XVIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
XVIII ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA ELABORAÇÃO AUTOMATIZADA DE ESTUDOS HIDROLÓGICOS

Pedro Almeida[1]; Horisman Mattos[2]

RESUMO – Os estudos hidrológicos constituem etapa fundamental para o planejamento e dimensionamento de obras de infraestrutura hídrica e de transportes, exigindo a análise de extensas séries históricas de dados pluviométricos e fluviométricos. Tradicionalmente, esses estudos são desenvolvidos mediante coleta manual de informações em bases oficiais, processamento em planilhas eletrônicas e posterior elaboração de relatórios técnicos. Este trabalho apresenta o HidroApp, uma plataforma computacional para automatização de estudos hidrológicos a partir de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Desenvolvida em Python com interface gráfica em PyQt6, a plataforma integra rotinas de coleta automatizada de dados, armazenamento em nuvem, processamento hidrológico completo e geração de relatórios técnicos. O sistema implementa metodologias consagradas pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT, incluindo análise de Gumbel, método de Hazen e curvas IDF com desagregação temporal por isozonas. Um módulo recomendador seleciona automaticamente os postos mais adequados para cada estudo com base em critérios multicritério. Os resultados demonstram redução significativa no tempo de processamento, maior padronização metodológica e aumento da confiabilidade das análises.

ABSTRACT – Hydrological studies are essential for the planning and design of water resources and transportation infrastructure projects, requiring the analysis of extensive historical datasets. Traditionally, these studies involve manual data collection, spreadsheet processing, and technical report preparation. This paper presents HidroApp, a software platform for automated hydrological analysis using data from Brazil's National Water Agency (ANA). Built in Python with a PyQt6 graphical interface, it integrates automated data acquisition, cloud storage, hydrological processing, and report generation. The platform implements methods from the DNIT Basic Hydrology Manual, including Gumbel frequency analysis, the Hazen method, and IDF curves with temporal disaggregation using isozone coefficients. A recommendation module automatically ranks rainfall stations by data quality using multiple criteria. Results show significant reductions in processing time, enhanced methodological standardization, and improved analytical reliability.

Palavras-chave: Hidrologia; Automação; Análise.

[1]) Estratégica Engenharia; Rua Dr. Luiz Correia de Oliveira, 632, Recife – PE; (11) 3266-2769, pedro.almeida@estrategica.eng.br
[2]) Estratégica Engenharia; Rua Dr. Luiz Correia de Oliveira, 632, Recife – PE; (11) 3266-2769, horisman.mattos@estrategica.eng.br

1 – INTRODUÇÃO

Os estudos hidrológicos desempenham papel estratégico na concepção, dimensionamento e avaliação de obras hidráulicas e de infraestrutura de transportes. A determinação de parâmetros como precipitações máximas, vazões de projeto e períodos de retorno depende da análise consistente de séries históricas provenientes de estações pluviométricas e fluviométricas, cuja qualidade e extensão temporal são determinantes para a confiabilidade dos resultados.

No Brasil, a principal fonte oficial dessas informações é a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que mantém extensa rede de monitoramento hidrometeorológico distribuída em todo o território nacional por meio do sistema HidroWeb. Apesar da ampla disponibilidade dos dados, o processo convencional de obtenção, organização e tratamento dessas informações ainda demanda significativo esforço operacional, frequentemente executado por meio de planilhas eletrônicas e procedimentos manuais sujeitos a erros e inconsistências.

A crescente necessidade de agilidade, rastreabilidade e padronização metodológica motivou o desenvolvimento de ferramentas computacionais capazes de automatizar as etapas tradicionalmente realizadas por especialistas. Nesse contexto, este trabalho apresenta o HidroApp, uma plataforma computacional destinada à elaboração automatizada de estudos hidrológicos utilizando dados pluviométricos e fluviométricos da ANA, com aderência às metodologias preconizadas pelo Manual de Hidrologia Básica do DNIT (BRASIL, 2005). O objetivo principal consiste em reduzir o tempo de execução dos estudos, aumentar a confiabilidade dos resultados e disponibilizar ferramentas de apoio à tomada de decisão, especialmente na seleção automática dos postos hidrometeorológicos mais adequados para cada projeto.

2 – METODOLOGIA

2.1 Arquitetura do Sistema

O HidroApp foi desenvolvido em linguagem Python, escolhida pela ampla disponibilidade de bibliotecas científicas e capacidade de integração entre componentes heterogêneos. A interface gráfica foi implementada com PyQt6, framework multiplataforma que permite distribuição como executável nativo no Windows. A aplicação é empacotada com PyInstaller e distribuída como uma pasta autocontida, requisito imposto pelo uso do módulo Qt WebEngine para renderização de conteúdo dinâmico.

A Figura 1 apresenta a arquitetura completa do sistema, organizada em cinco camadas funcionais: fonte de dados, armazenamento, aplicação, processamento e saída. O banco de dados é hospedado no Microsoft Azure SQL Server, com acesso via pyodbc, garantindo disponibilidade centralizada e controle de versão dos dados para toda a equipe técnica.

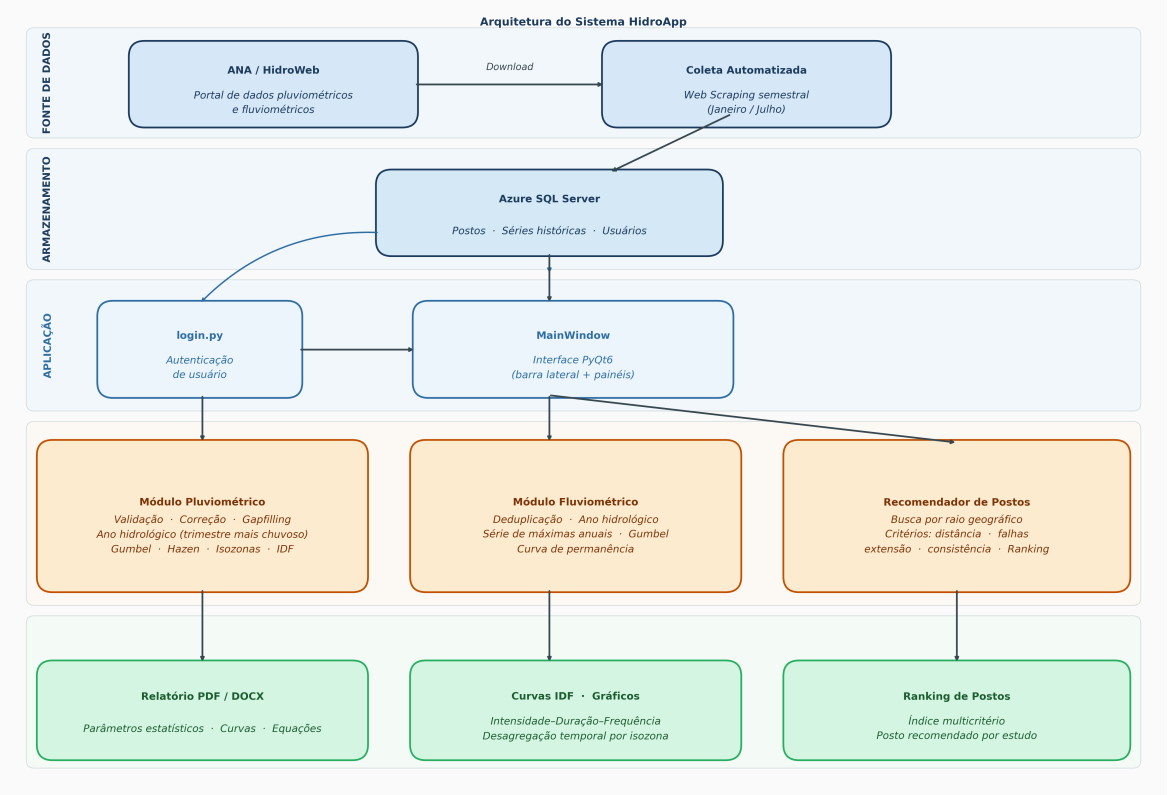


Figura 1 – Arquitetura do Sistema HidroApp.

2.2 Aquisição e Armazenamento de Dados

Uma rotina automatizada de coleta realiza o download semestral dos dados disponibilizados pela ANA, acompanhando as atualizações oficiais das bases hidrológicas nos meses de janeiro e julho. As informações coletadas incluem dados pluviométricos e fluviométricos diários, metadados dos postos, coordenadas geográficas e indicadores de consistência das séries (NivelConsistencia: 1 = bruto, 2 = revisado). Registros duplicados para uma mesma data são tratados priorizando o nível de consistência 2 (dados revisados), conforme recomendação da ANA. Após a coleta, os dados são armazenados em banco Azure SQL Server, garantindo acesso rápido, escalabilidade e integridade referencial.

2.3 Pipeline de Processamento Pluviométrico

O processamento pluviométrico é executado em estágios sequenciais, garantindo rastreabilidade e controle de qualidade em cada etapa. O fluxo implementado compreende:

- Validação do esquema de dados: verificação das colunas obrigatórias da ANA e extensão mínima de 20 anos de série;
- Correção de falhas: normalização de separadores decimais e correção da coluna Maxima com base nos valores diários;

- Preenchimento de vazios: reconstituição dos campos Maxima, Total e NumDiasDeChuva a partir das colunas diárias (Chuva01 a Chuva31);
- Agregação mensal e determinação automática do ano hidrológico (ver Seção 2.5);
- Construção da série anual de máximas e análise de frequência pelos métodos de Gumbel e Hazen (ver Seção 2.4);
- Consulta espacial de isozona: identificação da zona (A–H) por interseção com GeoPackage de isozonas brasileiras;
- Desagregação temporal: transformação da chuva de 1 dia em durações de 24h, 1h e 6min por coeficientes de isozona;
- Geração de curvas IDF e equações de intensidade-duração-frequência contínuas.

2.4 Métodos Estatísticos de Análise de Frequência

O sistema implementa dois métodos estatísticos complementares para análise de frequência de máximas anuais, ambos referenciados no Manual de Hidrologia Básica do DNIT (BRASIL, 2005).

O método de Gumbel utiliza a distribuição de valores extremos do Tipo I. Os parâmetros de redução yn e σn são obtidos por tabelas em função do tamanho da série, e as precipitações de projeto são calculadas para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

O método de Hazen utiliza uma distribuição log-normal modificada com correção explícita da assimetria da série. O coeficiente de assimetria corrigido é calculado como:

$$CS = CA \times (1 + 8{,}5/n) \quad (1)$$

Compensando a subestimação sistemática em séries curtas. O coeficiente K é obtido por interpolação bilinear na tabela do manual (log-linear no eixo de TR), e a chuva de projeto é calculada por:

$$Q(TR) = \bar{Q} + \sigma \times K \quad (2)$$

2.5 Determinação Automática do Ano Hidrológico

O início do ano hidrológico é determinado automaticamente pelo critério do trimestre mais chuvoso menos um mês. O algoritmo calcula a soma circular de precipitação para cada janela de três meses consecutivos, considerando a continuidade dezembro–janeiro:

$$S(i) = P(i) + P(i+1) + P(i+2) \quad (3)$$

Para i = 1…12 (índices mod 12). O trimestre de maior soma é identificado por i* = argmax[S(i)] e o início do ano hidrológico é definido como início = (i* − 1) mod 12. O critério é circular por construção, livre de parâmetros ajustáveis e fundamentado na prática descrita em Bezerra et al. (2013) para bacias do Nordeste brasileiro. O HidroApp permite ao usuário ajustar manualmente o mês calculado antes de prosseguir.

2.6 Interface Gráfica e Exportação de Relatórios

A interface foi desenvolvida em PyQt6 com barra lateral animada contendo os módulos pluviométrico, fluviométrico e recomendador de postos. Cada módulo apresenta painéis organizados por etapa de análise, com visualização tabular e gráfica dos resultados intermediários e finais. Os relatórios técnicos completos são exportados automaticamente no formato DOCX, contendo tabelas de parâmetros estatísticos, curvas IDF, séries históricas e equações de projeto.

2.7 Módulo Recomendador de Postos Pluviométricos

O Recomendador de Postos é um módulo de avaliação multicritério que automatiza a seleção do posto pluviométrico mais adequado para um empreendimento. O usuário informa as coordenadas do local e um raio de busca em quilômetros; o sistema então identifica todos os postos existentes na região e calcula um índice de qualidade hidrológica ponderando: distância ao ponto de estudo; percentual de falhas na série histórica; extensão temporal da série; quantidade de observações válidas; e grau de consistência dos registros. Os postos são classificados automaticamente pelo índice composto e apresentados em tabela com indicação do posto recomendado.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

A plataforma HidroApp foi aplicada em estudos hidrológicos de obras de drenagem desenvolvidos pela Estratégica Engenharia, permitindo avaliar seu desempenho operacional em condições reais de projeto.

O pipeline pluviométrico completo — desde o carregamento da planilha ANA até a geração das curvas IDF — é executado em menos de 30 segundos para séries históricas típicas de 30 a 50 anos. Esse tempo contrasta com o processo manual convencional, que demanda entre 4 e 8 horas de trabalho técnico para a mesma análise, incluindo a triagem de falhas, as análises estatísticas e a elaboração do relatório.

A determinação automática do ano hidrológico pelo critério do trimestre mais chuvoso produziu resultados coerentes com as características sazonais das bacias analisadas. Para postos localizados no Nordeste brasileiro, o algoritmo identificou consistentemente o início do período úmido entre novembro e janeiro, em concordância com Bezerra et al. (2013).

A implementação simultânea dos métodos de Gumbel e Hazen permitiu verificar a convergência das estimativas para séries com assimetria moderada e identificar divergências relevantes em séries com elevado coeficiente de assimetria (CA > 1,5), situação em que o método de Hazen, por incorporar a correção de CS, fornece estimativas mais conservadoras e tecnicamente justificáveis para períodos de retorno longos (TR ≥ 50 anos).

Em testes com raios de busca de 30 km em regiões com alta densidade de postos, o módulo recomendador avaliou entre 8 e 22 estações simultaneamente, retornando o ranking em menos de 5 segundos. A funcionalidade reduziu a subjetividade na seleção de postos e permitiu documentar objetivamente o critério de escolha nos relatórios técnicos.

A centralização dos dados em banco Azure SQL possibilitou o acesso simultâneo por diferentes membros da equipe técnica, eliminando o problema de bases desatualizadas em máquinas locais. A exportação automática de relatórios em DOCX garantiu padronização de formato e conteúdo entre projetos distintos.

4 – CONCLUSÕES

O HidroApp demonstrou resultados expressivos na automatização dos estudos hidrológicos realizados a partir dos dados da ANA. A integração entre coleta automatizada, banco de dados em nuvem, pipeline de processamento padronizado e geração de relatórios representa uma ruptura significativa com o fluxo de trabalho manual predominante na prática da engenharia hidrológica brasileira.

A implementação de dois métodos estatísticos complementares — Gumbel e Hazen — amplia a capacidade analítica do sistema, permitindo ao projetista comparar estimativas e selecionar a abordagem mais adequada às características estatísticas da série histórica disponível.

O critério automático de determinação do ano hidrológico elimina um parâmetro arbitrário do processo e garante que os ciclos hidrológicos sejam corretamente delimitados, condição necessária para a independência estatística das séries de máximas anuais.

Como perspectiva de evolução, está prevista a integração da distribuição Log-Pearson Tipo III, análises de tendência temporal para identificação de mudanças de regime hidrológico, e distribuição no modelo SaaS, visando ampliar o acesso a escritórios de engenharia de diferentes portes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Estratégica Engenharia pelo suporte técnico e institucional para o desenvolvimento da plataforma HidroApp apresentada neste trabalho.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. HidroWeb: Sistema de Informações Hidrológicas. Brasília, DF, 2025. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb. Acesso em: maio 2026.

BEZERRA, D.S.; SILVA, A.O.; ARAÚJO, L.E.; SOUSA, F.A.S. (2013). "Caracterização do Ano Hidrológico e Mapeamento Espacial das Chuvas nos Períodos Úmido e Seco do Estado do Tocantins". Revista Brasileira de Geografia Física, v. 06, n. 01, p. 091-099.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT. Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem. 2. ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2005. (Publicação IPR-715).

PRESSMAN, R. S. (2016). Engenharia de Software: uma abordagem profissional. Porto Alegre: AMGH.

TUCCI, C. E. M. (2007). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: ABRH/UFRGS.