SISTEMA DE MODULAÇÃO DE PRESSÃO NA REDE DISTRIBUIDORA DE ÁGUA UTILIZANDO O SISTEMA IFIX, CONSIDERANDO VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E HORÁRIAS

Vanderlei Gonçalves da Silva [(1)]
Sistemas de Informação (UDC). Especialista em Engenharia de Redes e Automação (UNOPAR). Atua como Gestor do Centro de Controle Operacional (CCO) da Gerência Regional Foz do Iguaçu (GRFI), na Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar.
Marcos Simoni[(2)]
Tecnológo em Gestão Ambiental (UTFPR). Coordenador de Redes da Gerência Regional Foz do Iguaçu (GRFI), na Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar.
Gilmar Marcio Becker[(3)]
Engenheiro Civil (UDC). Especialista em Projetos de Prevenção Contra Incêndio (FAG). Atua no Centro de Controle Operacional (CCO) da Gerência Regional Foz do Iguaçu (GRFI), na Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar.
Francisco Magno Belançon[(4)]
Técnico em Hidrologia (IFPR). Especialista em Projetos de Prevenção Contra Incêndio (FAG). Atua no Centro de Controle Operacional (CCO) da Gerência Regional Foz do Iguaçu (GRFI), na Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar.
Luiz Carlos Machado[(5)]
Graduado em Ciências Biológicas - Licenciatura e Bacharelado (UNIOESTE). Especialista em Gestão Ambiental em Municípios (UTPR) e Ensino de Ciências (UTFPR). Atua na Área de Gestão e Controle da Qualidade da Produção de Água da Gerência Regional de Foz do Iguaçu (GRFI), na Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar.

Endereço[(1)]: Av. Brasil, 569 - Centro – Foz do Iguaçu - Paraná - CEP: 85851-000 - Brasil - Tel: +55 (45) 3521-4600 - e-mail: **klebergr@sanepar.com.br**

RESUMO

A eficiência operacional dos sistemas de abastecimento urbano de água potável é diretamente impactada pela capacidade de gestão da pressão nas redes distribuidoras. Pressões excessivas não apenas comprometem a integridade dos componentes hidráulicos, como também contribuem significativamente para o aumento das perdas físicas e do consumo energético. Este artigo apresenta uma proposta de sistema de modulação de pressão baseado em lógica adaptativa implementada via plataforma SCADA IFIX, integrando variáveis climáticas (temperatura, umidade relativa e precipitação) e dados temporais (perfil horário de consumo) como elementos de decisão para o controle dinâmico da pressão. Os resultados demonstram a viabilidade técnica e operacional do sistema, com ênfase na redução de perdas reais e na melhoria da resiliência da infraestrutura.
.

PALAVRAS-CHAVE: Modulação de pressão; Abastecimento de água; Variações climática.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por serviços de abastecimento de água, aliada à necessidade de minimizar perdas e otimizar recursos operacionais, tem impulsionado o desenvolvimento de tecnologias voltadas para a automação e controle inteligente das redes distribuidoras. A pressão nas redes é um dos principais fatores de influência no desempenho do sistema, afetando diretamente o índice de perdas por vazamentos, a frequência de rompimentos, a eficiência dos hidrômetros e o consumo energético nas estações elevatórias. A regulação convencional da pressão é realizada com base em valores fixos e conservadores, desconsiderando variabilidades externas, o que pode acarretar subutilização de potencial operacionais e desperdício de recursos.

Nesse contexto, a utilização de sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tem se mostrado uma solução robusta para integração de dados em tempo real, análise de tendências e tomada de decisão automatizada. O

IFIX, desenvolvido pela GE Digital, é uma plataforma consolidada no setor de saneamento básico para monitoramento, controle e registro de variáveis operacionais. A proposta deste artigo é demonstrar a aplicação de lógicas adaptativas de modulação de pressão na rede de distribuição de água, utilizando o IFIX para integrar variáveis meteorológicas e horárias à gestão dinâmica dos sistemas de bombeamento e controle de válvulas redutoras de pressão.

MATERIAIS E MÉTODOS

A arquitetura do sistema proposto é composta por estações remotas de aquisição de dados (RTUs) equipadas com sensores de pressão, vazão, temperatura e umidade relativa do ar, interligadas a CLPs (Controladores Lógicos Programáveis) com comunicação via rede Ethernet industrial. Os dados são transmitidos ao servidor SCADA que executa a plataforma IFIX, responsável por consolidar as informações e aplicar os algoritmos de controle previamente programados.

O local de estudo selecionado para implementação do sistema foi uma zona de abastecimento urbano situada na cidade de Foz do Iguaçu, estado do Paraná, Brasil, caracterizada por apresentar topografia irregular, diferentes cotas altimétricas, variação sazonal de consumo e histórico significativo de perdas físicas de água.

Figura 1 - Localização de Foz do Iguaçu.



Essa região foi escolhida em função de sua complexidade operacional e pela existência de infraestrutura prévia para automação, o que permitiu a instalação de sensores e atuadores necessários à modulação dinâmica da pressão. A área inclui unidades de bombeamento, reservatórios de distribuição e válvulas redutoras de pressão, sendo monitorada de forma contínua ao longo de seis meses para análise dos resultados.

Os parâmetros de controle foram definidos com base na correlação estatística entre os níveis de pressão, o consumo horário e as condições meteorológicas, considerando dados históricos obtidos de registros operacionais e serviços de meteorologia como o INMET. A pressão em cada setor da rede é modulada por meio de válvulas redutoras de pressão (VRPs) automatizadas ou por inversores de frequência em estações de recalque, de forma a manter o valor mínimo necessário para atendimento à demanda sem excessos prejudiciais.

Figura 2 - Tela Inicial do Sistema

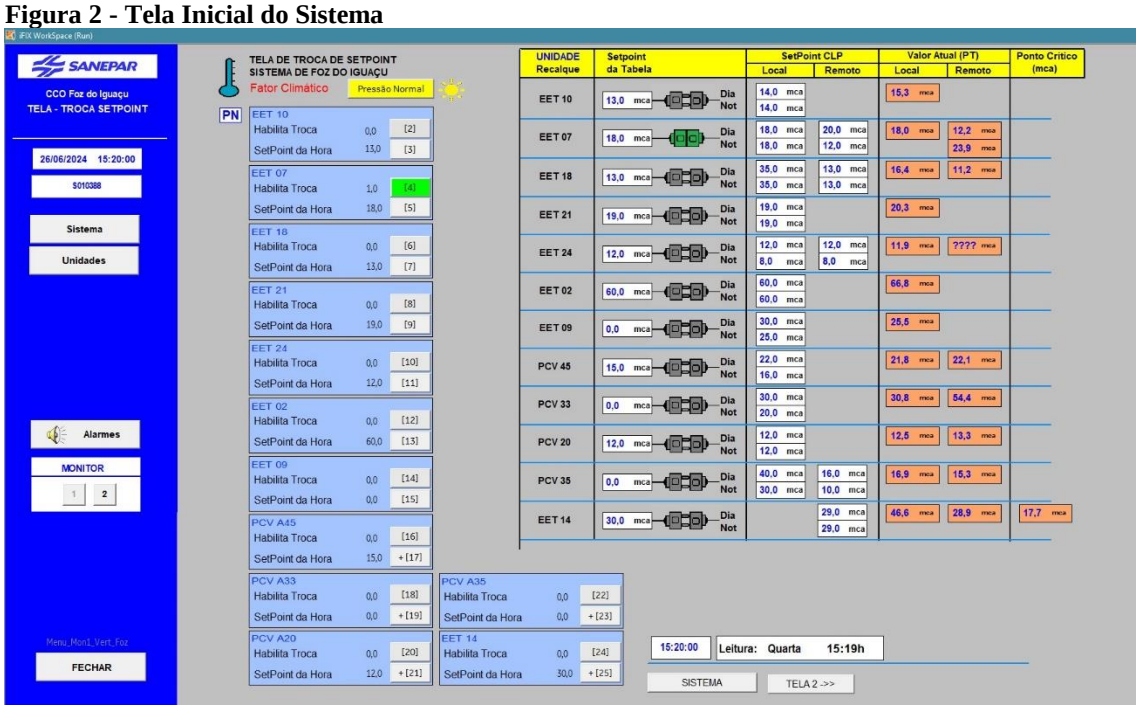


Figura 3 - Tela de Abertura



Figura 4 - Tela dos Cadastros do Sistema de Modulação.



Figura 5 - Tela de Cadastro da Unidade Operacional.

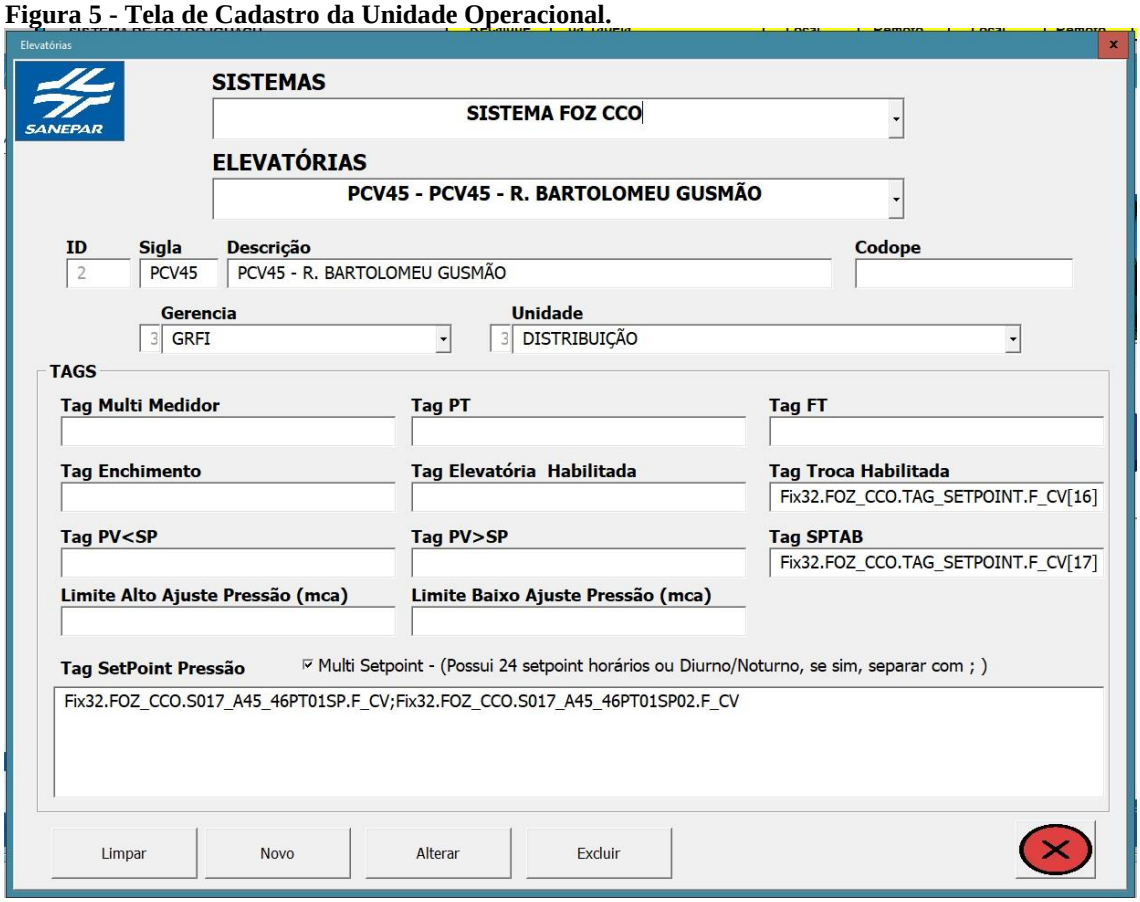
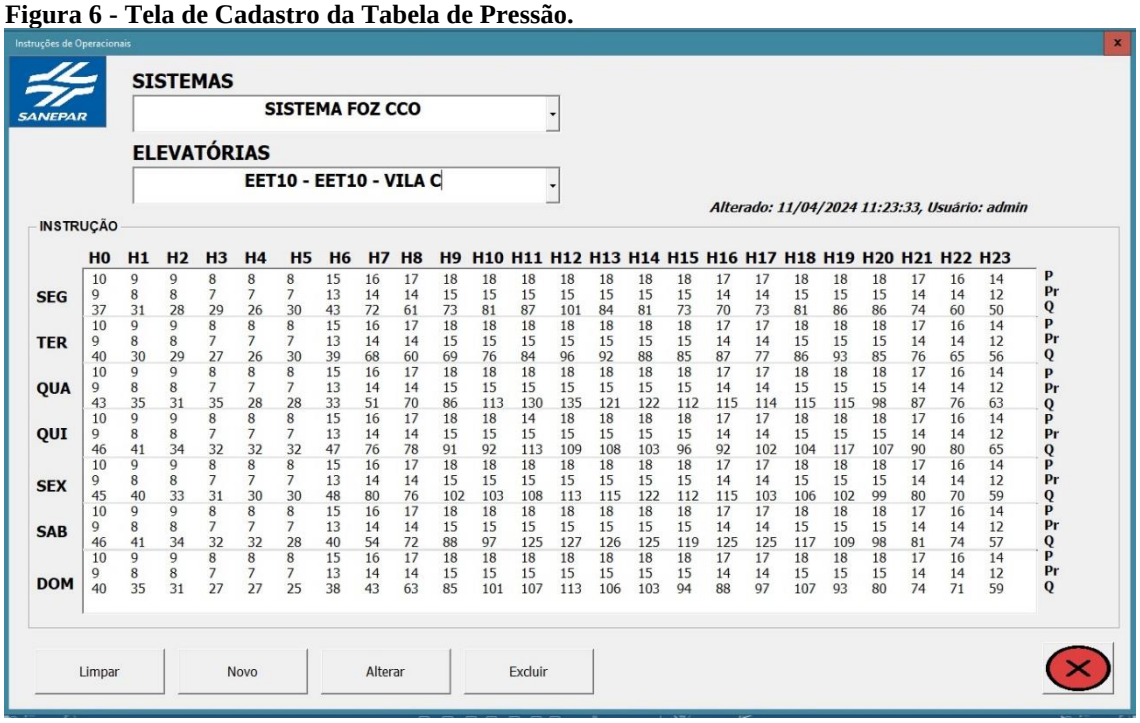


Figura 6 - Tela de Cadastro da Tabela de Pressão.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da modulação de pressão baseada na integração de variáveis ambientais e temporais apresentou impactos positivos nas rotinas operacionais, nos indicadores de eficiência e na sustentabilidade dos sistemas de distribuição de água. A análise dos registros operacionais evidenciou tendência de redução nas perdas físicas, associadas à mitigação de sobrepressões e à estabilização dos regimes hidráulicos em horários de menor demanda. Houve também percepção de melhoria na qualidade do fornecimento em setores críticos, com maior uniformidade nos níveis de pressão.

O comportamento do consumo ao longo do dia e em diferentes condições climáticas demonstrou padrões consistentes, com elevação nos períodos de calor intenso e redução em dias chuvosos ou durante a madrugada. Tais variações foram incorporadas à lógica de controle do sistema, que passou a atuar preventivamente para ajustar a pressão conforme o contexto de demanda e condições atmosféricas locais. Essa capacidade de resposta adaptativa contribuiu para a eficiência energética dos equipamentos e para o prolongamento da vida útil de componentes hidráulicos.

Além dos benefícios operacionais, a integração do IFIX com bases meteorológicas externas e algoritmos de decisão possibilitou a construção de um sistema supervisionado inteligente, com interface amigável para operadores e flexibilidade para ajustes em tempo real. A visualização gráfica das condições de operação, aliada à capacidade de registrar e comparar cenários históricos, fortaleceu a governança técnica do sistema e aprimorou os processos de tomada de decisão.

O desenvolvimento da interface no IFIX foi orientado pela usabilidade e inteligibilidade das informações para operadores de campo e engenheiros de operação. A tela inicial oferece visualização geral da topologia da rede, com indicadores em tempo real das pressões e fluxos. Telas específicas de cadastro permitem inserir e editar dados de unidades operacionais, zonas de controle e curvas de pressão horária. A integração com serviços de dados meteorológicos ocorre via API RESTful, com atualização horária dos dados.

CONCLUSÃO

A implementação de um sistema de modulação de pressão baseado em dados ambientais e horários, operado por meio do SCADA IFIX, demonstrou ser uma solução eficaz para o controle inteligente da distribuição de

água potável em ambientes urbanos. A abordagem proposta promove a eficiência hídrica, reduz perdas, otimiza a utilização de energia e prolonga a vida útil dos ativos. Ademais, proporciona uma base estruturada para expansão futura com integração de inteligência artificial e modelagens preditivas. A replicabilidade do modelo torna-o uma estratégia promissora para companhias de saneamento que buscam excelência operacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Atlas da Eficiência do Abastecimento Urbano de Água no Brasil, 2020.

2. GE Digital. iFIX 6.5 Product Documentation. General Electric, 2023.

3. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: https://www.inmet.gov.br

4. WALSCH, D. P.; WANG, Y. Real-time pressure modulation to reduce leakage in urban water systems. Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE, 2021.