



Correspondência do Autor

¹ Universidade Estadual de Campinas
Serviço de Informação ao Cidadão
Campinas, SP - Brasil
william.silva92@hotmail.com

Monitoramento do sistema de distribuição de água no campus Campinas¹

William de Paulo Silva  Rafael Pereira de Sousa 
Claudinei Crivelari da Silva  Fabrício Alves de Oliveira 
Rolf Alex Burguer  Simone Pontes Stahl Hinz, Ricardo 
Antunes Barbosa  Felipe Farina 

Resumo

Introdução: A Divisão de Água e Energia (DAE), em parceria com a Diretoria de Informática, modernizou o sistema de distribuição de água potável do campus Barão Geraldo da UNICAMP, que possui consumo média mensal de 31735 m³. Utilizando tecnologias de Internet das Coisas (IoT), foi criado um sistema avançado de monitoramento e controle em tempo real do consumo e dos níveis de água nos reservatórios. **Objetivo:** O projeto visou modernizar o processo de monitoramento da distribuição de água no campus, aumentando a confiabilidade, facilitando a coleta de dados e reduzindo perdas. Alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e ao plano estratégico da universidade, a iniciativa busca otimizar a gestão dos recursos hídricos. **Metodologia:** O sistema foi implementado de forma gradual, garantindo a continuidade do abastecimento de água. Equipamentos antigos foram substituídos por novos, integrados à rede UNICAMP-IoT. Adaptações, como o desenvolvimento de um cabo específico para comunicação serial e Ethernet, foram necessárias para a integração com a rede de monitoramento. **Resultados:** A criação de um Centro de Monitoramento Operacional (CMO) permitiu acompanhar em tempo real o funcionamento dos reservatórios e enviar alertas automáticos sobre falhas. A nova tecnologia reduziu a necessidade de deslocamento técnico e aumentou a eficiência na detecção de problemas, como vazamentos, gerando economia financeira significativa. **Conclusão:** O projeto resultou em uma gestão mais eficiente da

¹ Esse o resumo deste trabalho foi publicado primeiramente no 9º Simpósio dos Profissionais da UNICAMP (Campinas, nov. 2024) sob o eixo "Administração e Gestão", sendo adaptado para a seção "Comunicação" da Revista Saberes Universitários.

distribuição de água no campus, com rápida identificação e correção de falhas, maior satisfação da comunidade e economia substancial de recursos financeiros e hídricos.

Palavras-chave

Saneamento. Automação. Internet da Coisas. Água.

Ten years of the Citizen Information Service: a critical look back

Abstract

Introduction: The Water and Energy Division (DAE), in partnership with the Information Technology Department, modernized the drinking water distribution system at UNICAMP's Barão Geraldo campus, which has an average monthly consumption of 31,735 m³. Using Internet of Things (IoT) technologies, an advanced real-time monitoring and control system for consumption and water levels in reservoirs was created. **Objective:** The project aimed to modernize the water distribution monitoring process on campus, increasing reliability, facilitating data collection and reducing losses. Aligned with the UN Sustainable Development Goals (SDGs) and the university's strategic plan, the initiative seeks to optimize the management of water resources. **Methodology:** The system was implemented gradually, without interruptions in the water supply. Old equipment was replaced by new ones, integrated into the UNICAMP-IoT network. Adaptations, such as the development of a specific cable for serial and Ethernet communication, were necessary for integration with the monitoring network. **Results:** The creation of an Operational Monitoring Center (CMO) made it possible to monitor in real time the operation of the reservoirs and send automatic alerts about failures. The new technology reduced the need for technical travel and increased efficiency in detecting problems, such as leaks, generating significant financial savings. **Conclusion:** The project resulted in more efficient management of water distribution on campus, with rapid identification and correction of faults, greater community satisfaction and substantial savings in financial and water resources.

Keywords

Sanitation. Automation. Internet of Things. Water.

CRediT

Reconhecimentos: Não aplicável.

Financiamento: Não aplicável.

Conflitos de interesse: O autor certifica que não tem interesse comercial ou associativo que represente um conflito de interesses em relação ao manuscrito.

Aprovação ética: Não aplicável.

Disponibilidade de dados e material: Não aplicável

Contribuições dos autores: Conceitualização: Curadoria de dados: Análise formal: Aquisição de financiamento: Investigação: Metodologia: Administração do projeto: Recursos: Software: Supervisão: Validação: Visualização: Escrita – rascunho original: Escrita – revisão & edição: SILVA, W. P.; SOUSA, R. P.; SILVA, C. C.; OLIVEIRA, F. A.; BURGUER, R. A.; HINZ, S. P. S.; BARBOSA, R. A. e FARINA, F.

Imagem: Acervo particular do autor.

ODS 6 – Água Potável e Saneamento



Submetido em: 30/09/2024 – Aceito em: 07/10/2024 – Publicado em: 31/03/2026

Editor: Gildenir Carolino Santos

1 INTRODUÇÃO

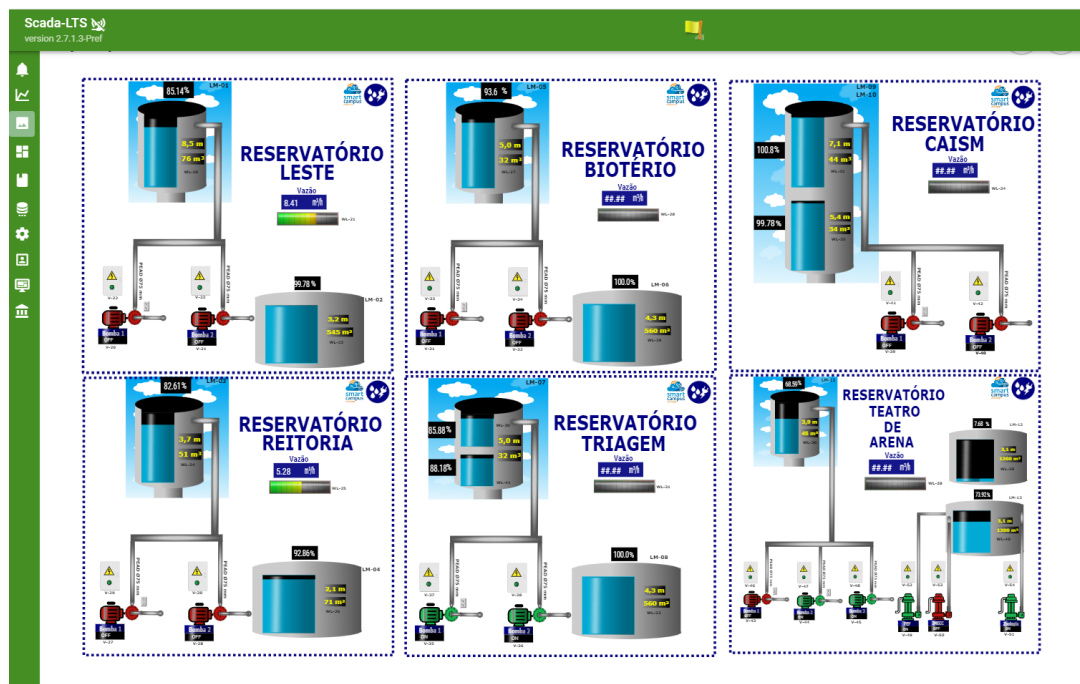
A Prefeitura Universitária, por meio da Divisão de Água e Energia (DAE), tem por missão, entre outras atribuições, prover à universidade infraestrutura de saneamento, realizando a gestão e manutenção do sistema de distribuição de água potável no campus Barão Geraldo - Campinas. Tal sistema, possui equivalência ao de uma cidade de 10.000 habitantes no que se refere ao volume de água consumido e aos efluentes gerados. Ele é composto de 8 conjuntos de reservatórios elevados e semienterrados, 40 km de redes para o abastecimento de água potável e mais 15 km de redes para o combate a incêndio. Além desses, fazem parte deste sistema mais 3 poços profundos que são responsáveis pelo abastecimento de aproximadamente 40% da água potável consumida no campus. A Diretoria de Informática, por meio do Smart Campus, desenvolve e implementa soluções de Internet das Coisas (IoT) no campus, proporcionando uma inteligência de controle mais eficiente e permitindo a tomada de decisões mais assertivas. Nos últimos dois anos, a colaboração entre DAE e Informática, resultou no desenvolvimento e na implementação de um sistema avançado de monitoramento e controle de distribuição de água potável, permitindo o acompanhamento em tempo real do nível de água e da vazão consumida em cada reservatório do campus Barão Geraldo - Campinas.

2 DESENVOLVIMENTO

Para execução deste trabalho houve uma integração entre a Divisão de Água e Energia e a Diretoria de Informática, ambas áreas da Prefeitura Universitária. Como as atividades desenvolvidas exigiam conhecimentos técnicos específicos de cada área, foi necessário um alinhamento entre elas para o entendimento das necessidades e a elaboração de propostas de soluções para suas implantações. Além dessa integração, o projeto demandou tempo dedicado ao estudo e testes, pois envolveu a utilização de novos equipamentos com formas distintas de comunicação e configuração.

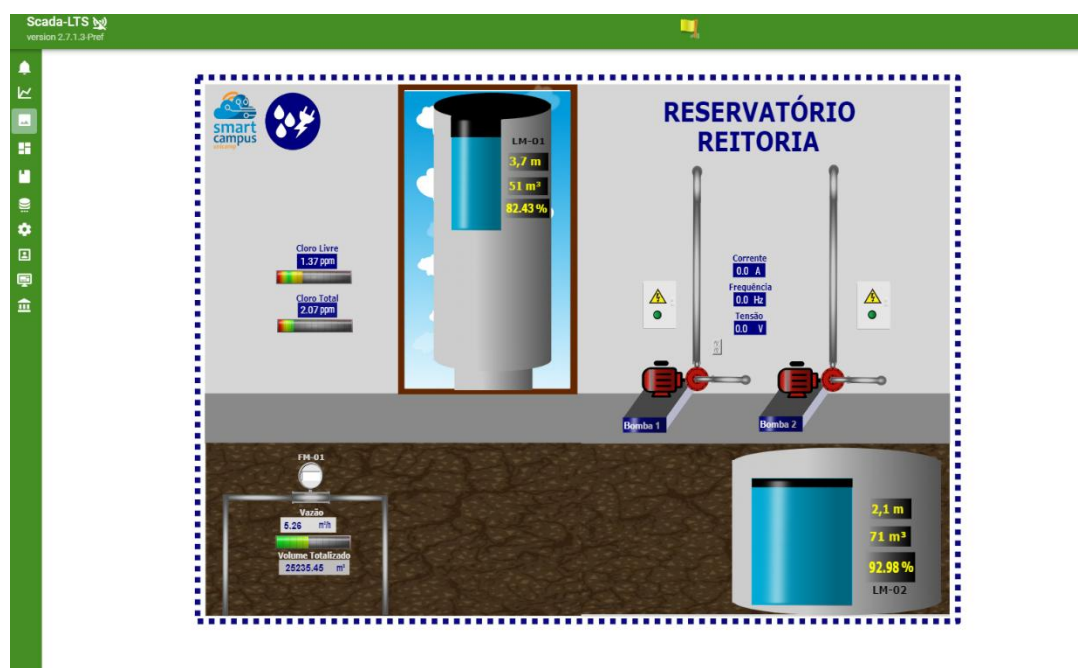
Os sistemas de abastecimento de água potável possuem características específicas que exigem determinadas automações. A distribuição de água por gravidade, por exemplo, demanda a instalação de reservatórios em pontos de maior altitude, e por consequência, em muitos casos, a necessidade de bombeamento para transferência de nível. O campus Campinas conta com 8 conjuntos de moto bomba que utilizavam tecnologias obsoletas de controle. Para atualizar o sistema, foi realizada uma modernização completa (*retrofit*), incluindo a instalação de Inversores de Frequência e *Soft-Starters*, substituindo os sistemas convencionais de comando e proteção que utilizavam contadores e relés térmicos. Foram instalados também, controladores lógicos programáveis (CLPs), que permitem comunicação para monitoramento e realizam o controle das bombas, desativando uma bomba em falha e ativando uma segunda para continuidade do abastecimento. Para viabilizar a comunicação com os CLPs, foi necessário desenvolver uma estrutura de rede e software capaz de obter, processar, armazenar e exibir os dados dos reservatórios e poços. Foram adquiridos conversores de rede, realizadas configurações específicas para permitir o tráfego seguro dos dados e implementado um sistema de supervisão e aquisição de dados (SCADA). Visando economia, adaptabilidade e confiabilidade, optou-se pela utilização do Scada-LTS, um software de código aberto, que foi instalado e customizado para atender às necessidades atuais e futuras. Painéis (*dashboards*) foram desenvolvidos no SCADA-LTS e são exibidos em um monitor no Centro de Monitoramento de Operação (CMO) da DAE. Esses painéis permitem o acompanhamento em tempo real dos níveis de água, vazão instantânea e o *status* das bombas em cada reservatório. Estes painéis podem ser observados nas Figuras de 1 a 3 abaixo:

Figura 1. Visão Geral dos Reservatórios no Scada



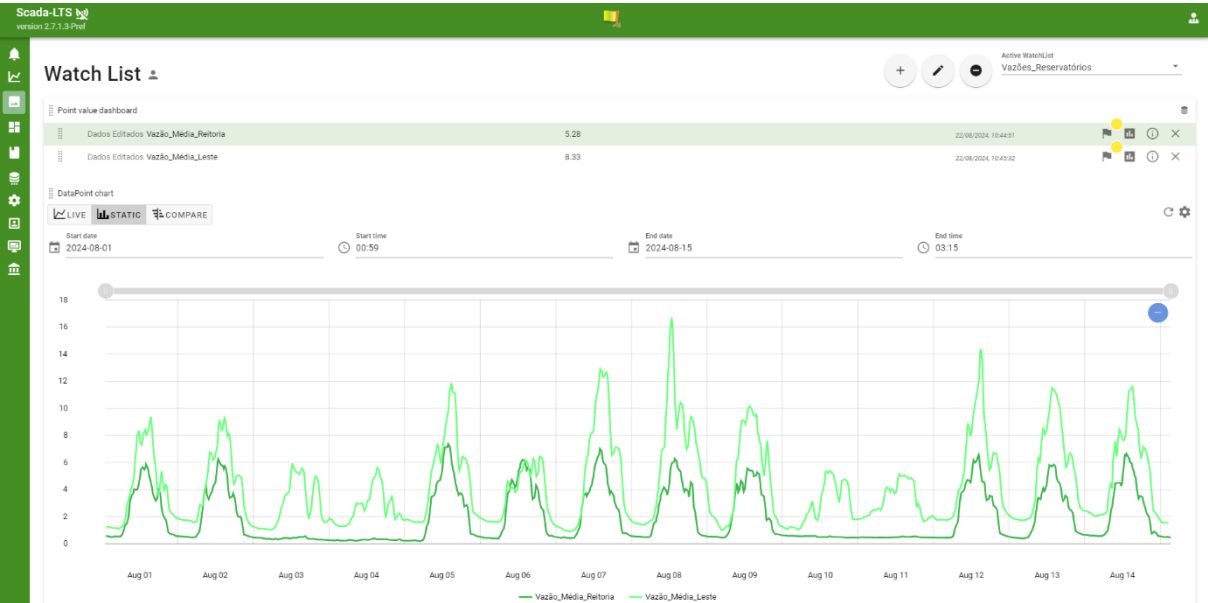
Fonte: Elaborada pelo autor, (2024).

Figura 2. Visão Detalhada de um Reservatório no Scada



Fonte: Elaborada pelo autor, (2024).

Figura 3. Gráficos de Vazões Reservatórios Leste e Reitoria



Fonte: Elaborada pelo autor, (2024).

3 METODOLOGIA

A execução do projeto foi cuidadosamente planejada para ser implementada sem interromper o sistema de distribuição de água potável do campus. A DAE iniciou com um levantamento detalhado das necessidades do sistema, que abrange 8 conjuntos de reservatórios e 3 poços profundos, essenciais para padronizar os equipamentos. Esse levantamento revelou a necessidade de atualizar a tecnologia de comunicação dos dados, exigindo novos dispositivos. Parte dos equipamentos foi reaproveitada de um projeto anterior, sem custos para a Universidade, enquanto o restante foi adquirido. A etapa mais crítica foi substituir os equipamentos antigos pelos novos sem comprometer o abastecimento de água. A implantação foi feita de forma progressiva, começando pelo reservatório da Reitoria, que abastece atualmente, além de todas as reitorias, os prédios da DGA, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Engenharia Básica, Banco do Brasil, CEMEQ e Gráfica) cujo consumo mensal é de 1400m³. A escolha por este reservatório se deu, pois caso acontecesse algum problema durante a substituição dos equipamentos ele possuía possibilidade de manobra que manteria o abastecimento da região. Assim, este reservatório serviu como laboratório para os demais. Com todos os testes realizados e com a confirmação de que o sistema funcionava adequadamente, passou-se para o reservatório do Setor Leste, cuja área de atendimento abrange as unidades FEAGRI, CBMEG, CCUEC, FECFAU, RS, EDUCORP, NEPP, IC e STU e possui consumo mensal estimado de 2900m³. Em seguida implantou-se o sistema nos reservatórios da área da saúde (TRIAGEM e CAISM) cujas unidades atendidas abrangem: FCM, FENF, Hemocentro, Gastrocentro, CECON, CIPOI, CEMICAMP, APA, Almoxarifado Central, CEB, Biblioteca FCM e Hospital CAISM com consumo mensal estimado em 3500m³ e 1700m³, respectivamente. O próximo passo foi implantar o sistema no reservatório Teatro de Arena, que era o mais complexo, tendo em vista ele ser abastecido pelos 3 poços profundos e atender a maior área dentro do campus. O acionamento dos poços era 100% manual (dependia de deslocamentos e intervenção humana) exigindo ainda a elaboração de cálculos específicos para o seu abastecimento considerando a vazão de cada poço e o consumo horário estimado do reservatório, a fim de que não ocorresse nem falta de água e nem transbordamento do reservatório (algo otimizado com a implantação do sistema). As unidades atendidas por este reservatório são: FEA, IQ, IFGW, IMECC, IEL, IA, BC, RU, SIARQ, CLE, IB, Centro de

Vivência, FE, IE, Cepetro, IG, Casa do Lago, FEF, FEEC, FEQ, RA₂ e cujo consumo mensal é estimado em 12000m³. Por fim, implantou-se o sistema no reservatório do biotério, cujas unidades atendidas são CEMIB e DMA e NUdecri e cujo consumo mensal estimado é de 700m³. Após a instalação dos equipamentos de monitoramento, a etapa seguinte envolveu a configuração dos dispositivos de rede. A TV box exigiu um estudo detalhado e adaptações para funcionar como intermediária entre a rede Wi-Fi Unicamp-IoT e a tecnologia de comunicação dos aparelhos de medição, que utilizam comunicação serial e Ethernet. Foi necessário desenvolver um cabo específico para a comunicação serial (DB9/RJ45). O monitoramento contínuo desses dispositivos é crucial, com alertas automáticos em caso de problemas, utilizando softwares específicos para garantir a operação do sistema. Os reservatórios restantes (Genética, IQ e FEA) ainda estão em fase de implantação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados alcançados com o projeto foram altamente satisfatórios. A base operacional da DAE foi transformada em um Centro de Monitoramento de Operação (CMO), equipado com um monitor que exibe, em tempo real, os níveis dos reservatórios, o *status* dos motores e a vazão de água fornecida por cada reservatório. Além disso, é possível visualizar o histórico dos dados coletados por meio de gráficos gerados pelo SCADA, facilitando e permitindo a comparação dos dados atuais com os anteriores, o que possibilita um diagnóstico mais preciso em caso de falhas no sistema. Ademais, o *software* SCADA envia um e-mail aos operadores do sistema, informando falhas operacionais de acordo com o nível de gravidade, “ALERTA, EMERGÊNCIA E URGÊNCIA”, o que permite antecipar ocorrências, como vazamentos, desabastecimento de água, falhas no sistema de bombeamento, falta de energia, entre outros, impactando diretamente nas atividades-fim da universidade. Por fim, houve uma redução significativa nos deslocamentos dos técnicos aos reservatórios para coleta de dados, uma vez que todos os dados relevantes, de cada reservatório, estão disponíveis para observação e análise em tempo real. As telas de monitoramento e os gráficos gerados podem ser observados nos documentos em anexo. Este projeto também será utilizado para a implantação do monitoramento, em tempo real, dos níveis de cloro em cada reservatório (atualmente este controle é realizado por equipe especializada, demandando constantes deslocamentos diários em cada reservatório) e para operações de automatização nos sistemas. No curto prazo, existe o planejamento para aquisição de um novo *software* que possua integração com a plataforma GIS (Geographic Information System é um sistema que captura, armazena, analisa, gerencia e apresenta dados geograficamente referenciados) e outros sistemas georreferenciados, a fim de otimizar o controle sobre os ativos da área, facilitando a manutenção e a localização dos mesmos. O retorno financeiro alcançado, através das economias geradas em virtude da redução de perdas e da dispensa de altos investimentos tecnológicos, possibilita novos investimentos para o aprimoramento dos trabalhos já realizados. O reaproveitamento de *hardware* originalmente destinado a outras aplicações, como TV boxes, exemplifica a eficiência e a criatividade da solução. Em nenhum momento na universidade foram utilizadas TV boxes para interligar equipamentos, tornando essa abordagem não apenas inovadora e criativa, mas também uma forma inteligente de reaproveitar dispositivos que estavam sem uso.

O sistema de monitoramento, tem por princípio, antecipar o tempo de resposta para ocorrências que causam desperdícios de água, sejam eles através de rompimento de redes de distribuição ou por defeitos em aparelhos hidros-sanitários, entregando uma maior eficiência na identificação e conserto destas ocorrências, as quais, aumentam consideravelmente o consumo de água da universidade. Em geral, quanto maior for o tempo para a detecção destas ocorrências, maior será o prejuízo ao erário, visto que o aumento no consumo de água é percebido mensalmente no valor da fatura de água paga pela Universidade para a SANASA. Além de benefícios financeiros, uma maior eficiência na identificação de vazamentos minimiza

danos e impactos às atividades fim da universidade, pois em alguns casos, tais vazamentos podem gerar desabastecimento de água. Nem sempre os vazamentos são detectados imediatamente, pois, em alguns casos, podem infiltrar no solo e tornarem-se invisíveis a olho nu. Além disso, defeitos em aparelhos hidros-sanitários, como válvulas de descarga de bacias sanitárias, podem causar um grande desperdício de água e só serem identificados pela equipe de manutenção após um longo período. Apesar de ser difícil mensurar o quanto de recurso foi otimizado, descrevemos dois casos de vazamentos detectados após a implantação do sistema, onde é possível chegar a um valor. Caso 01 - Rompimento de adutora abastecida pelo Reservatório da Reitoria, Rua Bernardo Sayão - Trata-se de vazamento Oculto - Vazão média 8500 litros por hora - 204 metros cúbicos por dia. Caso 02 - Vazamento no Prédio da Engenharia Básica - Vazamento em uma válvula hydra - Vazão média 4500 litros por hora - 108 metros cúbicos por dia. Considerando que o valor do metro cúbico de água que a UNICAMP paga é de R\$ 96,14, temos uma previsão de economia por dia para os dois casos: Caso 01= 204 x R\$ 96,14 = R\$ 19.612,56. Caso 02= 108 x R\$ 96,14 = R\$ 10.383,12. Vale ressaltar que não é possível precisar quantos dias levaria para que ambos os vazamentos pudessem ser identificados, tendo em vista que se tratavam de vazamentos ocultos, entretanto, devido a rotina mensal de gestão da DAE referente a leituras dos hidrômetros do campus, é correto afirmar que eles só seriam identificados após 30 dias (tempo decorrido entre leituras mês a mês). Sendo assim somente para estes dois casos poderíamos chegar a um valor de economia de R\$ 899.870,40

Considerando que o monitoramento é realizado em tempo real não é mais necessário que uma equipe se desloque até os locais monitorados para identificação de eventuais falhas. Anteriormente, quem alertava os técnicos da DAE sobre estas eventuais falhas era a própria comunidade, sinalizando a falta de água nos prédios, demandando a sua presença no local para identificação do problema. Na prática, o problema de falta d'água pode ocorrer devido a diversas situações, como: problemas nas bombas hidráulicas, painel elétrico, falta de pressão suficiente, sujeira na tubulação, vazamentos, entre outros, exigindo certo tempo para identificação do problema, pois é necessário realizar testes específicos até a conclusão da ocorrência. Com o novo sistema implantado, antes que a comunidade sinalize algum problema no suprimento de água, o sistema de monitoramento alerta a equipe de saneamento e os direciona para uma região específica, tornando a ação mais assertiva na identificação do problema de falta de água, reduzindo consideravelmente o tempo para sua solução. Com o sistema de alerta é possível uma tomada de ação rápida, inclusive com um plano previamente estabelecido para a resolução do problema, sem necessidade de ir até o local para detectar a falha. Este tipo de diagnóstico prévio é possível por conta utilização de CLPs que permitem, por meio de programação específica, que sejam realizados diagnósticos de falhas a partir da leitura dos parâmetros próprios de cada reservatório.

5 CONCLUSÃO

O projeto se revelou altamente eficaz, pois o monitoramento em tempo real permite a detecção de problemas antes que eles sejam percebidos pela comunidade, resultando em uma melhoria significativa no nível de satisfação de todos os usuários. O sistema permite que sejam enviados e-mails de alerta à equipe responsável quando os níveis dos reservatórios se encontram fora da normalidade (acima ou abaixo dos limites estabelecidos), ou quando há alguma falha nos conjuntos eletromecânicos (painéis elétricos e motobombas). Esse sistema de notificação por e-mail, possibilita uma ação que irá prevenir a ocorrência de falta de água ou transbordamento dos reservatórios. Antes do projeto, os vazamentos eram detectados a cada 30 dias por meio da leitura dos hidrômetros instalados nas entradas dos reservatórios. Após a implantação do sistema, esses vazamentos podem ser detectados em tempo real, antes mesmo que eles evoluam para um rompimento completo da tubulação, pois é possível acompanhar o

histórico de vazão instantânea disponibilizada pelo sistema para cada reservatório, com isso, ao identificar aumento na vazão instantânea, a equipe se desloca de forma mais assertiva na caça ao local problemático, diminuindo consideravelmente o tempo de procura e os custos com vazamentos de água e consertos de tubulações, tendo em vista que os vazamentos são consertados ainda na sua fase inicial.

REFERÊNCIAS

SCADA-LTS. **Scada-LTS**: Open Source SCADA System. GitHub, 2023. Disponível em: <https://github.com/SCADA-LTS/Scada-LTS>. Acesso em: 23 set. 2024.