



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU
EM DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS COMPUTACIONAIS**

JOSILEY DANTAS BATISTA

**GESTÃO SIRHTO: SISTEMA INTEGRADO PARA MONITORAMENTO E GESTÃO
DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO TOCANTINS**

**ARAGUATINS
2024**

JOSILEY DANTAS BATISTA

**GESTÃO SIRHTO: SISTEMA INTEGRADO PARA MONITORAMENTO E GESTÃO
DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Pós-Graduação Lato
Sensu em Desenvolvimento de Sistemas
Computacionais da Unidade *Araguatins*, do
Instituto Federal do Tocantins, como exigência à
obtenção do título de Especialista em
Desenvolvimento de Sistemas Computacionais.

Orientador: Esp. Judson Franciel Barros Silva

ARAGUATINS
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

B333g Batista, Josiley Dantas
Gestão SIRHTO: Sistema Integrado para Monitoramento e
Gestão dos Recursos Hídricos no Estado do Tocantins / Josiley
Dantas Batista. – ARAGUATINS, TO, 2024.
33 f. : il. color.

Artigo (Pós-graduação Lato Sensu em Desenvolvimento de
Sistemas Computacionais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, ARAGUATINS, TO,
2024.

Orientador: Esp. Judson Franciel Barros Silva

1. Gestão de recursos hídricos. 2. Sistema de informações. 3.
Monitoramento hídrico. I. Silva, Judson Franciel Barros. II. Título.

CDD 004

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).**



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento de Sistemas Computacionais

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: GESTÃO SIRHTO: SISTEMA INTEGRADO PARA MONITORAMENTO E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO TOCANTINS

AUTOR: JOSILEY DANTAS BATISTA

ORIENTADOR: PROF. ESP. JUDSON FRANCIEL BARROS SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Pós Graduação Lato Sendo em Desenvolvimento de Sistemas Computacionais.

Aprovado em 11 de dezembro de 2024

Prof. Esp. Judson Franciel Barros Silva
Presidente da Banca

Prof. Me. Rogério Pereira de Sousa
Primeiro avaliador

Prof. Esp. Alan Gomes Silva
Segundo avaliador



Documento assinado eletronicamente por **Judson Franciel Barros Silva, Responsável Técnico (a)**, em 11/12/2024, às 19:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **ALAN GOMES SILVA, Servidor**, em 11/12/2024, às 19:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rogério Pereira de Sousa, Servidor**, em 11/12/2024, às 22:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2583065** e o código CRC **0209ED9F**.

Referência: Processo nº 23233.023591/2024-31

SEI nº 2583065

Aos meus pais José Batista Celestino e
Riselda Leolina dos Santos Dantas Batista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder forças, sabedoria e perseverança para superar os desafios e concluir esta etapa com sucesso.

Expresso minha gratidão à minha família, cujo apoio e compreensão nos momentos mais desafiadores foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Meu agradecimento especial ao meu orientador, Professor Especialista Judson Franciel Barros Silva, pela orientação, paciência e confiança durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos demais professores que tive o privilégio de conhecer ao longo do curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Desenvolvimento de Sistemas Computacionais, por compartilharem seus conhecimentos e experiências.

Agradeço, ainda, a todos os amigos e colegas pelos momentos de convívio, apoio e incentivo, e a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu superasse este desafio.

Por fim, 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. Agradeço também aos profissionais e colaboradores envolvidos na implementação e desenvolvimento do Sistema Gestão SIRHTO, cujo empenho e dedicação foram essenciais para o sucesso do projeto.

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

ABSTRACT

The SIRHTO Management System was developed with the aim of enhancing the monitoring and management of water resources in the State of Tocantins, providing the Secretariat of Environment and Water Resources (SEMARH) with an integrated platform for data collection, analysis, and dissemination. Through integration with the HidroWeb API from the National Water Agency (ANA), the system enables automated synchronization of data related to precipitation, water level, and flow rate of rivers, provided by the state's telemetric stations. Additionally, the system allows manual entry of supplementary data, complementing the information obtained through the API and ensuring a consolidated state database. The system also offers functionalities such as the automation of the Hydrological Bulletin generation, which was previously prepared manually. Despite the advancements, the system faces challenges, such as the HidroWeb API's limitations regarding the volume of requests and the availability of historical data. However, the results demonstrate that the SIRHTO Management System has the potential to become a robust tool in supporting water resource management, with the possibility of expanding integration with other systems and incorporating new modules.

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

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema simplificado do monitoramento da qualidade e quantidade de água no Brasil, realizado pela Agência Nacional das Águas (ANA).....	15
Figura 2 – Tela de Login do Sistema Gestão SIRHTO	18
Figura 3 – Tela do ambiente restrito do Sistema Gestão SIRHTO, apresentando suas funcionalidades e interface.....	19
Quadro 1 – Módulos desenvolvidos	19
Figura 4 – Exemplo de dados recebidos em formato JSON	22
Figura 5 – Tela do módulo Projeto Barraginhas.....	23
Figura 6 – Tela do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos - SEIRH	23
Figura 7 – Tela inicial do módulo Estações em Gestão Hídrica	24
Figura 8 – Tela detalhada de uma estação no módulo Estações em Gestão Hídrica.....	25
Figura 9 – Tela do módulo Dados Telemétricos em Gestão Hídrica	25
Figura 10 – Interface da ferramenta utilizada na elaboração do Boletim Hidrometeorológico	26
Figura 11 – Exemplos do Boletim Hidrometeorológico gerado automaticamente	27
Figura 12 – Interface dos dados das estações no Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1 Caracterização da área de estudo.....	14
2.2 Monitoramento hídrico no Estado do Tocantins	15
2.3 Desenvolvimento e Localização do Estudo	16
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
3.1 Descrição das Funcionalidades do Sistema Gestão SIRHTO	17
3.2 Performance do Sistema na Coleta e Armazenamento de Dados	21
3.3 Aplicabilidade do Sistema no Monitoramento de Recursos Hídricos	23
3.4 Impactos e Desafios na Implementação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos	29
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para todos os seres vivos, é um bem comunitário e um direito de todos os seres e é essencial para a garantia de vida em todas as suas formas. Dessa maneira, deve ser preservada por todos os habitantes da Terra de forma coletiva e compartilhada, visando garantir a sustentabilidade em todos os seus 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, abrigando 13,7% da água doce global, graças a suas extensas redes de rios, chuvas tropicais e ao Aquífero Guarani, a maior reserva subterrânea de água doce do planeta, de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

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 a 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 et al. 2006). Nesse contexto, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) 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, 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, que é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, a Agência Nacional de Águas, os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, os Comitês de Bacia Hidrográfica, os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a

gestão de recursos hídricos, e as Agências de Água.

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 aos dados e informações a toda a sociedade, promovendo 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 quantidade dos recursos hídricos no Brasil; manter atualizadas as informações sobre a disponibilidade e demanda desses recursos em todo o território nacional; e fornecer subsídios para a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos.

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, prevenindo eventos hidrológicos críticos e promovendo o desenvolvimento regional. A Diretoria de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos, vinculada à Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, é responsável pela implementação dessa política, coordenando atividades relacionadas ao 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 Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Tocantins, 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, tratamento e 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 Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), elaborada em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA). 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, contribuindo

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.

Historicamente, a tecnologia - seu avanço e desenvolvimento - está relacionada à evolução e às mudanças de fatos e situações que ocorreram na sociedade em termos reais e concretos. A história incentiva o crescimento tecnológico (Tocantins, 2011). 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 a qualidade das águas superficiais, possibilitará fornecer dados que servirão como uma ferramenta essencial para o planejamento, resolução de problemas e 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 (SIRH) de acordo com suas realidades e exigências específicas. Entretanto, no Estado do Tocantins inexistia uma base de dados estadual própria de informações sobre recursos hídricos. Dados produzidos para o monitoramento hídrico como a das chuvas, nível dos rios e vazão, produzidos pelas estações distribuídas pelo território estadual são transmitidos em tempo real via satélite para os servidores da Agência Nacional de Águas (ANA).

A obtenção dos dados sobre disponibilidade e demanda hídrica é realizada por meio do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH, atualmente sob a responsabilidade da Agência Nacional de Águas (ANA). Esta entidade é encarregada de coordenar as atividades da Rede Hidrometeorológica Nacional - RHN, composta por um abrangente banco de dados nacional. Este 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 (SIRH) 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, resolução de problemas e tomada de decisões, beneficiando tanto a sociedade quanto os gestores públicos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) 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 (SIRH) de acordo com suas necessidades e realidades específicas.

Em 2022, a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) 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 (ANA) 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). (ANA, 2024). O monitoramento é realizado por meio de plataformas de coleta de dados (PCDs), 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 realizado por estações pluviométricas e fluviométricas, responsáveis por medir a precipitação, os níveis e as vazões dos rios, além de monitoramento de parâmetros da qualidade da água, águas subterrâneas e reservatórios, conforme esquema ilustrado na Figura 1.

Figura 1 – Esquema simplificado do monitoramento da qualidade e quantidade de água no Brasil, realizado pela Agência Nacional das Águas (ANA).



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 - Agência Nacional das Águas. Qualidade e Quantidade da Água. Infográfico interativo. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/porta1/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjunturainforme2023.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

2.2 Monitoramento hídrico no Estado do Tocantins

No Estado do Tocantins, existem atualmente 134 plataformas de coleta de dados (PCDs) que transmitem informações para a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) 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,

funcionando 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 Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do Estado do Tocantins desempenha um papel fundamental no monitoramento e gestão dos recursos hídricos estadual. Através de sua sala de situação, a SEMARH monitora em tempo real os dados hidrometeorológicos coletados por diversas estações telemétricas, permitindo 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, contribuindo para o planejamento de ações em situações de crise, como secas e enchentes, e para o controle sustentável dos recursos hídricos do Tocantins. Até outubro de 2024, o monitoramento quantitativo das águas no Tocantins conta com 60 PCDs, com a previsão de instalação de mais 20 unidades, totalizando 80 Estações Hidrometeorológicas, sob a coordenação da Gerência de Hidrometeorologia.

2.3 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 (SEIRH), 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 (SEIRH). 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

funcionalidade, 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 (SNIRH), gerido pela Agência Nacional de Águas (ANA). A ANA coordena a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), 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 SNIRH, acessados de forma automatizada por meio da API HidroWeb, que retorna os dados no formato JSON (JavaScript Object Notation). 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 do 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 Nacional de Hidrometeorologia, o sistema permite a inclusão de dados adicionais gerenciados pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, mas em especial as 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, unificando dados de diferentes fontes e permitindo a gestão integrada e eficiente dos recursos hídricos, alinhada às diretrizes nacionais de gestão sustentável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 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.

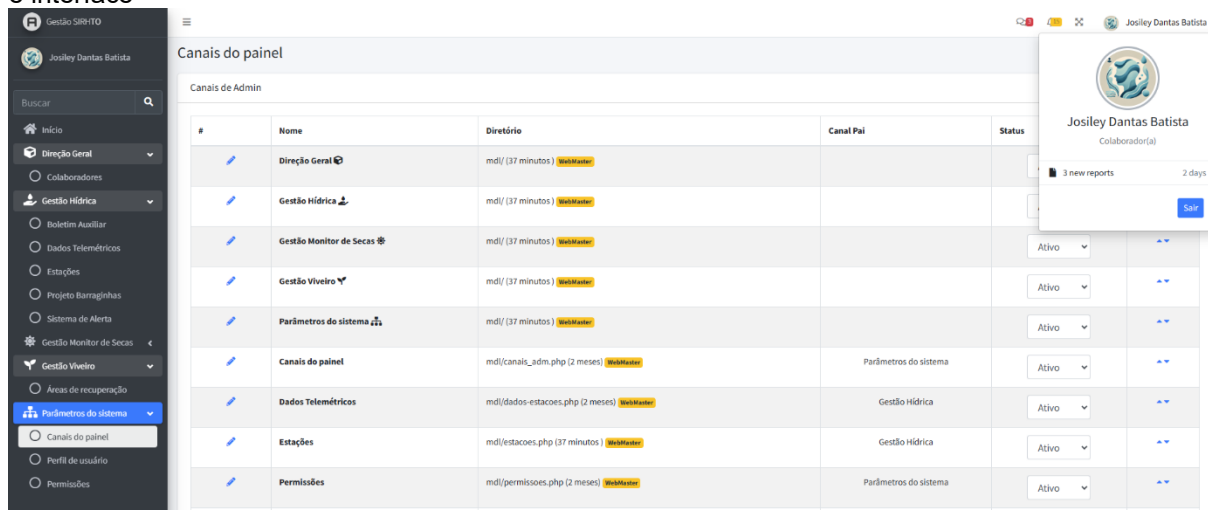
O acesso ao sistema é restrito e controlado, sendo necessário que o usuário solicite o cadastro e realize o login com CPF e senha, conforme ilustrado na Figura 2. Esse mecanismo de autenticação visa garantir a segurança e a confidencialidade dos dados, permitindo que apenas usuários autorizados possam consultar ou inserir informações no sistema. Além disso, a plataforma oferece uma interface amigável (Figura 3), que facilita a navegação e a interação com os dados relacionados aos recursos hídricos.

Figura 2 – Tela de Login do Sistema Gestão SIRHTO

A imagem mostra a interface de login do sistema 'Gestão SIRHTO'. No topo, o título 'Gestão SIRHTO' é exibido em uma fonte grande e bold. Abaixo dele, há uma instrução: 'Faça login para iniciar sua sessão'. O formulário de login contém dois campos de entrada: 'CPF' e 'Senha'. Cada campo tem um ícone de usuário ou cadeado ao lado. Um botão azul com o texto 'Entrar' está posicionado na parte inferior direita do formulário.

Fonte: Própria (2024).

Figura 3 – Tela do ambiente restrito do Sistema Gestão SIRHTO, apresentando suas funcionalidades e interface



Fonte: Própria (2024).

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 94 horas.
	Dados Telemétricos	Contém a listagem completa de dados de precipitação, nível e vazão, obtidos pela Rede Nacional de Hidrometeorologia, alimentados pelas estações telemétricas instaladas no estado do Tocantins.
	Estações	Exibe os dados cadastrais das estações telemétricas conforme os registros da Rede Nacional de Hidrometeorologia, além de permitir a sincronização para a atualização das estações já registradas no banco de dados e o cadastro de novas estações.

	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 Monitor de Secas	---	Gerencia e consolida os resultados do Mapa do Monitor de Secas, fornecendo uma visão detalhada da situação de secas nas regiões monitoradas, com base em dados atualizados.
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.
	Perfil de Usuário	Configura diferentes tipos de perfis de usuário.
	Permissões	Define as ferramentas e módulos acessíveis a cada perfil de usuário.

Fonte: Própria (2024).

O sistema Gestão SIRHTO integra dados provenientes de duas fontes principais: a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) e os dados inseridos manualmente pelos usuários. A integração com a API HidroWeb, fornecida pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), otimiza o processo de coleta e atualização das informações hidrológicas geradas pelas Plataformas de Coleta de Dados (PCDs). 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, possibilitando 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.

3.2 Performance do Sistema na Coleta e Armazenamento de Dados

Os dados fornecidos pela API HidroWeb são disponibilizados no formato JSON (JavaScript Object Notation), 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 rede nacional apresenta dificuldades para atender a um grande volume de solicitações simultâneas, seja da aplicação desenvolvida ou 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: é possível obter informações apenas de períodos de até 24 horas por estação em uma única requisição. 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` e `Data_Atualizacao`, conforme ilustrado na Figura 4.

- **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.

Figura 4 – Exemplo de dados recebidos em formato JSON

```
{
  "status": "OK",
  "code": 200,
  "message": "Sucesso",
  "items": [
    {
      "Bateria": "12.70",
      "Chuva_Acumulada": "2073.60",
      "Chuva_Acumulada_Status": "0",
      "Chuva_Adotada": "0.00",
      "Chuva_Adotada_Status": "0",
      "Cota_Adotada": "282.00",
      "Cota_Adotada_Status": "0",
      "Cota_Display": null,
      "Cota_Display_Status": null,
      "Cota_Manual": null,
      "Cota_Manual_Status": null,
      "Cota_Sensor": "282.00",
      "Cota_Sensor_Status": "0",
      "Data_Atualizacao": "2024-11-25 22:08:52.55",
      "Data_Hora_Medicao": "2024-11-25 22:00:00.0",
      "Pressao_Atmosferica": null,
      "Pressao_Atmosferica_Status": null,
      "Temperatura_Agua": "25.70",
      "Temperatura_Agua_Status": null,
      "Temperatura_Interna": "24.70",
      "Vazao_Adotada": "73.78",
      "Vazao_Adotada_Status": "0",
      "codigoestacao": "21758000"
    },
    {
      "Bateria": "12.70",
```

Fonte: Própria (2024).

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, otimizando o processo de gerenciamento e monitoramento das informações hidrológicas.

Além dos dados obtidos por meio da API, o sistema também é alimentado manualmente com informações adicionais que integrarão o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos como é o caso com o módulo Projeto Barraginhas (Figura 5), onde mantém um cadastro das barraginhas construídas no Tocantins.

Figura 5 – Tela do módulo Projeto Barraginhas

Projeto Barraginhas

Gestão Hídrica / Projeto Barraginhas

Barraginhas Construídas

Inserir registro

Listar

#	ID	Cidade	Latitude	Longitude	Bacia Hidrográfica	Membro	Data cadastro
	2945	São Valério da Natividade	-11.713460163468	-48.357704106382	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2944	São Valério da Natividade	-11.714274483657	-48.357833879342	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2943	São Valério da Natividade	-11.714997319985	-48.359798062575	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2942	São Valério da Natividade	-11.713977841395	-48.35995443078	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2941	São Valério da Natividade	-11.715593348301	-48.364669639309	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2940	São Valério da Natividade	-11.717094315662	-48.361859224438	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2939	São Valério da Natividade	-11.711820894754	-48.370022649198	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2938	São Valério da Natividade	-11.713715857928	-48.368785410701	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2937	São Valério da Natividade	-11.719961440748	-48.370046447563	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01
	2936	São Valério da Natividade	-11.71996491082	-48.369441330718	Bacia do Rio São Valério	Josiley Dantas Batista	30/09/2024 16:01

Fonte: Própria (2024).

3.3 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, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Tela do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos - SEIRH

SEMARH

Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos - SEIRH

[Home](#) [PERMITO](#) [Comitês de Bacias](#) [Monitoramento](#) [Cobrança pelo Uso](#) [Outorga](#) [Segurança de Barragem](#) [Equipe Técnica](#)

Bem-vindo ao SEIRH

Diretoria de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos

Projeto Plantando Água
Recuperação de nascentes degradadas, através do plantio de mudas nativas do Cerrado.
[Saiba mais](#)

Projeto Barraginhas
Combate à seca com a construção de mini barragens de contenção de água da chuva.
[Saiba mais](#)

Monitoramento Quantitativo
Dados sobre cota, nível e vazão dos rios, produzidos pelas PCDs.
[Saiba mais](#)

Monitoramento Qualitativo
Concentrações de substâncias e Índice de Qualidade das Águas (IQA).
[Saiba mais](#)

Comitês de Bacias Hidrográficas
Coordenação de ações para garantir água em quantidade e qualidade para o futuro.
[Saiba mais](#)

PROGESTÃO III (ANA)
Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO).
[Saiba mais](#)

QUALIÁGUA (ANA)
Programa de Estimulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA).
[Saiba mais](#)

Monitor de Secas (ANA)
O Monitor de Secas acompanha regular e periodicamente a situação da seca no Brasil.
[Saiba mais](#)

© 2024 SEMARH. Todos os direitos reservados.

Fonte: Própria (2024).

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 7 e 8, permitindo 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. 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 8. 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 PCDs.

Figura 7 – Tela inicial do módulo Estações em Gestão Hídrica

Estações

Gestão Hídrica / Estações

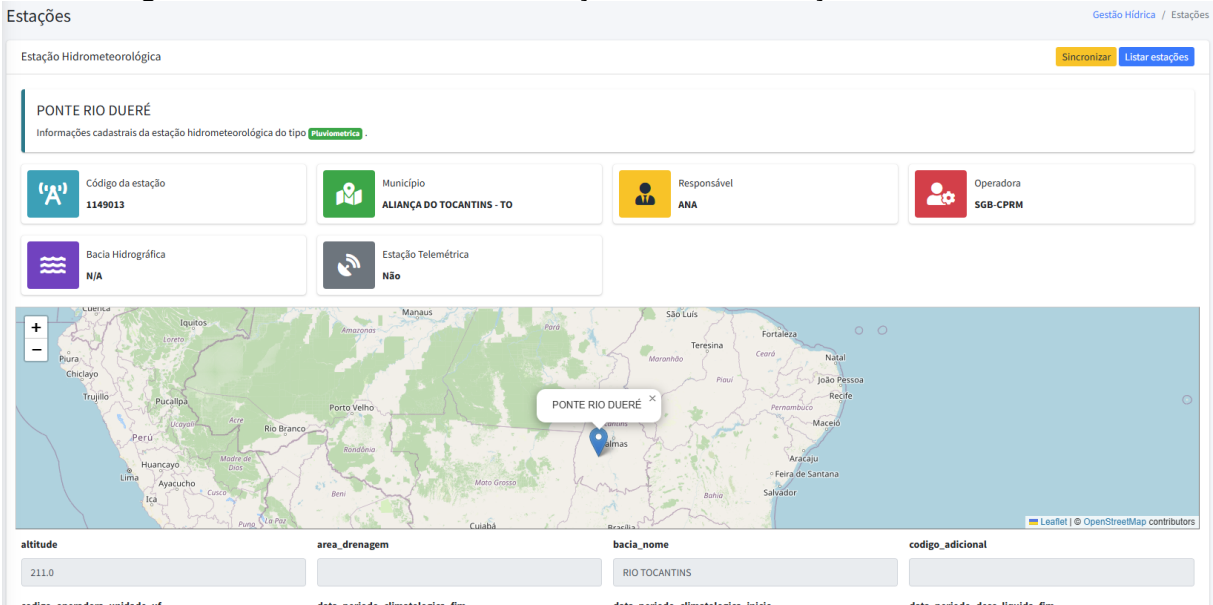
Estação Hidrometeorológica

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	INA	25/11/2024 08:50:50
Q	631	JUSANTE EIXO ILHA VERDE nova	26798805	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

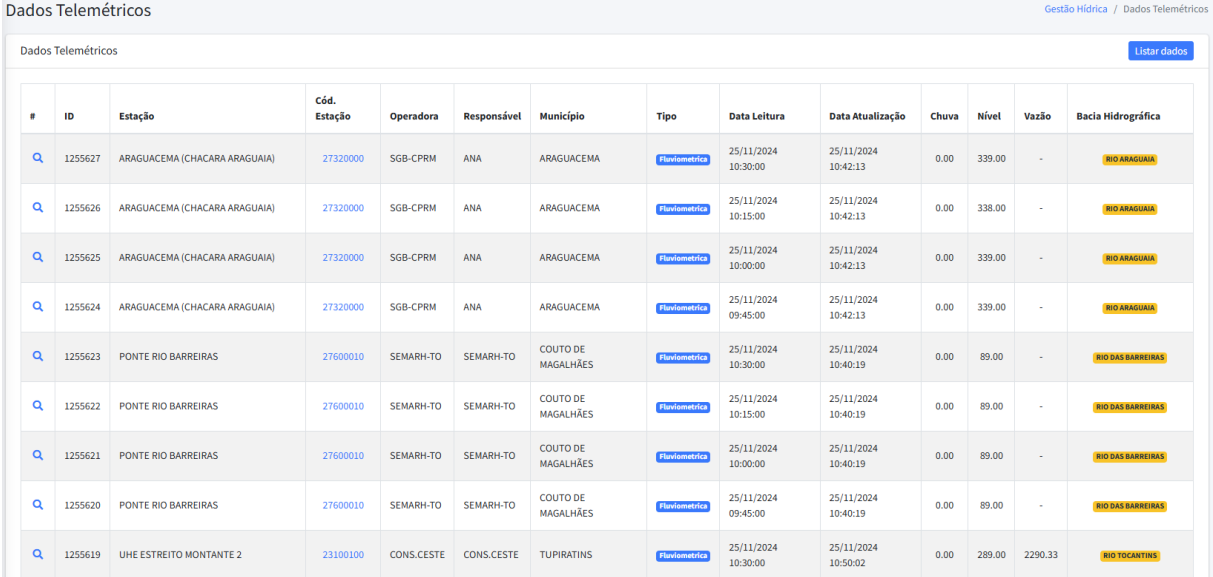
Fonte: Própria (2024).

Figura 8 – Tela detalhada de uma estação no módulo Estações em Gestão Hídrica



Fonte: Própria (2024).

Figura 9 – Tela do módulo Dados Telemétricos em Gestão Hídrica



Fonte: Própria (2024).

Os dados telemétricos, conforme ilustrado na Figura 8, 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 Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos na implementação de políticas públicas relacionadas ao uso e gestão dos recursos hídricos.

Com a integração desses dados, tornou-se possível automatizar o Boletim Hidrometeorológico, uma publicação diária elaborada pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) em parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA). Anteriormente, esse boletim era produzido manualmente utilizando os softwares Microsoft Excel e Word (Figura 10). Com o sistema de gestão, o processo foi otimizado, permitindo a geração automatizada do boletim (Figura 11) diretamente a partir do banco de dados local, eliminando a necessidade de trabalho manual na coleta de informações e incorporando consultas às APIs que passaram a fazer parte do conteúdo da publicação.

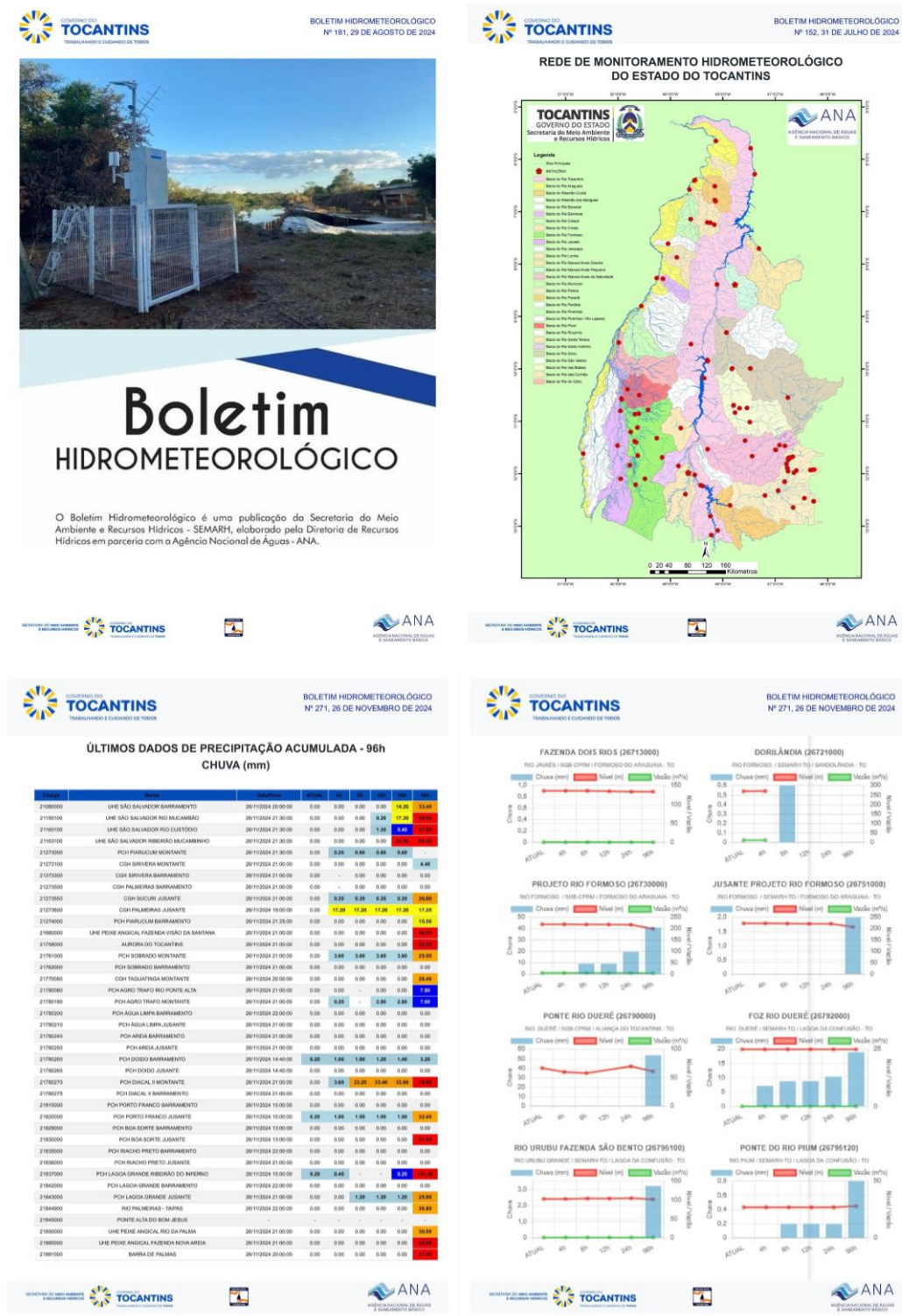
Figura 10 – Interface da ferramenta utilizada na elaboração do Boletim Hidrometeorológico

The screenshot displays a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Planilha de acompanhamento utilizada na elaboração do Boletim Rio Grande do Sul'. The spreadsheet contains a table of COVID-19 cases by municipality in Rio Grande do Sul. The table has columns for 'Código', 'Nome', 'Data/Início', 'Atual', and various dates. A sidebar on the right shows a list of municipalities and a 'Indicadores' section with a bar chart showing the number of cases for different dates. The bottom of the screen shows the Excel ribbon with various tabs like 'Página Inicial', 'Inserir', 'Desenhar', etc.

Código	Nome	Data/Início	Atual	4h	8h	12h	20h	24h
1047000	UHE ESTRETO DO PONTE ALTA	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,2
2300000	UHE SÃO SALVADOR BARROSO	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
2310000	UHE SÃO SALVADOR RIO MUCAMBI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4
2320000	UHE SÃO SALVADOR RIO TUPACATU	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2330000	UHE SÃO SALVADOR RIBEIRO MUCAMBI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6
2370000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	49,6
2371000	POH SPINHEIRA MACIEIRA	23/07/2024	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	10,4
2373000	COH-SERVIDA BARROSO	23/07/2024	-	-	-	-	-	-
2377000	COH-PALMARES JARI	23/07/2024	-	-	-	-	-	-
2377500	COH-PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8
2379000	COH-PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4
2379500	COH-PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,6
2380000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,2
2380500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2381000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4
2381500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2382000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2382500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2383000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2383500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2384000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2384500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2385000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2385500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2386000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2386500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2387000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2387500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2388000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2388500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2389000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2389500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2390000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2390500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2391000	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
2391500	POH PALMARES JARI	23/07/2024	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2

Fonte: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Tocantins - SEMARH (2024).

Figura 11 – Exemplos do Boletim Hidrometeorológico gerado automaticamente



Bacia do Rio Tocantins

Reservatórios

- Serra da Mesa
- Cana Brava
- São Salvador
- Peixe Angical
- Lajeado/L. Eduardo Magalhães
- Estreito
- Tucuruí

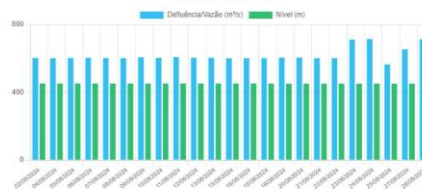


Nome	Afluência (m³/s)	Defluência (m³/s)	Nível (m)	Volume Útil (%)
SERRA DA MESA	19,56	714,00	451,10	67,28
CANA BRAVA	740,97	725,00	332,80	-
SÃO SALVADOR	747,55	706,00	286,86	-
PEIXE ANGICAL	1.024,74	1.148,00	262,12	54,02
LAJEADO	923,34	1.201,00	211,81	-
ESTREITO	1.377,74	1.440,00	155,78	-
TUCURUI	1.892,63	2.663,00	70,37	74,12

Obs: Os dados apresentados são brutos e estão sujeitos a consistência.
Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (https://www.ana.gov.br/portal/boletim_hidro)

VAZÕES DEFLUENTES (m³/s) E NÍVEL (m) DAS USINAS HIDRELÉTRICAS INSTALADAS NO RIO TOCANTINS

SERRA DA MESA



SÃO SALVADOR

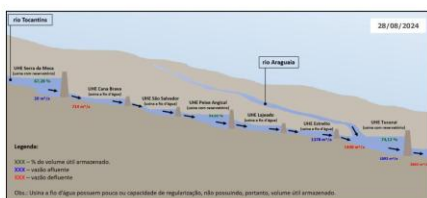


ESTREITO



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (https://www.ana.gov.br/portal/boletim_hidro)

Esquema Linear - Vazões Defluente das UHEs e Volume Útil Armazenado nos Reservatórios



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (https://www.ana.gov.br/portal/boletim_hidro)

CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DE HOJE EM PALMAS - TO



RECOMENDAÇÕES PARA CADA ALERTA

Entre 30 e 50% Estado de Atenção	Entre 50 e 80% Estado de Alerta	Acima de 80% Estado de Emergência
Evitar exercícios físicos ao ar livre entre 11 e 15 horas.	Observar as recomendações do "Estado de Atenção".	Observar as recomendações do "Estado de Atenção" e do "Estado de Alerta".
Utilizar o ambiente.	Suspender exercícios físicos e trabalhos ao ar livre entre 10 e 15 horas.	Determinar a interrupção de qualquer atividade ao ar livre entre 10 e 15 horas como aulas de educação física, aulas de faculdade, atividades de recreação, etc.
Sempre que permanecer em piscinas, locais protegidos do sol, em áreas vegetadas, etc.	Evitar aglomerações em ambientes fechados.	Determinar a suspensão de atividades que exijam aglomerações de pessoas em locais fechados como escolas, igrejas, etc. entre 10 e 15 horas.
	Usar mais hidratantes para olhos e nariz.	Mantiver unidades em ambientes internos, principalmente quartos de crianças, hospitais, etc.

Fonte: Defesa Civil (2023) (<https://www.defesacivil.mg.gov.br>)

ROGÉRIO NOLETO PASSOS
Gerente de Hidrometeorologia

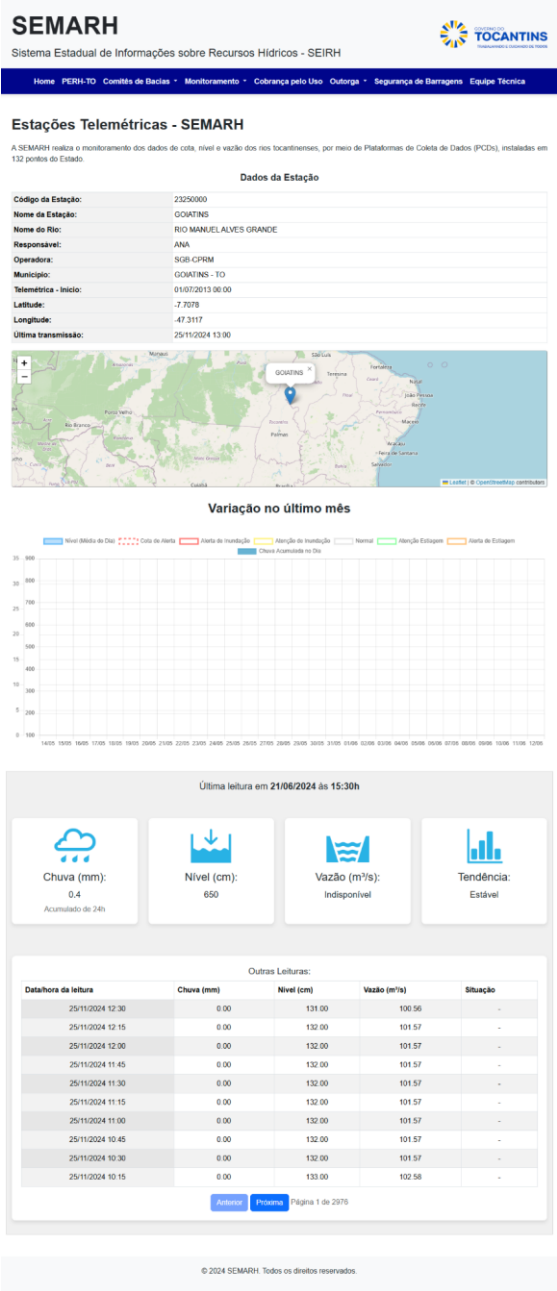
ALDO ARAÚJO DE AZEVEDO
Diretor de Recursos Hídricos

Fonte: Própria (2024).

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 12, representa um avanço significativo na transparência e disponibilidade das informações, permitindo

que a sociedade e os órgãos competentes tenham acesso a dados relevantes para a gestão e monitoramento dos recursos hídricos no estado.

Figura 12 – Interface dos dados das estações no Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos



Fonte: Própria (2024).

3.4 Impactos e Desafios na Implementação do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos

A implementação do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos (SEIRH) trouxe benefícios significativos para a gestão hídrica no estado,

permitindo 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 e Saneamento (ANA) foi um passo importante para a automatização da coleta e atualização de dados, proporcionando informações em tempo real e possibilitando 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 desse 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, 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 pode sofrer indisponibilidade. Isso evidencia a necessidade de estratégias para garantir a resiliência do sistema, como o armazenamento local de dados históricos e a possível integração com outras fontes de dados. Além disso, o sistema atualmente conta apenas com dados hídricos consolidados de setembro de 2024, sendo necessário adotar medidas para a obtenção de dados anteriores, devido às restrições da API no que se refere à consulta à Rede Hidrometeorológica Nacional.

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.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação do sistema Gestão SIRHTO representou 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 (SEMARH) na tomada de decisões mais eficientes e no desenvolvimento de políticas públicas mais assertivas.

Apesar dos desafios enfrentados, como as limitações impostas pela API HydroWeb 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

ANA, Agência Nacional de Águas (Brasil). **Sistema de informações sobre recursos hídricos**. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2019. Brasília, DF: ANA, 2020.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023: informe anual**. Brasília, DF: ANA, 2024. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjunturainforme2023.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2024.

BEYNON-DAVIES, P. **Information systems: An introduction to informatics in organisations**. *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. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 26 ago. 2024.

FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA. Princípio do Documento - Legado do Fórum Cidadão. In: **FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA**. 8ª EDIÇÃO. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://legadoforumcidadeao.org/downloads/WEB%20-%20Legado%20Forum%20Cidad%C3%A3o%20150dpi.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

TOCANTINS (Estado). Secretaria do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Tocantins**. Contrato nº 0082/2008. Produto 9. Relatório Final. Revisão 1. Palmas: SEMADES, 2011. Disponível em: <https://central.to.gov.br/download/223185>. Acesso em: 09 set. 2024.

TOCANTINS. Lei nº 1.307, de 22 de março de 2002. **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, e adota outras providências**. Diário Oficial nº 1156, Palmas, TO. 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: 02 set. 2024.