

SISTEMA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DE DADOS METEOROLÓGICOS DO ESPÍRITO SANTO (SATDES), O PONTO DE INFLEXÃO NA METEOROLOGIA CAPIXABA

Pedro Henrique Bonfim Pantoja¹; Bruno Mian Silva²; Deivison Viana Andrade³; Henrique Dalmagro⁴; Raphael da Silva Branco⁵; Rodrigo de Castro Cosme⁶; Manoel Farias de Almeida Junior⁷; Hugo Ely dos Anjos Ramos⁸

Resumo – A coleta e armazenamento de dados meteorológicos são cruciais para entender os padrões climáticos e prever o tempo e o clima, beneficiando áreas como agricultura e prevenção de desastres, entre outras. No Espírito Santo, iniciativas iniciadas nos anos 1920 culminaram na instalação de estações meteorológicas convencionais e, a partir de 2005, na implementação de equipamentos automáticos, melhorando significativamente a coleta de dados. O projeto Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados do Espírito Santo (SATDES), desenvolvido em parceria com várias instituições, centraliza dados brutos de estações meteorológicas convencionais, automáticas e fluviométricas, fornecendo informações meteorológicas e climáticas em tempo real. Testes de controle de qualidade garantem a precisão dos dados, enquanto o SATDES continua evoluindo para oferecer uma variedade de produtos. Essas iniciativas refletem o compromisso do SATDES em fornecer informações precisas e acessíveis, destacando-o como uma fonte confiável para a tomada de decisões no estado do Espírito Santo.

Palavras-chaves: coleta e armazenamento de dados; controle de qualidade; informação em tempo real.

ESPÍRITO SANTO METEOROLOGICAL DATA ACQUISITION AND PROCESSING SYSTEM (SATDES), THE TURNING POINT IN REGIONAL METEOROLOGY

Abstract – Collection and storing of meteorological data is crucial to understanding weather patterns and predicting weather and climate, benefiting areas such as agriculture and disaster prevention. In Espírito Santo, initiatives that began in the 1920s culminated in the installation of conventional meteorological stations and, from 2005 onwards, in the implementation of automatic equipment, significantly improving data collection. The Espírito Santo Data Acquisition and Processing System (SATDES) project, developed in partnership with several institutions, centralizes raw data from conventional, automatic and fluviometric meteorological stations, providing meteorological and climate information in real time. Quality control tests ensure data accuracy, while SATDES continues to evolve to offer a variety of products. These initiatives reflect SATDES' commitment to providing accurate and accessible information, highlighting it as a reliable source for decision-making in the state of Espírito Santo.

Keywords: data collection and storage; quality control; real-time information.

¹ Meteorologista, M.Sc. Eng. Ambiental – Poluição do Ar, Pesquisador do Incaper, pedro.pantoja@incaper.es.gov.br

² Geólogo, Graduando em Sistemas de Informação, Bolsista da Fapes

³ Gestor de Tecnologia da Informação, Especialista em Ciência de Dados, Big Data Analytics e BI aos Negócios, Pesquisador do Núcleo de Análise Ambiental – NAA

⁴ Técnico em Informática para Internet, Graduando em Sistemas de Informação, Bolsista da Fapes

⁵ Técnico em Informática para Internet, Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsista da Fapes

⁶ Analista de Sistemas, M.Sc. Informática – Inteligência Computacional, Analista do Executivo

⁷ Nutricionista, Graduando em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Bolsista da Fapes

⁸ Meteorologista, Especialista em Gestão de Recursos Hídricos, Pesquisador do Incaper



INTRODUÇÃO

A coleta e o armazenamento de dados meteorológicos desempenham um papel crucial na compreensão dos padrões do tempo e do clima em uma determinada localidade ou região (Ayoade, 1998). Além disso, esses dados são fundamentais para prever o tempo e o clima futuro, a partir da utilização de modelos computacionais baseados em equações físico-matemáticas que descrevem os principais movimentos da atmosfera.

Esse tipo de conhecimento não só possibilita um planejamento mais eficiente do dia a dia dos cidadãos, mas também é indispensável para o desenvolvimento de atividades econômicas, como agricultura, indústria, logística e transporte, bem como para a proteção da vida e do meio ambiente. Além disso, o armazenamento contínuo desses registros meteorológicos é de suma importância para a comunidade científica, permitindo a realização de estudos e pesquisas que visam compreender melhor o comportamento e a evolução da atmosfera a longo prazo, em relação aos demais componentes do sistema terrestre.

No Espírito Santo, os primeiros esforços para a coleta de dados meteorológicos iniciaram na década de 1920, quando foram instaladas pela Diretoria de Meteorologia do Ministério da Agricultura as primeiras três estações meteorológicas convencionais no estado. A primeira foi em Vitória, em 1923; a segunda, em Cachoeiro de Itapemirim, em 1925; e a terceira, em Conceição da Barra, em 1931 (Brasil, 1969).

A partir dos anos 1950, a Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag) ampliou a rede de monitoramento meteorológico com a instalação de unidade meteorológica na Estação Experimental de Mendes da Fonseca, em Domingos Martins. Nos anos 1970, com a criação da Empresa Capixaba de Pesquisa Agropecuária (Emcapa) em 1973, a responsabilidade pelas ações de monitoramento meteorológico foi transferida para essa instituição, fortalecendo ainda a estrutura de coleta e análise de dados no Espírito Santo.

Até os anos 1990, o Espírito Santo tinha uma rede de observação de 35 estações meteorológicas, financiadas

pelo Estado ou em parceria com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet). Essas estações realizavam leituras convencionais, com observadores registrando os dados em formulários padronizados, que eram codificados e transmitidos ao Inmet e armazenados na sede da Emcapa, em Vitória.

Esses dados subsidiaram a elaboração da Carta Agroclimática do Espírito Santo em 1986 e do Mapa das Unidades Naturais do Estado em 1999 (Feitoza, 1986). Além disso, contribuíram para a pesquisa científica e a geração de dados e informações relevantes divulgadas em boletins de pesquisa e nos meios de comunicação.

Nesse mesmo período, muitas estações meteorológicas foram fechadas por falta de manutenção e/ou devido a restrições orçamentárias. As informações coletadas ficavam armazenadas em uma base de dados da Emcapa, mas o acesso ficou limitado a um pequeno grupo de pesquisadores devido à falta de um sistema informatizado capaz de processar e disponibilizar as informações para o público. Isso prejudicou a capacidade de atendimento à crescente demanda por dados meteorológicos e climáticos para os diversos usuários, como profissionais da Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater), empresas de planejamento, instituições de ensino, Defesa Civil, instituições financeiras e órgãos governamentais.

Diante do desafio de enfrentar a carência de dados decorrente do fechamento das estações meteorológicas convencionais no estado, houve uma urgência em melhorar a cobertura de informações e suprir a falta de pessoal. A implementação de estações meteorológicas automáticas, capazes de realizar medições fora dos horários padrões estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial, representou um dos principais avanços tecnológicos recentes no Espírito Santo. Essa medida teve como objetivo aprimorar significativamente a previsão do tempo e os estudos climáticos na região.

Em 2005, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – Incaper (que surgiu após a reestruturação das entidades vinculadas à Seag), em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, estabeleceu o Núcleo Capixaba de Meteorologia, através do projeto Sistema de Informações Agrometeorológicas

do Estado do Espírito Santo (Siag). Esse projeto possibilitou a aquisição e instalação de seis estações meteorológicas automáticas em alguns municípios capixabas, iniciando suas operações em 2010. A partir de 2006, o Inmet, em sua estratégia de ampliação e automatização de sua rede de observações pelo Brasil, instalou a primeira estação meteorológica na capital Vitória e em mais cinco municípios espalhados pelo interior do estado. Nos últimos anos, outros pontos de observações vêm sendo automatizados pelo órgão no estado.

A implementação de estações meteorológicas automáticas trouxe diversos benefícios, incluindo a coleta autônoma e regular de dados, o que melhora a precisão da previsão do tempo e dos estudos climáticos. Essas estações representam um avanço tecnológico crucial no monitoramento do tempo e na compreensão do clima, beneficiando profissionais de áreas como agricultura, planejamento urbano, gestão de recursos hídricos e prevenção de desastres naturais. Além disso, a introdução de ferramentas computacionais nas etapas de aquisição, tratamento, armazenamento e divulgação dos dados reduz consideravelmente o tempo de análise da qualidade das informações, tornando mais ágil a disponibilização para o usuário final e otimizando o processo de tomada de decisão.

TRANSIÇÃO TECNOLÓGICA

Diante do aumento de equipamentos automáticos instalados em campo, tornou-se essencial implementar um sistema capaz de centralizar e armazenar todos os dados brutos gerados pelas estações meteorológicas, fluviômetros e pluviômetros automáticos instalados no estado.

O Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados Meteorológicos do Espírito Santo (SATDES) foi concebido diante desse cenário. Projetado para realizar a integração dos dados provenientes das instituições públicas das esferas municipal, estadual e federal instaladas no Espírito Santo, o sistema oferece um banco de dados robusto e escalável. Sua funcionalidade inclui o armazenamento e a geração de informações meteorológicas, agrometeorológicas e de projeções

climáticas para o Espírito Santo. Tudo isso é realizado com base em rotinas automatizadas para gerar e disponibilizar essas informações de forma mais eficiente e em tempo real, priorizando o padrão de qualidade dos dados por meio de um sistema de controle de qualidade.

O projeto está sendo executado pelo Incaper e desenvolvido em parceria com o Núcleo de Análise Ambiental (NAA) do Centro de Pesquisa, Inovação e Desenvolvimento do Espírito Santo (CPID), a Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil (Cepdec), a Agência Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo (Agerh), a Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), o Instituto Federal do Espírito Santo – campus Santa Teresa (Ifes/Santa Teresa), o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Esse projeto de pesquisa e extensão é financiado pela Secretaria de Estado da Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca (Seag) no âmbito do Edital DI 004/2022 – Seag/Fapes – Banco de Projetos – Fase III.

Atualmente, o SATDES recebe os dados brutos por meio de FTP (File Transfer Protocol) ou API (Application Programming Interface) de 48 estações meteorológicas automáticas (Inmet, Incaper e Cepdec) e de 44 fluviômetros automáticos (ANA), estrategicamente distribuídos em todo o território capixaba. Esses equipamentos registram e transmitem informações cruciais, incluindo chuva, temperatura do ar e do ponto de orvalho, velocidade e direção do vento, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, radiação solar e líquida, evapotranspiração, além de temperatura e umidade do solo a 20 cm de profundidade. Esses dados são registrados em intervalos que variam de 15 minutos a uma hora.

FERRAMENTAS E TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

Banco de Dados PostgreSQL, arquitetura modelada para grandes volumes de informações

O SATDES foi concebido com uma estrutura de banco de dados PostgreSQL modelada para lidar eficientemente com grandes volumes de dados, antecipando a gestão de milhões de registros. A integração da extensão



TimescaleDB amplia ainda mais suas capacidades, especialmente em análises de dados em tempo real e suas ferramentas destinadas à análise de séries temporais e particionamento automático das tabelas.

A escolha dessas tecnologias não se baseou apenas em sua robustez, mas também em seu compromisso com o código aberto, proporcionando flexibilidade e transparência à comunidade de desenvolvimento. O PostgreSQL e o TimescaleDB oferecem uma base sólida e confiável para o armazenamento e processamento de dados em larga escala, sem a necessidade de custos de licenciamento.

No que se refere ao *back-end* de APIs, optou-se por construir com o PHP (Hypertext Preprocessor) Laravel, um *framework* reconhecido por sua elegância, eficiência e robustez. Esse *framework* simplifica o desenvolvimento de aplicativos web, oferecendo uma sintaxe expressiva e intuitiva, além de uma ampla gama de recursos prontos para uso, como autenticação, gerenciamento de sessões e ORM (Object-Relational Mapping).

Ao escolher esse *framework*, assegura-se um desenvolvimento ágil e protegido, aproveitando as melhores práticas da indústria para proporcionar uma experiência de usuário excepcional. A combinação do PostgreSQL, TimescaleDB e Laravel forma uma base sólida e confiável para o SATDES, permitindo-nos entregar uma solução de alta qualidade que atenda às demandas do presente e do futuro.

Dkron, servidor especializado em tarefas agendadas, e SFTP, o primeiro serviço de backup de dados

No desenvolvimento do projeto, implementamos *jobs* (tarefas agendadas) utilizando a linguagem Python, hospedados em um servidor Dkron. Essa ferramenta foi desenvolvida para facilitar a automação e a orquestração de agendamentos distribuídos de maneira eficiente. Esses *scripts* desempenham um papel crucial na extração, pré-limpeza e padronização dos dados, seguindo o formato estabelecido no início do projeto. Os dados são salvos em arquivos JSON e armazenados em um servidor SFTP para posterior processamento. Outros *scripts*, por sua vez, percorrem esse servidor SFTP, processam os

arquivos JSON e inserem os dados no banco de dados. Optou-se por utilizar Python, nesta fase inicial, devido à sua versatilidade e habilidade em lidar com uma ampla gama de dados, garantindo eficiência no processamento e manipulação dessas informações.

Python para análise de dados e cálculos

A geração dos produtos ocorre por meio de linguagem de programação Python, com o suporte das bibliotecas Pandas e Pyeto para efetuar cálculos relacionados à estimativa da evapotranspiração potencial e ao extrato do balanço hídrico. Esses cálculos dependem diretamente de variáveis meteorológicas, como temperatura, umidade relativa do ar, precipitação e latitude, as quais são essenciais para compreender o comportamento climático em uma determinada região e seu impacto na agricultura.

Após a geração dos produtos, a integração desses dados com a interface do usuário é realizada por meio de rotas computacionais. Essa integração utiliza Flask, um *framework web* em Python conhecido por sua simplicidade e eficiência, proporcionando um ambiente robusto para criar aplicativos web. O Flask oferece rotas que facilitam o acesso aos dados gerados, integrando-os de maneira fluida com a interface *web*.

Em seguida, a linguagem Javascript foi empregada, fazendo uso das APIs Plotly.js e Echart.js. Essas APIs são utilizadas para criar gráficos responsivos e dinâmicos, como histogramas, rosa dos ventos e gráficos de linha. Essa abordagem permite uma visualização mais intuitiva e interativa dos dados gerados pelo sistema.

Por fim, essa combinação de linguagens de programação permitiu uma comunicação fluida entre o *back-end*, onde os cálculos são realizados e os dados são processados, e o *front-end*, onde os usuários interagem com os gráficos e visualizações gerados.

Angular: interface moderna, lúdica e escalável

O Angular agora é a base da interface do usuário (UI) do SATDES, proporcionando uma experiência intuitiva, responsiva e visualmente agradável. A interface foi

projetada para ser lúdica e acessível, atendendo tanto aos usuários mais técnicos, como pesquisadores e extensionistas, quanto ao público geral.

Por meio de componentes interativos e visualizações personalizáveis, o sistema combina funcionalidade e design, tornando a interação mais envolvente para todos os perfis de usuários. Essa abordagem contribui para que a navegação seja clara e eficiente, sem perder de vista a complexidade das informações apresentadas.

A escolha pelo Angular reflete um compromisso com previsibilidade e escalabilidade, permitindo que a equipe desenvolva novas funcionalidades de forma robusta e otimize continuamente a experiência do usuário. Além disso, sua capacidade de lidar com grandes volumes de dados assegura desempenho fluido e consistente, elementos fundamentais para o SATDES.

Com essa solução tecnológica moderna e confiável, o SATDES se adapta às demandas em constante evolução, promovendo uma experiência mais agradável e funcional para todos os usuários.

MinIO, armazenamento seguro e eficiente, Big Data sem limites

O MinIO desempenha um papel fundamental de solução de armazenamento para gerenciar o considerável volume de dados gerados. Essa ferramenta de código aberto oferece escalabilidade horizontal, possibilitando uma expansão fácil da capacidade de armazenamento conforme as demandas do sistema aumentam.

Ao implementar protocolos de segurança robustos, como criptografia de dados e autenticação multifator, o MinIO assegura a proteção de informações confidenciais contra acessos não autorizados. Além disso, a plataforma garante alta disponibilidade e replicação de dados, proporcionando acessibilidade contínua mesmo em situação de falhas.

O MinIO se destaca como uma solução de armazenamento econômica, especialmente quando comparado a serviços de nuvem tradicionais. Essa característica é crucial para o SATDES, que busca soluções viáveis e sustentáveis a longo prazo.

O SATDES pode ser considerado um ecossistema completo de soluções, integrando de forma harmoniosa

diversas ferramentas de terceiros, como APIs de previsão do tempo, plataformas de análise de dados e sistemas de gestão de dados. Essa integração permite a formação de um ecossistema abrangente de soluções, capaz de atender às necessidades específicas de diversos públicos.

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE DOS DADOS PARA O LONGO PRAZO

Foram conduzidos testes e estimativas considerando a frequência e o tamanho dos arquivos enviados pelas estações meteorológicas, fluviômetros e pluviômetros automáticos. O objetivo foi dimensionar e estruturar o banco de dados do projeto para longo prazo. Cada instituição parceira envia seus arquivos em formatos, tamanho e frequências de tempo distintos. Assim, os testes e estimativas foram adaptados para cada uma delas.

Os resultados apontaram que o volume de dados é relativamente leve em termos de armazenamento. Diante desse cenário, com o planejamento adequado e a utilização de tecnologias eficientes, o SATDES está capacitado para gerenciar o fluxo de informações e o crescimento dos dados ao longo do tempo. Isso possibilita a execução de monitoramentos precisos e contínuos das condições meteorológicas e climáticas no Espírito Santo.

Com o objetivo de garantir a confecção de produtos e informações de alta qualidade no SATDES, os dados brutos provenientes das estações meteorológicas e pluviômetros passam por rigorosos testes de qualidade no servidor SFTP (Secure File Transfer Protocol) do sistema. Essa fase, marcada por análise inicial objetiva, visa identificar os dados problemáticos enviados pelos equipamentos em campo.

O processo é composto por três testes distintos: teste de range, responsável por verificar os limites climatológicos máximos e mínimos; o teste de step, que avalia a diferença máxima entre valores consecutivos; e o teste persistência, que verifica a continuidade de um mesmo valor em uma série temporal (Shafer; Hughes, 1996; Dias, 1997; Pittigliane, 2000).

Após os dados brutos serem submetidos aos testes no servidor, são designados com um marcador (*flag*)



que indica a sua qualidade e destino. As *flags* do sistema compreendem: a) dado aprovado, b) dado suspeito, c) dado reprovado e d) falta de registro de dados. Os dados aprovados seguem diretamente para o banco de dados, ficando disponíveis para a produção das informações a serem exibidas no site. Já os dados suspeitos ficam aguardando a validação da equipe responsável e os reprovados não serão utilizados na análise e geração das informações.

Os resultados iniciais dos testes do modelo de Controle de Qualidade dos Dados foram considerados satisfatórios. A sistemática de marcação dos dados por *flag* permite a rápida identificação de sua qualidade, destacando claramente entre os dados íntegros e aqueles com problemas. Assim, essa análise torna-se crucial para que o sistema alcance seu propósito de fornecer informações de qualidade e confiabilidade.

APRESENTAÇÃO DA PLATAFORMA E DOS PRODUTOS DESENVOLVIDOS

A tela inicial do sistema foi projetada para proporcionar uma visualização rápida e eficaz da distribuição espacial das fontes de dados, destacando de maneira nítida a instituição responsável por cada equipamento (Figura 1). No menu lateral, encontra-se uma lista abrangente de produtos, que inclui o Boletim Agrometeorológico, Monitoramento Hidrometeorológico, Projeções Climáticas e Imprensa. Além disso, o menu oferece a opção de filtro, juntamente com a inclusão da logo de cada parceiro, fornecendo links diretos para as páginas das instituições colaboradoras do projeto na internet.

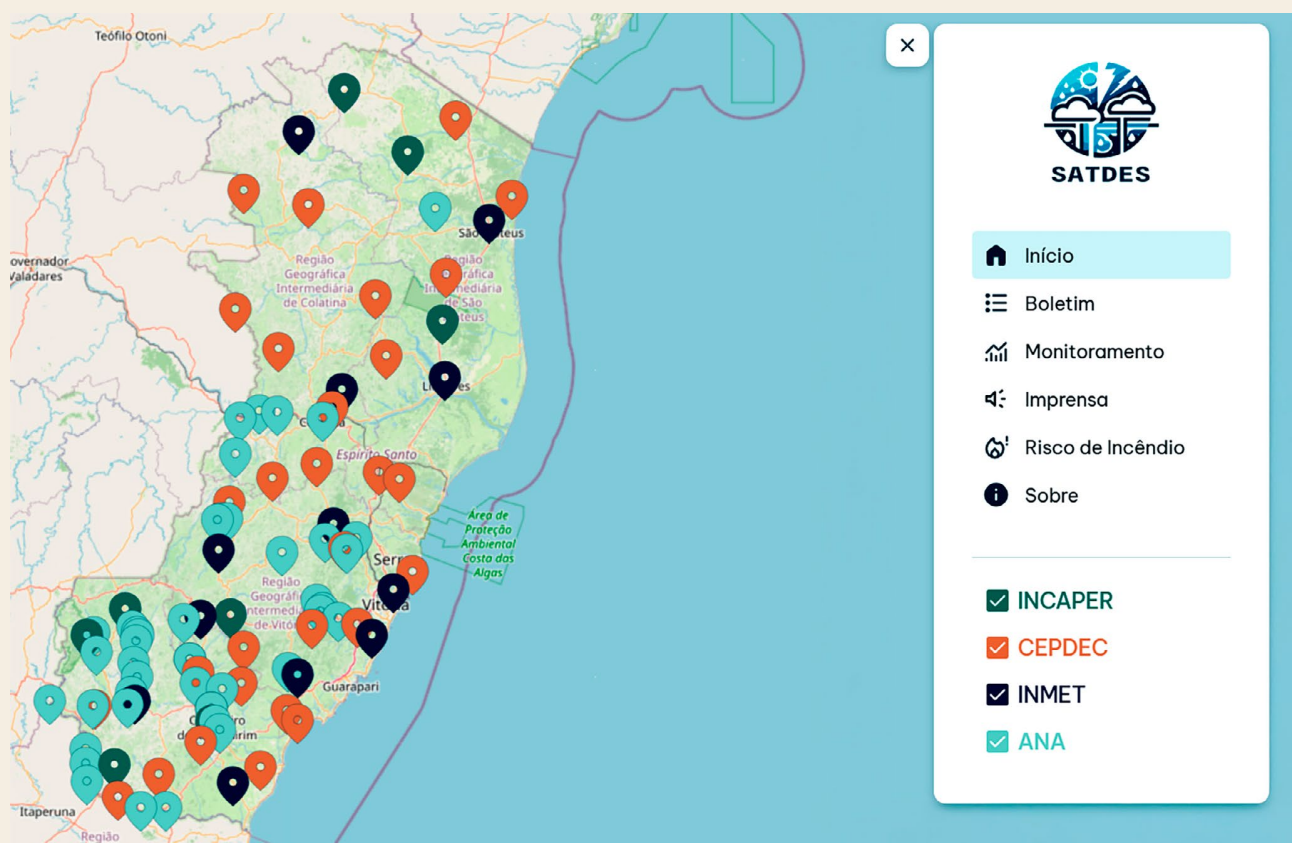


Figura 1 – Tela principal do sistema SATDES para navegação do usuário.

Fonte: SATDES (2024).



Dentro da ampla gama de produtos agrometeorológicos disponíveis na plataforma, destacam-se a estimativa diária da evapotranspiração potencial e o balanço hídrico mensal (Figura 2). Esses dados são atualizados, respectivamente, de forma diária e mensal. Na seção dedicada ao Boletim Agrometeorológico, são disponibilizadas atualizações diárias dos gráficos de temperatura do ar (média, máxima

e mínima), o gráfico da umidade relativa do ar, a rosa do vento (velocidade e direção do vento) e a precipitação pluviométrica (acumulado diário). Além dos gráficos interativos, todos os dados diários são apresentados de forma tabular, fornecendo um resumo das variáveis ao longo do período para cada ponto de localização das estações meteorológicas automáticas.

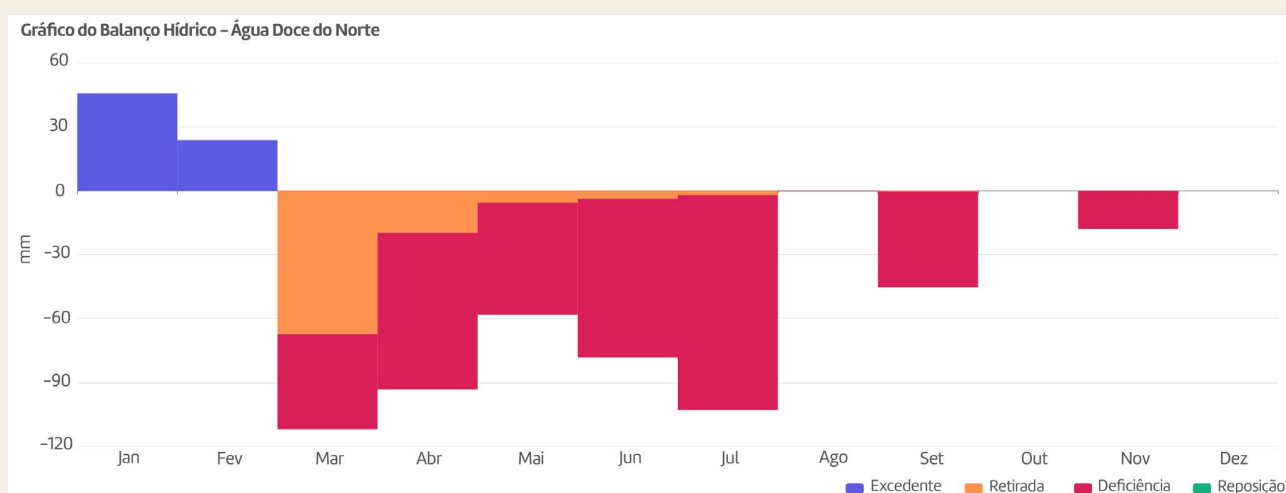


Figura 2 – Gráfico do extrato do balanço hídrico ao longo do ano de 2024 para o município de Água Doce do Norte-ES.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Os produtos relacionados ao Monitoramento Hidrometeorológico destacam-se por fornecer informações atualizadas em intervalos de tempo que variam de minutos a algumas horas (até 96 horas). Essas ferramentas são desenvolvidas para atender às necessidades dos profissionais envolvidos no monitoramento das principais variáveis meteorológicas do estado, incluindo precipitação pluviométrica, temperaturas máximas e mínimas, e rajadas de vento. A apresentação desses dados é realizada por meio de gráficos interativos ou tabelas, proporcionando uma visualização dinâmica e acessível para a análise.

Os gráficos e mapas das projeções climáticas para o Espírito Santo disponibilizadas no SATDES foram elaborados a partir do modelo climático regionalizado Eta-HadGEM-ES (Chou *et al.*, 2014) com resolução espacial de 5 km, resultante do *downscaling* dinâmico do modelo global HadGEM-ES, desenvolvido pelo Hadley

Center (Collins *et al.*, 2011). As simulações abrangem o período histórico de 1975 a 2005, enquanto as projeções para o clima futuro abarcam o intervalo de 2024 a 2099. Essas projeções foram realizadas considerando dois cenários de Representative Concentration Pathway (RCP 4.5 e RCP 8.5) (Jarraud; Steiner, 2012; Meinshausen *et al.*, 2011).

E por fim, o SATDES fornecerá resumos direcionados especialmente para atender às demandas da imprensa. Diariamente, os centros de previsão do tempo recebem solicitações, sobretudo, acerca das principais variáveis meteorológicas, como chuva e temperatura. Nos dias em que eventos meteorológicos marcantes ocorrerem, o SATDES estará pronto para realçar, por exemplo, a máxima quantidade de chuva registrada em determinado período ou as temperaturas máxima e mínima mais significativas em um intervalo de tempo específico. Essa abordagem visa fornecer à imprensa informações concisas sobre as

condições meteorológicas excepcionais, agilizando assim a disponibilização da informação.

Esses resumos serão elaborados de maneira clara e acessível, facilitando a compreensão das informações meteorológicas essenciais tanto para a imprensa quanto para a população em geral. Ao comparar dados ao longo do tempo, será possível fornecer percepções sobre as tendências climáticas, como variações na quantidade de chuva em relação ao ano anterior ou alterações nas temperaturas sazonais. Essa abordagem visa atender às demandas específicas da imprensa, que busca informações precisas e relevantes para informar o público de maneira eficaz.

A plataforma está disponível na internet, permitindo que qualquer usuário acesse e acompanhe os dados brutos das estações meteorológicas instaladas no território capixaba, bem como os produtos meteorológicos, agrometeorológicos e de projeções climáticas desenvolvidos. Os interessados podem acessar todas as informações por meio do seguinte link: <https://satdes.incaper.es.gov.br>.

O PRÓXIMO PASSO

O SATDES continuará evoluindo para oferecer uma gama mais abrangente de produtos e serviços. Entre as novidades, destacam-se os produtos agrometeorológicos, como o acúmulo graus-dias para cada estação meteorológica e o desenvolvimento do alerta fitossanitário para algumas culturas do Espírito Santo. Além disso, a página do SATDES poderá ser enriquecida com informações meteorológicas e agrometeorológicas apresentadas em forma de mapas, integrando dados observados nas estações meteorológicas aos resultados de modelos preditivos.

Para garantir a excelência dos dados, está em estudo a implementação do teste espacial baseado na análise objetiva de Barnes (Pittigliani, 2000), técnica utilizada para interpolar e suavizar dados espaciais dispersos. Esse teste aprimorará o controle de qualidade dos dados brutos, proporcionando uma análise espacial mais robusta e precisa para dados coletados simultaneamente em diferentes pontos.

Essas iniciativas refletem o comprometimento do SATDES em oferecer informações meteorológicas, agrometeorológicas e de projeções climáticas cada vez mais precisas e acessíveis, atendendo às demandas de diversos públicos, desde a agricultura até os órgãos governamentais e a imprensa. A constante busca por inovação e aprimoramento coloca o SATDES na vanguarda do fornecimento de dados confiáveis para a tomada de decisões no âmbito meteorológico no Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 5. ed., Rio de Janeiro: Bertrand, 1998.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Normais Climatológicas**. Rio de Janeiro, Escritório de Meteorologia, 1969. v. 3, 99 p.
- CHOU, S. C. et al. Evaluation of the Eta Simulations Nested in Three Global Climate Models. **American Journal of Climate Change**, v. 3, n. 5, p. 438–454, 2014.
- COLLINS, W. J. et al. Development and evaluation of an Earth-System model – HadGEM2. **Geoscientific Model Development**, v. 4, n. 4, p. 1051–1075, 2011.
- DIAS, N. L., MARCELLINI, S. S. **Implementação do sistema de controle de qualidade objetivo para os dados hidrometeorológicos do Estado do Paraná**: descrição e teste preliminares, Copel/UFPR, 1997.
- FEITOZA, L. R. **Carta agroclimática do Espírito Santo**. Vitória, ES: Emcapa, 1986.
- JARRAUD, M.; STEINER, A. Summary for policymakers. **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, v. 9781107025066, p. 3–22, 2012.
- MEINSHAUSEN, M. et al. The RCP greenhouse gas concentrations and their extensions from 1765 to 2300. **Climatic Change**, v. 109, n. 1, p. 213–241, 2011.
- PITTIGLIANI, M. Controle de Qualidade de Dados Hidrometeorológicos do Simepar. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: CBMET, 2000.
- SATDES. **Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados Agrometeorológicos do Espírito Santo**. Disponível em: <https://www.satdes.incaper.es.gov.br>. Acesso em: 16 maio 2024.
- SHAFFER, M. A.; HUGHES, T. W. Automated Quality Assurance of Data from Oklahoma Mesonet. **American Meteorological Society**, Boston, Mass., 1996.
- VIANELLO, R. L. **A Estação Meteorológica e seu Observador**: uma parceria secular de bons serviços prestados à humanidade. Instituto Nacional de Meteorologia, 2011.

