GESTÃO DE PRESSÃO E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA COM MODELAGEM HIDRÁULICA

Leonardo José Sobral[(1)]
Técnico em Química pela Escola Técnica Santa Edwiges. Técnico em Segurança do trabalho pela Escola Técnica Santa Edwiges. Técnico em Edificações pelo Centro de Profissionalização e Educação Técnica, Graduado em Gestão Ambiental pela Estácio, pós-graduando em Saneamento Ambiental e Gestão Integrada de Resíduos pela Faculdade Líbano, pós-graduando em Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário pela Faculdade Líbano.
Nélio Martins Fontes[(2).]
Técnico em Automação Industrial pelo SENAI Uberlândia CFP DR. CELSO CHARURI.

Endereço[(1)]: Rua Augusto Luiz Coelho, 190 – Sagrada Família - Araxá – Minas Gerais - CEP: 38183-248 - Brasil - Tel.: +55 (34) 99102-8413 - e-mail: leonardo.sobral@copasa.com.br

RESUMO

O município de Perdizes-MG, situado na região oeste de Minas Gerais, possui o serviço de distribuição de água potável concedido à Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Com a expansão de novos empreendimentos residenciais e o crescimento das atividades industriais, observa-se uma demanda crescente pelo uso da água na localidade. Diante desse cenário, tornou-se necessário realizar um diagnóstico completo do sistema de abastecimento de água (SAA) em operação, identificando oportunidades de melhoria, especialmente nos bairros Novo Horizonte, Divinéia, Cruzeiro, Jardim Esperança e Centro. Para isso, foi realizada uma modelagem hidráulica utilizando o software EPANET de todo o SAA. A aplicação do EPANET possibilitou avaliar a situação atual do sistema de abastecimento de água e propor alternativas para otimizar a gestão de pressões nas redes de distribuição de água (RDA), buscar eficiência energética além de aprimorar o aproveitamento da infraestrutura existente. Essas ações contribuem para garantir o fornecimento de água potável, com qualidade e em quantidade adequada, à população de Perdizes-MG.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de pressões, EPANET, Água potável.

INTRODUÇÃO

No contexto mundial, estima-se que cerca de 97,5% da água existente no planeta seja salgada, restando apenas 2,5% de água doce, a maior parte armazenada em geleiras e aquíferos (SHIKLOMANOV, 1993). Do ponto de vista ambiental, a redução das perdas de água significaria a disponibilidade de mais recursos hídricos para a população, sem a necessidade de explorar novos mananciais. Com o cenário de mudanças climáticas, os desafios para a disponibilidade de água nos mananciais se tornam cada vez mais evidentes. Tendo em vista um cenário desafiador em garantir o abastecimento público de água, se faz necessário sistemas de abastecimento de água com menor volume de perdas de água, sendo fundamental a gestão das pressões das redes de distribuição, atendendo esses critérios, teremos melhor eficiência operacional e energética. Diante de um cenário cada vez mais desafiador para a garantia do abastecimento público de água, torna-se imprescindível a adoção de sistemas de abastecimento com níveis reduzidos de perdas. Nesse contexto, a gestão adequada das pressões nas redes de distribuição destaca-se como uma estratégia fundamental, uma vez que contribui diretamente para a redução das perdas de água e para o aumento da eficiência operacional e energética dos sistemas.

> A escassez de água potável é uma preocupação crescente, agravada por fatores como as mudanças climáticas, que afetam a disponibilidade dos recursos hídricos, o crescimento populacional, que aumenta a demanda, e práticas de gestão inadequadas. Estima-se que a demanda global por água aumente cerca de 20% a 30% até 2050 (ONU, 2023).

As perdas reais afetam diretamente os custos de produção e a demanda por água (ARSAE, 2024). Logo, o uso desse bem precisa ser pensado para que não prejudique nenhum dos diferentes usos que ela tem para a vida humana (ANA, 2026). O EPANET é um programa de computador que permite executar simulações estáticas e dinâmicas do comportamento hidráulico e de qualidade da água em redes de distribuição pressurizada. (UFPB, 2025).

> As despesas com energia elétrica representam entre 10 a 25% de todo o conjunto de despesas das empresas de saneamento, cujo setor consome cerca de 3% de toda energia produzida no país. Em grandes números, 90% do consumo de energia elétrica (ou 2,7% da produção brasileira) é utilizada apenas em bombeamento de água e esgoto (MANZI, 2020, p.21).

Dentro desse contexto de aumento da demanda mundial pelo uso da água, o município de Perdizes, localizado no oeste de Minas Gerais, Brasil, também apresenta crescimento significativo no consumo hídrico, tanto para fins residenciais quanto industriais. A utilização de modelagem hidráulica por meio do software Epanet permitiu uma análise detalhada do comportamento do sistema de abastecimento de água em operação, possibilitando a identificação de oportunidades de melhoria na gestão de pressões, eficiência energética e no melhor aproveitamento da infraestrutura existente. Essa abordagem técnica contribui para embasar decisões mais precisas e eficientes, permitindo identificar com clareza os bairros e setores que demandavam atenção especial e direcionar as ações operacionais de forma mais estratégica e eficaz.

OBJETIVO

Realizar o diagnóstico do sistema de abastecimento de água em operação do município de Perdizes–MG por meio de modelagem hidráulica utilizando o software EPANET, visando identificar oportunidades de otimização da gestão de pressões, eficiência energética e no melhor aproveitamento da infraestrutura existente na localidade.

ESTUDO DE CASO

O município de Perdizes-MG tem uma população de 17.151 habitantes, atendida por 88.189 metros de redes distribuição de água compostas por diversos materiais (FoFo, DeFoFo e PVC) com dimensões que variam de 01 polegada a 10 polegadas, operando 5.604 ligações de água. O sistema de abastecimento de água é composto por 02 elevatórias de água bruta, 02 estações de tratamento de água convencional, 06 elevatórias de água tratada e 10 reservatórios (Apoiados e elevados).

Em de abril de 2025, iniciou estudo técnico com a utilização de modelagem hidráulica do sistema de abastecimento de água de Perdizes, com ênfase nos bairros Novo Horizonte, Divinéia, Cruzeiro, Jardim Esperança e Centro a fim de realizar um diagnóstico e identificar oportunidades de melhoria.

Para o desenvolvimento da modelagem hidráulica, foi utilizado o software EPANET, que possui interface à base de dados georreferenciada da COPASA, gerenciada por meio do ArcGIS (CopaGIS Desktop). A partir dessa integração, foram exportados os dados de vazão, consumo base, carga hidráulica e cotas topográficas dos nós do (SAA), no formato .inp, o qual utilizado no modelo hidráulico no EPANET.

Nas etapas de calibração e validação do modelo hidráulico, foram monitoradas as pressões em 12 pontos estratégicos do SAA, conforme apresentado na Figura 03. Para essa atividade, foram utilizados loggers de pressão, possibilitando maior precisão, confiabilidade e rastreabilidade dos dados coletados.

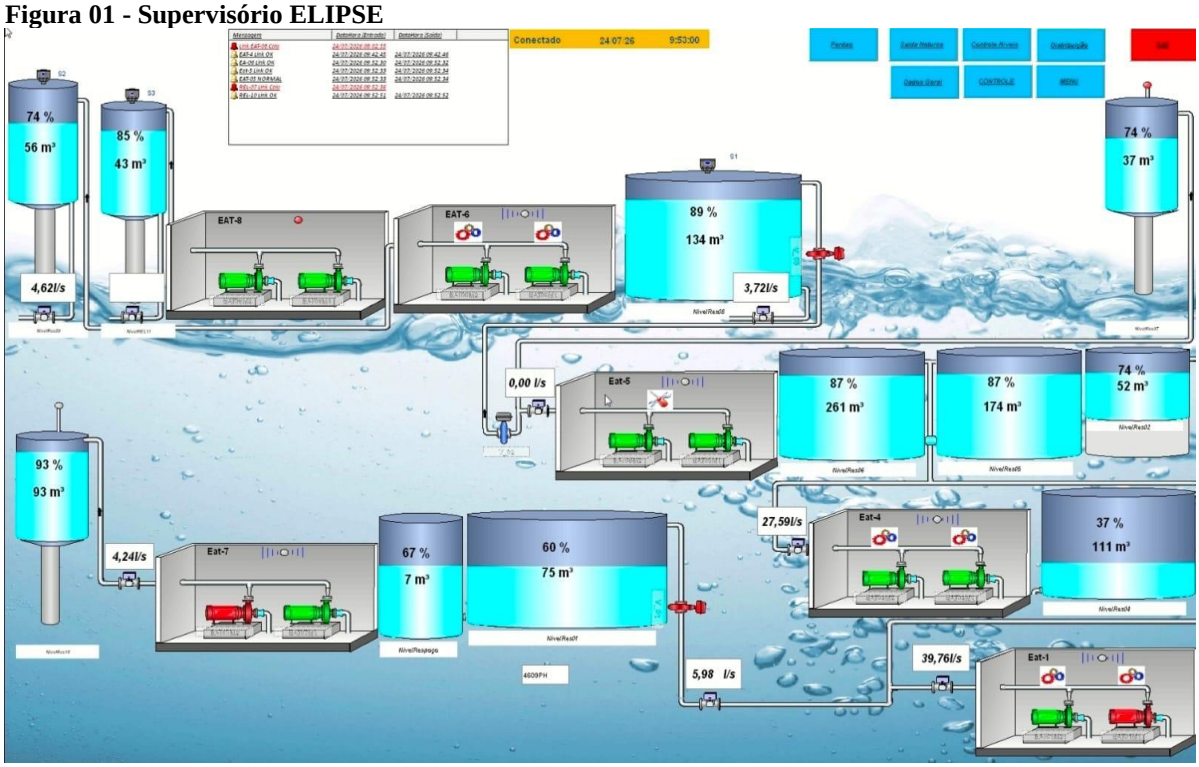
Complementarmente, foram utilizados dados de vazão provenientes dos macromedidores do SAA e comportamento dos níveis dos reservatórios, obtidos por meio do supervisório ELIPSE E3, conforme ilustrado na Figura 01. Com base na análise dessas informações permitiu a caracterização do comportamento operacional do SAA e a definição do perfil de consumo da população do município, apresentada na Figura 02, constituindo um parâmetro fundamental para a representação das condições reais de operação durante as simulações hidráulicas.

Na etapa subsequente, foi desenvolvida a modelagem hidráulica do SAA, permitindo a avaliação de dois cenários operacionais: o cenário de referência, correspondente à configuração inicial do SAA sem a implementação das intervenções propostas visto na Figura 04, e o cenário projetado, considerando a implantação das melhorias identificadas e validadas pela modelagem hidráulica conforme Figura 05.

A análise hidráulica do cenário inicial possibilitou a identificação de restrições operacionais relacionadas à valores de pressões e ao comportamento do escoamento nas redes de distribuição de água. O resultado da modelagem hidráulica indicou a necessidade de remanejamento de duas Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) existentes, uma vez que suas localizações e condições operacionais não se mostraram adequadas à configuração hidráulica do SAA. Constatou-se que o equipamento nº 01 apresentava elevada velocidade do fluido, acima do limite máximo estabelecido pela NBR 12.218/2017, que é de 3,5 m/s. Já o equipamento nº 02 gerava significativa perda de carga na tubulação, devido à presença de RDAs DN 25 mm na região de abrangência desse dispositivo. As inadequações observadas nas duas VRPs ocasionavam abastecimento intermitente em diversos momentos do dia nos pontos críticos a jusante dos dispositivos esse comportamento é incompatível com a regularidade operacional esperada para o sistema e impacta diretamente no abastecimento à população atendida, os dois equipamentos foram remanejados e realizado as adequações necessárias para a melhor performance. Com a modelagem hidráulica também foi identificado a oportunidade de implantação de

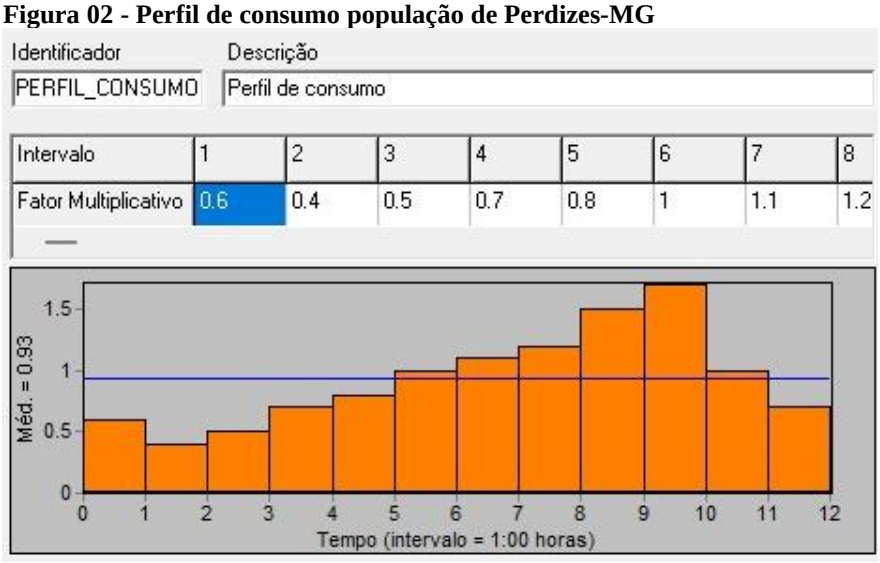
mais duas novas válvulas redutoras de pressão para garantir a gestão de pressão adequada do SAA, também foi identificado a possibilidade de alteração da zona de abastecimento de um determinado setor com 500 imóveis, onde poderia ser atendido pelo reservatório apoiado de 150m³ denominado RAP-08, conforme identificado na simulação hidráulica no EPANET, que tinha apenas a função de tanque de sucção para 02 elevatórias de água tratada (06 e 08), setor esse que era abastecido pelo reservatório elevado de 75m³ denominado REL-09 é apresentava pressões em desconformidade com NBR 12.218/2017 no item 5.4.1 - A pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa (50 MCA), e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa (10 MCA), alcançando pressões de até 600 kPa (60 MCA) em determinados pontos, foi realizado a construção de uma rede de distribuição DN 100 mm de 665 metros ligado o setor ao RAP-08, com essa intervenção os imóveis tiveram as pressões nas redes de distribuição ajustadas conforme a NBR 12.218/2017, e em momentos de retomada do abastecimento de água acontece de forma mais ágil e com isso garantido a disponibilidade e quantidade adequadas a população de Perdizes-MG. As ações foram implantadas efetivamente no mês de julho de 2025, quando foi possível comprovar que o segundo cenário (Projetado) se concretizou conforme a figura 05, de acordo a modelagem hidráulica realizada.

Figura 01 - Supervisório ELIPSE



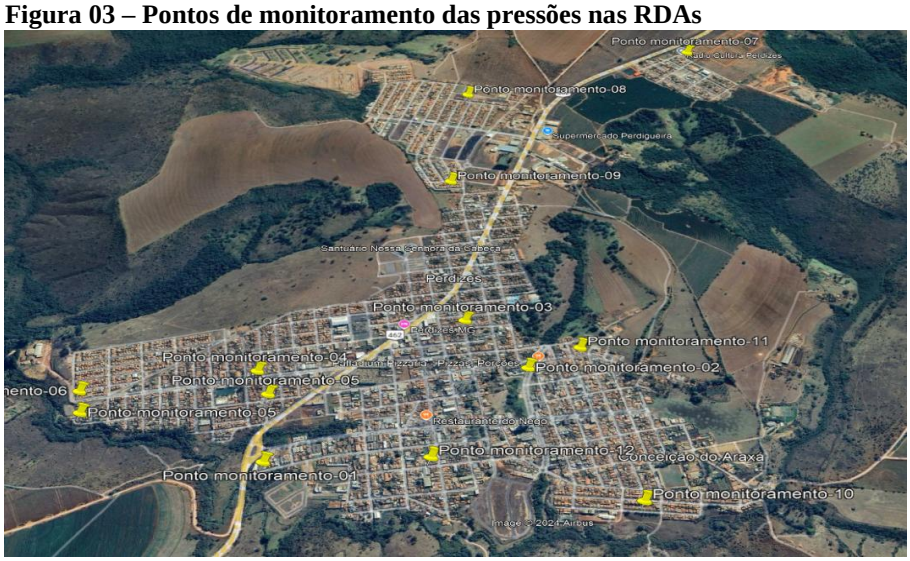
Fonte: Autores, 2025

Figura 02 - Perfil de consumo população de Perdizes-MG



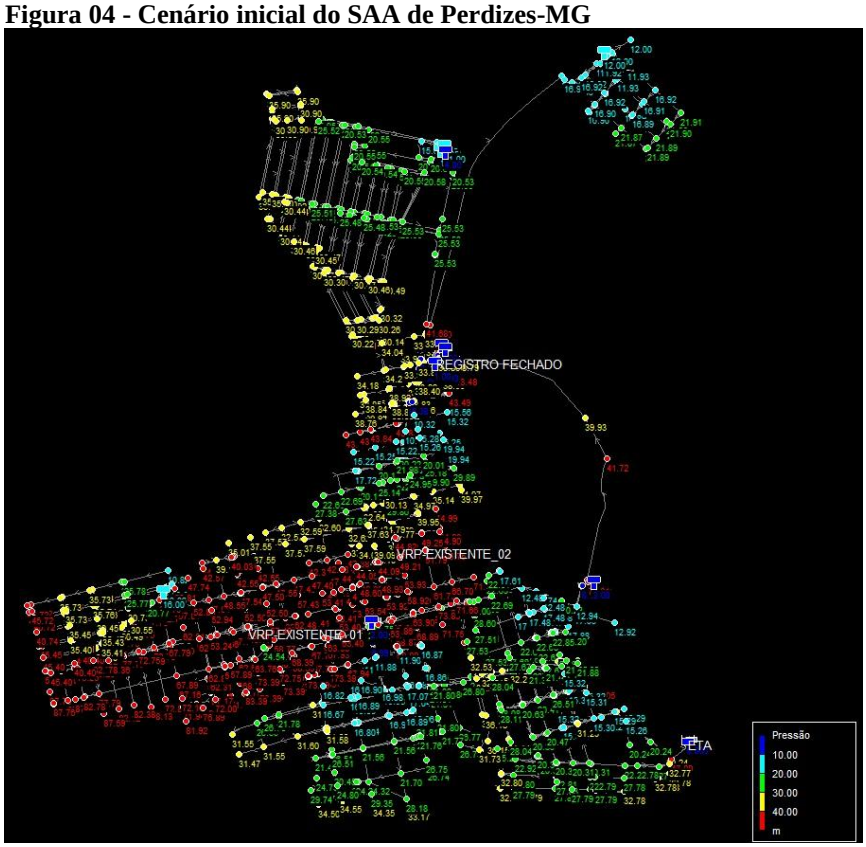
Fonte: Autores, 2025

Figura 03 – Pontos de monitoramento das pressões nas RDAs



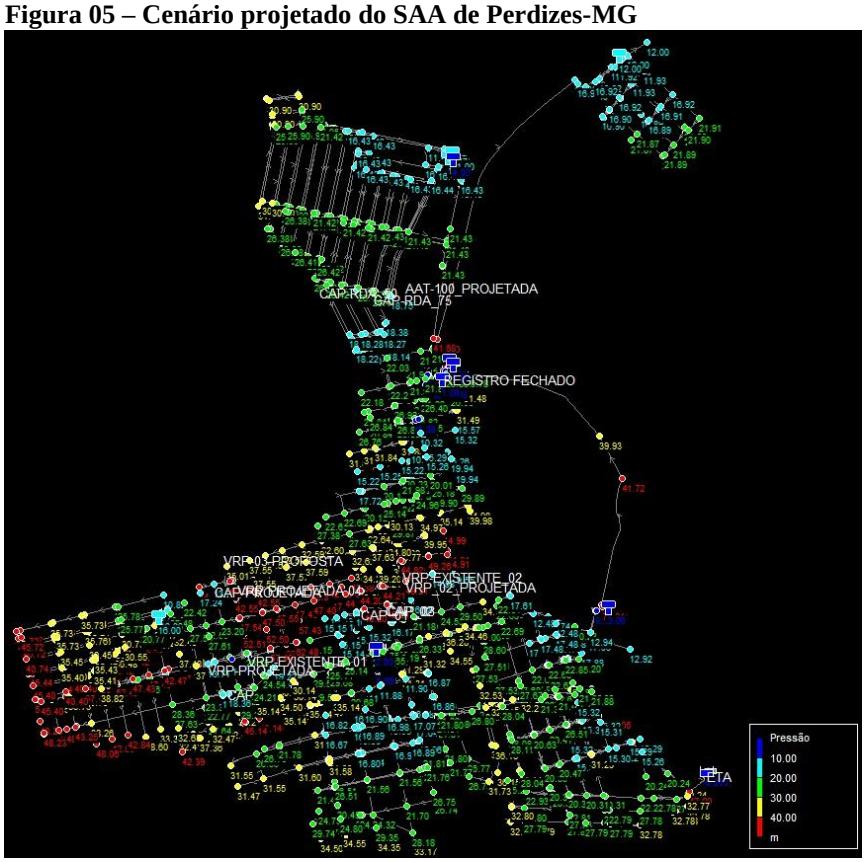
Fonte: Autores, 2025

Figura 04 - Cenário inicial do SAA de Perdizes-MG



Fonte: Autores, 2025

Figura 05 – Cenário projetado do SAA de Perdizes-MG

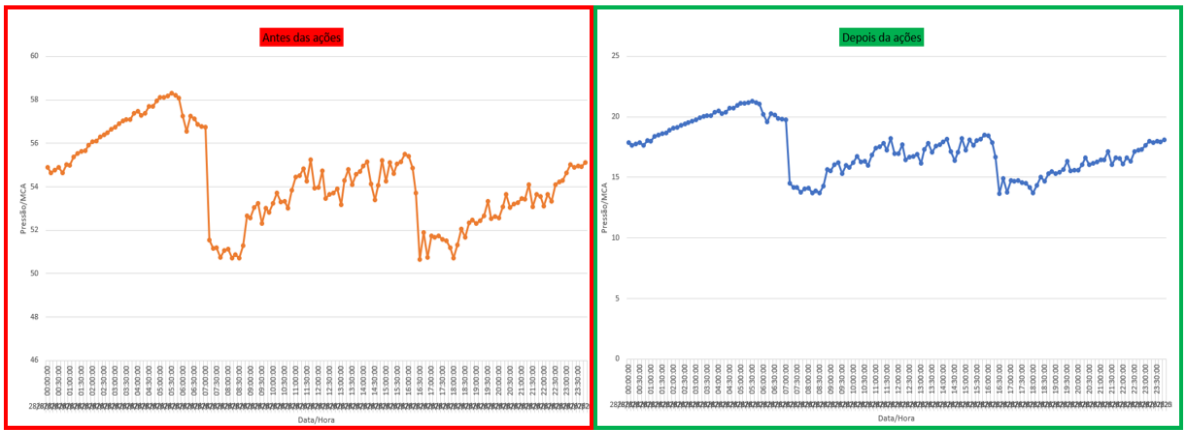


Fonte: Autores, 2025

RESULTADO

Após a implementação das oportunidades de melhoria identificadas na modelagem hidráulica do Sistema de abastecimento de água de Perdizes-MG, em julho de 2025, foi possível comprovar a efetividade das intervenções executadas. Verificou-se a normalização e estabilização das pressões nas redes de distribuição de aproximadamente 500 imóveis, agora atendidas pelo reservatório apoiado (RAP-08), anteriormente atendidas pelo reservatório elevado (REL-09) tínhamos pressões que chegavam a valores acima de 500 kPa (50 MCA) e agora, após as ações as pressões nas redes de distribuição de água passaram para valores médios de 18 MCA, conforme figura 06, o que proporcionou maior equilíbrio operacional e melhor regularidade no fornecimento de água potável à população.

Figura 06 – Monitoramento das pressões nas redes de distribuição de Perdizes-MG



Fonte: Autores, 2025

Adicionalmente, o ajuste no regime de pressões contribuiu de forma direta para a redução do indicador de perdas de água, resultando em um decréscimo de 11,88 L/ligação/dia, equivalente a uma economia de 65.649 litros por dia, considerando o custo médio de produção de água no município de Perdizes no valor de R$2,96, essa redução representa uma economia anual estimada de R$ 70.927,05.

Figura 07 – Resultado do indicador em L/lig./dia

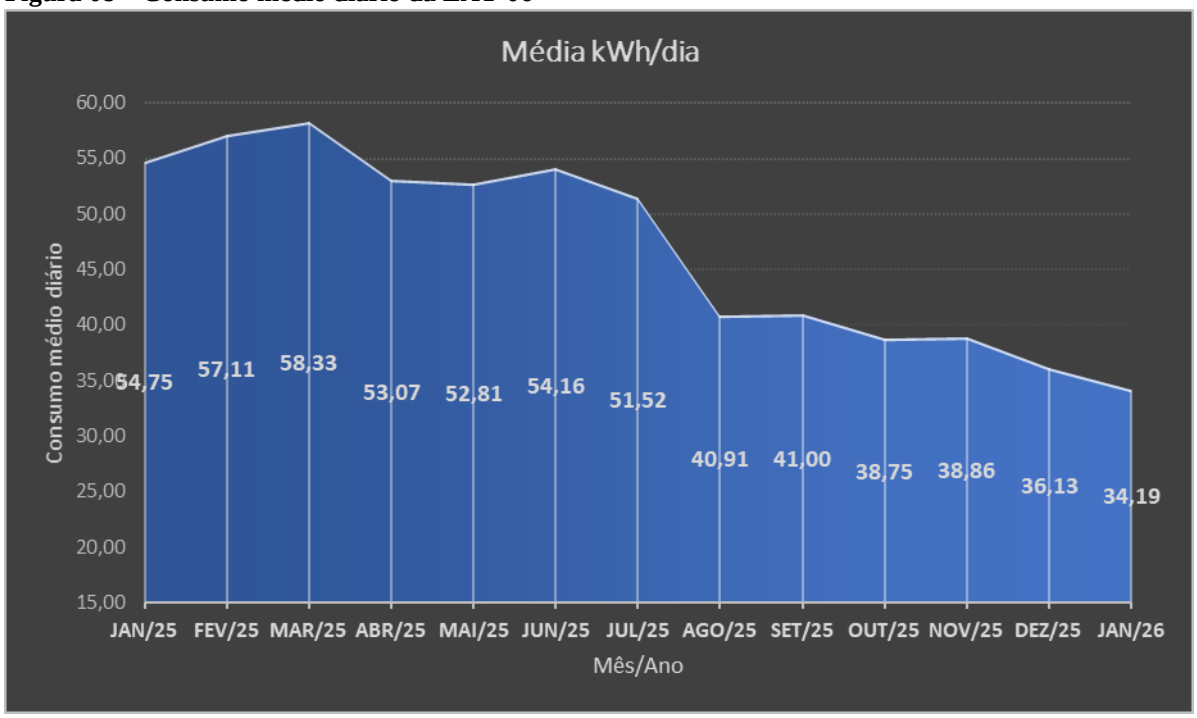


Fonte: Copasa, 2026

Outro resultado de elevada relevância operacional foi a significativa redução do consumo de energia elétrica na elevatória de água tratada denominada EAT-06, que antes das ações tinha um consumo médio de 55 kWh, e após as ações passou para um consumo médio de 38 kWh com uma redução de 18 kWh, como pode ser observado na figura 04, que passou a gerar uma economia anual de R$5.923,00, considerando o custo médio de kWh de R$0,80. As intervenções implementadas possibilitaram a diminuição de aproximadamente de 09 horas no regime diário de operação da unidade. Antes das melhorias, a EAT-06 operava, em média, 15 horas por dia, após as adequações, o tempo de operação foi reduzido para 06 horas diárias, essa otimização operacional contribui para elevar a eficiência

energética da elevatória, bem como para mitigar o desgaste dos equipamentos eletromecânicos, ampliando sua vida útil e reduzindo a probabilidade de falhas prematuras.

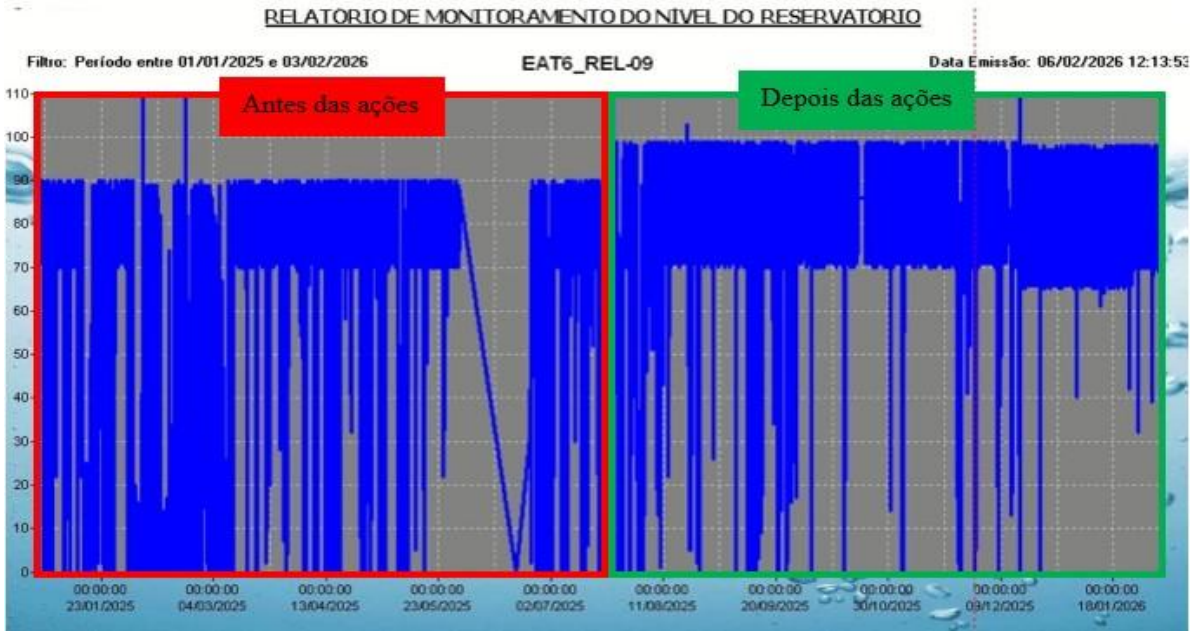
Figura 08 – Consumo médio diário da EAT-06



Fonte: Copasa, 2026

Pode ser observada uma alteração positiva no comportamento do reservatório elevado de 75m³ REL-09, que anteriormente apresentava uma flutuação indesejável dos níveis operacionais. Após as intervenções realizadas, o reservatório passou a operar em uma condição hidráulica estável e adequada, refletindo maior eficiência e regularidade no sistema de abastecimento de água.

Figura 09 – Flutuação do reservatório elevado REL-09



Fonte: Copasa, 2026

Com a construção das novas caixas para instalação das válvulas redutoras de pressão foi desenvolvido um padrão que mitigou significativamente os riscos associados às atividades em espaço confinado, trabalho em altura e os riscos de acidentes de trânsito, além de proporcionar condições mais ergonômicas para execução dos serviços de instalação e manutenção desses equipamentos, isso foi possível porque as redes de distribuição de água foram remanejadas das vias públicas para os passeios, passando a operar em uma profundidade inferior a 01 metro, o que facilita o acesso, reduz o tempo de intervenção e melhora a segurança operacional da equipe.

Figura 10 – Caixa para instalação de válvula redutora de pressão



Fonte: Autores, 2026

Como resultado financeiro, a COPASA teve uma economia gerada anual de R$ R$ 76.850,31, considerando a redução de perdas de água e redução com custo energético da EAT-06. Em Perdizes-MG, foi realizado um investimento de R$ 77.428,73, que incluiu a construção de 03 caixas para a instalação de válvulas redutoras de pressão e a construção da 635 metros de RDA DN 100 mm. Esse investimento será recuperado em apenas 01 ano, demonstrando a eficiência e a eficácia das ações implantadas que estão alinhadas ao mapa estratégico da companhia. Esses investimentos foram essenciais para a melhoria contínua do sistema de abastecimento de água de Perdizes-MG, resultando em uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos e na redução significativa das perdas de água. A combinação de tecnologia avançada e monitoramento contínuo permitiu uma resposta rápida e precisa às necessidades operacionais, garantindo um fornecimento de água mais estável e confiável para a população.
Esses resultados reforçam a eficácia das ações decorrentes da modelagem hidráulica, demonstrando impacto expressivo na eficiência operacional, na sustentabilidade do sistema e na redução de custos, validando plenamente os benefícios proporcionados pelas intervenções realizadas.

CONCLUSÃO

A aplicação de tecnologias voltadas à gestão eficiente dos recursos hídricos é fundamental para preservar a sustentabilidade do abastecimento de água, especialmente em regiões que enfrentam desafios operacionais e estresse hídrico, como é o caso de Perdizes-MG. As ações implementadas pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) demonstraram elevada eficácia, garantindo a continuidade do abastecimento de água e promovendo o uso adequado e otimizado dos ativos disponíveis.
De modo geral, a experiência obtida em Perdizes-MG configura um referencial técnico para outras localidades com condições semelhantes, evidenciando o potencial de replicação da realização de modelagem hidráulica. A integração entre soluções tecnológicas, gestão eficiente das pressões das redes de distribuição, eficiência energética, gestão para a redução de perdas de água e aproveitamento estratégico dos ativos operacionais mostrou-se uma abordagem consistente para elevar a eficiência do sistema de abastecimento de água, resultando em um fornecimento mais estável, confiável e sustentável para a população atendida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo
2. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais (ARSAE) Disponível em: https://www.arsae.mg.gov.br/2024/06/17/perdas-de-agua-um-dos-grandes-desafios-do-saneamento-basico.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público — Procedimento. ABNT, 2017.
4. MANZI, Daniel. A hidráulica de todo dia no saneamento. Curitiba: Editora Appris, 2020.
5. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023: Parcerias e Cooperação para a Água. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384659_por.
6. SHIKLOMANOV, I. A. World fresh water resources. In: GLEICK, Peter H. (org.). Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. New York: Oxford University Press, 1993. p. 13–24.
7. Universidade Federal da Paraíba, Manual do EPANET 2.0 BRASIL. Disponível em: https://www.ct.ufpb.br/lenhs/downlodas/epanet/.