjacentes		O trabalho não é um <i>preprint</i> e os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos neste artigo.
CrediT	Josiley Dantas Batista	Funções: conceitualização, curadoria de dados, aquisição de financiamento, investigação, metodologia, programas, escrita – rascunho original e escrita – revisão e edição.
	Judson Franciel Barros Silva	Funções: supervisão e administração do projeto.
	Albert Lennon Lima Martins	Funções: investigação e escrita – revisão e edição.

Avaliadores: Édio Luiz Costa. O avaliador “B” optou por ficar em anonimato.*

Revisora do texto em português: Laura Akemi Côrtes Massunari.

Revisora do texto em inglês: Adriana de Oliveira Gomes Araújo.

Revisora do texto em espanhol: Graziani França Claudino de Anicézio.

*Autorizou somente a divulgação da identidade como avaliador no trabalho publicado.