



XI-1293- APLICAÇÃO DA MODELAGEM HIDRÁULICA NA MELHORIA OPERACIONAL SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DE VÁRZEA DA PALMA

Leonardo Costa Silva ⁽¹⁾

Engenheiro Civil, Pós-Graduado em Gestão Pública, Engenharia de Sistemas, Modelagem Hidráulica e Técnico Eletrotécnica.

Antônio Carlos Câmara Junior ⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade FUMEC. Mestre em Saneamento, Meio Ambiente, Hidráulica e Recursos Hídricos pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (EE/UFMG). Especialista em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Gerente da Unidade de Serviço de Apoio Operacional Norte (USON) da COPASA-MG.

Flávio de Paula ⁽³⁾

Engenheiro Civil, Pós-Graduado em Saneamento e Meio Ambiente e Perícia e Avaliações.

Jurandir Vieira Lima ⁽⁴⁾

Engenheiro Civil, Pós-Graduado em Saneamento e Meio Ambiente e MBA Gestão de Pessoas.

Dyhogo Henrique Veloso Leal ⁽⁵⁾

Zootecnia, Mestre em Produção Animal e Técnico Eletrotécnica.

Endereço ⁽¹⁾: Av. Doutor Mário Tourinho, km 3,5 - Bairro Mangués - Montes Claros - MG - CEP: 39403-476 - Brasil - Tel: +55 (38) 3229-5763 - Cel: +55 (38) 99949-0333 - e-mail: leonardo.costa1@copasa.com.br.

RESUMO

O município de Várzea da Palma, localizado no norte do Estado de Minas Gerais, enfrenta desafios na operação de seu sistema de abastecimento de água, que é composto por uma captação superficial no Rio das Velhas, uma Estação de Tratamento de Água, Reservatório e duas estações elevatórias. A falta de água e pressão baixa na rede, excesso de perda de carga e falta de capacidade de bombeamento são alguns dos problemas identificados. O objetivo deste trabalho é diagnosticar e indicar melhorias operacionais para o sistema de abastecimento de água da cidade de Várzea da Palma, por meio da modelagem hidráulica computacional, buscando resolver os problemas de falta de água e pressão baixa na rede, excesso de perda de carga e falta de capacidade de bombeamento.

Utilizou-se o software WaterGEMS para simulação hidráulica de cenários do sistema de abastecimento de água, subsidiados com dados hidráulicos levantados em campo para calibração do sistema.

Com a modelagem hidráulica, foi possível simular vários cenários reais, avaliando possibilidades e direcionando intervenções no sistema com base nas melhores respostas do software, otimizando serviços e economizando recursos da empresa. As melhorias propostas incluem a instalação de novo booster, delimitação da área de atuação da EAT-02.

A modelagem hidráulica computacional é uma ferramenta eficaz para gerenciamento operacional de sistemas de abastecimento de água. Com as melhorias propostas, espera-se que os problemas de falta de água e pressão baixa na rede, excesso de perda de carga e falta de capacidade de bombeamento sejam resolvidos, garantindo um serviço de abastecimento de água mais eficiente e de melhor qualidade para a população de Várzea da Palma.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Hidráulica, Sistema de Abastecimento de Água, WaterGEMS, Problemas Operacionais, Melhoria.

INTRODUÇÃO

O município de Várzea da Palma, área do presente estudo, está localizado no norte do Estado de Minas Gerais, mais especificamente no Alto São Francisco, com a sede a 515 metros de altitude se estendendo por 2 220,3 km². Tem como alguns dos municípios limítrofes Lassance, Francisco Dumont, Jequitaiá e Pirapora, sendo o último a maior cidade nos arredores.



Figure 1 - Localização do Município de Várzea da Palma

A cidade possui uma população aproximada de 40.101 habitantes, com 13.843 ligações de água, com vazão média produzida de 71,3 L/s (MUNICÍPIO VÁRZEA DA PALMA, 2023). O sistema de abastecimento é composto por uma captação superficial no Rio das Velhas (Pot. = 75 cv, Q = 324 m³/h, Hm = 73,5 m) que recalca para Estação de Tratamento de Água - ETA, que é armazenado no Reservatório Apoiado - RAP de 2000 m³, localizado na ETA, que é recalcado pela Estação Elevatória Água Tratada - EAT-01 (Pot. = 150 cv, Q = 336,92 m³/h, Hm = 73,46 m) para abastecimento da zona baixa e do REL de 345 m³ e composto também por outra Estação Elevatória Água Tratada - EEAT-02 (Pot. = 40 cv, Q = 30 m³/h, Hm = 55 m) que abastece a zona alta e o RAP de 150 m³ a jusante, conforme demonstrado no croqui.

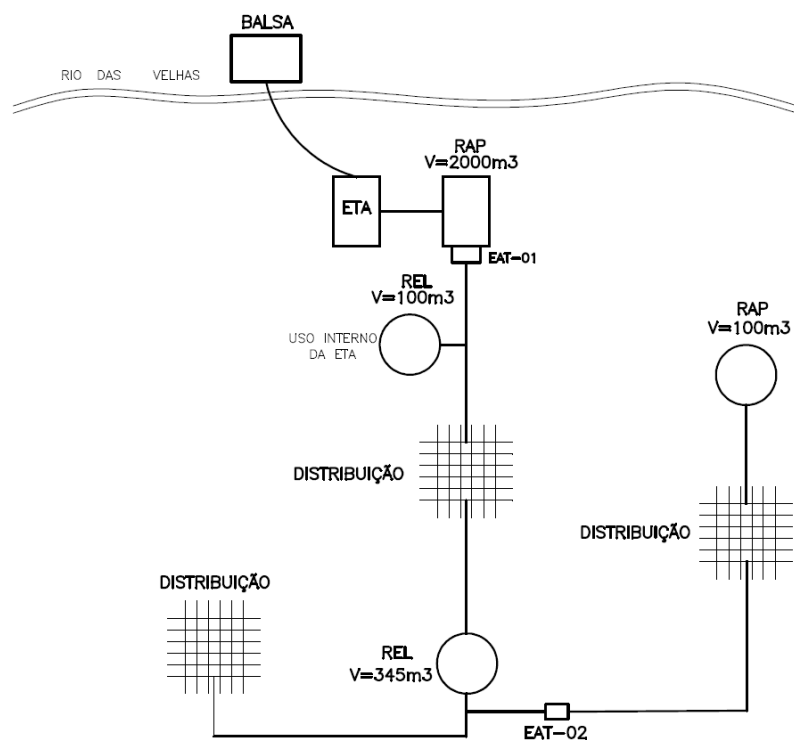


Figure 2 - Croqui do Sistema de Abastecimento de Várzea da Palma

O desenvolvimento das cidades está cada vez mais acelerado nos centros urbanos, o crescimento de novos empreendimentos impõe diversos desafios para operação do sistema de abastecimento de água e esgoto. Dentre os desafios destaca-se a garantia de abastecimento de água, que é essencial para a vida e um direito fundamental do cidadão assegurado pela Constituição Brasileira (GIROL, 2020).

Diversas tecnologias foram desenvolvidas com o objetivo de auxiliar na operação de sistema de abastecimento de água. A ferramenta utilizada neste estudo é a modelagem hidráulica computacional, que corresponde ao processo de simular o sistema de abastecimento de água dentro de um software e de fazer com que o mesmo represente ao máximo as condições do sistema real após calibração com dados de campo, possibilitando-se prever simulações com melhoria no sistema (MARCHI, 2017).

A modelagem hidráulica é uma ferramenta eficaz para gerenciamento operacional de sistemas de abastecimento de água. Ela permite a simulação de vários cenários reais, avaliando possibilidades e direcionando intervenções no sistema com base nas melhores respostas do software, otimizando serviços e economizando recursos da empresa. Neste estudo, buscou-se resolver os problemas de falta de água e pressão baixa na rede, excesso de perda de carga e falta de capacidade de bombeamento. A modelagem hidráulica viabilizou a análise dos cenários com base nos dados coletados em campo. O software adotado para este trabalho foi o WaterGEMS para gerar os cenários dentro do programa e avaliar as melhorias necessárias (PALO, 2010).

OBJETIVOS

O presente trabalho tem por objetivo, diagnosticar e indicar melhorias operacionais para o sistema de abastecimento de água da cidade de Várzea da Palma - MG, na obtenção de informações para elaboração de propostas de melhorias para se buscar resolver os problemas de falta de água e pressão baixa na rede, excesso de perda de carga e falta de capacidade de bombeamento. Utilizou-se o software WaterGEMS para simulação hidráulica de cenários do sistema de abastecimento de água, subsidiados com dados hidráulicos levantados em campo para calibração do sistema.

METODOLOGIA UTILIZADA

Na modelagem hidráulica de sistemas de abastecimento, existem duas soluções populares: o software livre EPANET e o software Bentley WaterGEMS. Para este estudo, optou-se pelo uso do WaterGEMS, pois ele possui recursos que simplificam a integração com bancos de dados GIS, importação de demandas de água e criação de cenários de teste. Além disso, a calibração é realizada de maneira rápida e eficiente com a ajuda da ferramenta "Darwin Calibrator" dentro do próprio aplicativo, otimizando o processo de construção e análise.

Na etapa inicial do nosso estudo, buscamos compreender a operação do sistema de abastecimento de água, coletando informações básicas através da consulta ao cadastro técnico de redes de água no GIS. Durante a análise, identificamos diversas incongruências no cadastro, o que nos levou a trabalhar em conjunto com os colaboradores da SAA para corrigir esses erros. É fundamental destacar que a precisão das informações das redes é fundamental para uma modelagem eficiente, pois permite a representação da realidade do sistema simulado.

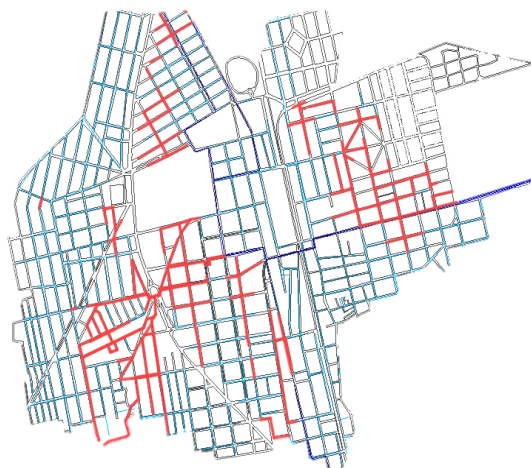


Figure 3 - Representação das redes atualizadas no GIS

Além da análise técnica de cadastros, foram realizadas medições de vazão, pressão e teste de desempenho de conjuntos motobombas. Para medir a vazão, calibramos o medidor de saída da EAT-1 e instalamos um macromedidor ultrassônico na saída EAT-2, registrando todas as medições com dataloggers. Para monitorar as pressões, instalamos seis maletas de pressão e levantamos todas as informações necessárias para calibrar o modelo hidráulico.

Atualizamos o cadastro, exportamos todas as redes e ligações para o formato shapefile (usado em GIS), e importamos os dados para o software WaterGEMS, ajustando-os com informações levantadas em campo, curvas de bomba, dados de reservatórios e regras de operação. Processamos os dados no software de modelagem e obtivemos resultados iniciais de vazão e pressão do sistema.

Calibramos o modelo com a ferramenta Darwin Calibrator, comparando os resultados de campo com os simulados pelo software, a fim de validar sua utilização em simulações futuras. Com o modelo calibrado, criamos cenários com propostas de melhorias operacionais para atender às demandas identificadas.

RESULTADOS OBTIDOS ou ESPERADOS

Após a criação do modelo matemático pode-se observar o comportamento da pressão em vários pontos da cidade de Várzea da Palma - MG. O processo de calibração do modelo incluiu a coleta de dados em campo e a utilização da ferramenta de calibração Darwin Calibrator.

Os gráficos 1 e 2 de calibração de modelagem hidráulica apresentados comparam resultados do modelo (representadas pela linha azul) com as medidas reais obtidas em campo (representadas pelos pontos). O objetivo da calibração é assegurar a precisão da representação do modelo da realidade física, verificada pela comparabilidade dos resultados obtidos pelo modelo com as medições reais.

A calibração do modelo está apresentando resultados satisfatórios, pois a maior parte das saídas do modelo estão alinhadas às medidas reais. Embora alguns desvios possam ser observados em pontos específicos, eles são geralmente pequenos e dentro dos limites aceitáveis. Isso indica que o modelo está sendo calibrado de forma efetiva e representando adequadamente a realidade física.

É importante notar que a calibração é um processo iterativo e pode ser necessário ajustar o modelo e refazer a calibração várias vezes antes de se chegar a um resultado satisfatório. No entanto, com base nos gráficos 1 e 2, podemos concluir que o modelo está representando corretamente a realidade física e pode ser usado para simular cenários futuros com confiança.

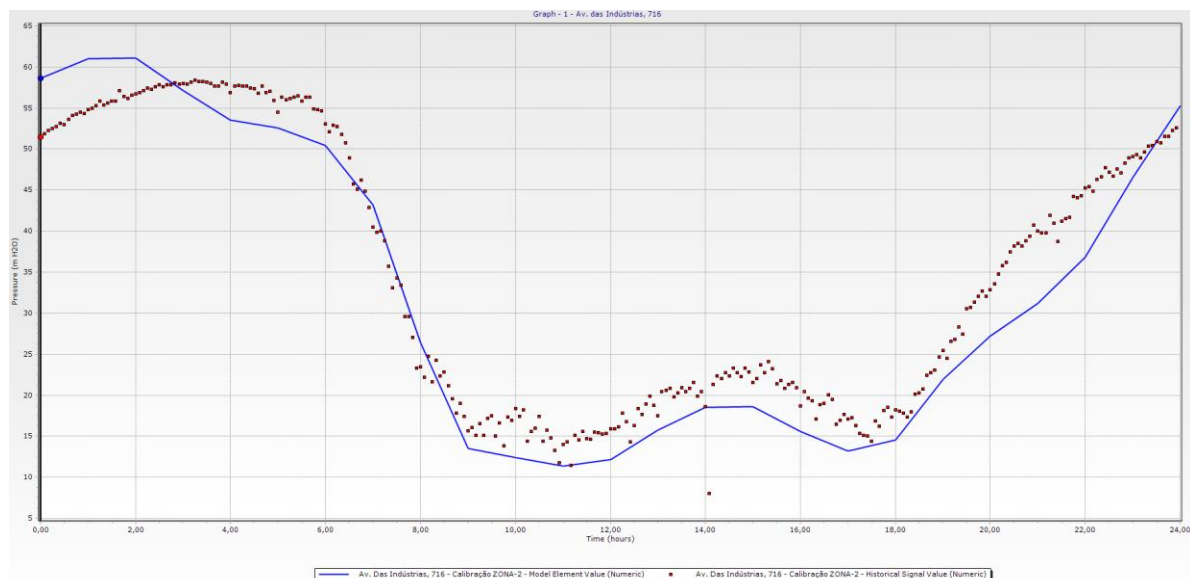


Figure 4 - Calibração da Av. das Indústrias, 716



Figure 5 - Rua Zila Fernandes, 483

Com a utilização do modelo calibrado, foi possível desenvolver simulações de diferentes cenários, visando avaliar as intervenções necessárias para solucionar problemas comuns na rede de água, tais como a falta de água e pressão baixa, o excesso de perda de carga e a falta de capacidade de bombeamento. Essas simulações permitiram identificar as soluções mais eficazes e econômicas para esses problemas, e forneceram informações valiosas para a tomada de decisão.

ANÁLISE e DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A proposta de interligação da adutora DN200 na rede DN75 na Rua Aarão Reis melhorou a pressão na região, pois o abastecimento era realizado em uma rede DN50 na Rua Tamoios que ficou com registro fechado. Nesse ponto ocorria muita perda de carga.

A linha vermelha do gráfico representa como ficou a pressão no ponto crítico após a interligação.

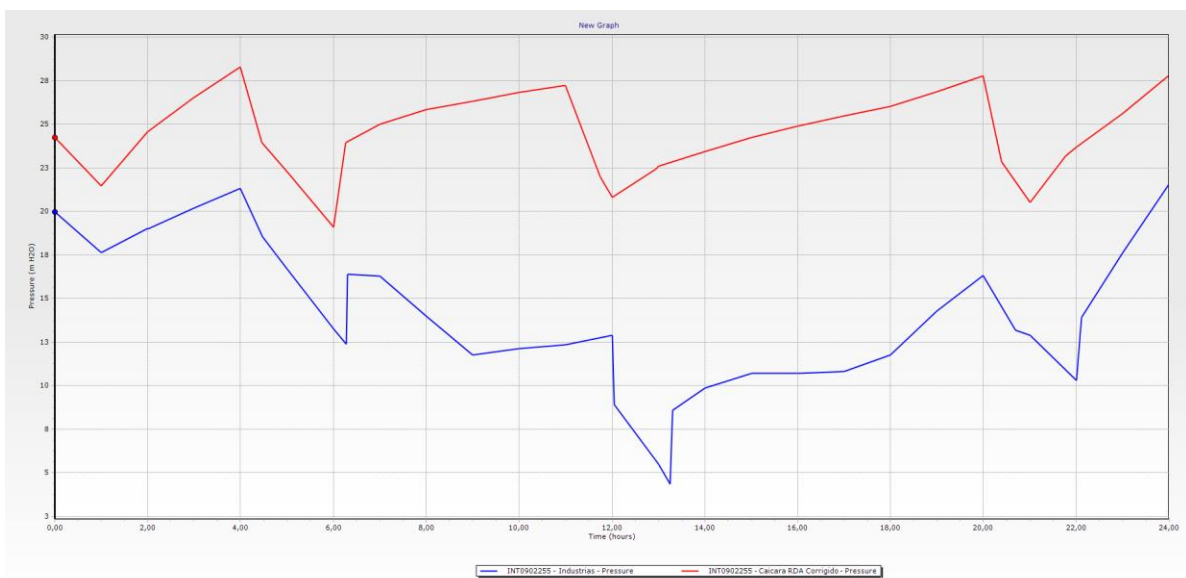


Figure 6 - Análise Comparativo da Pressão antes e após a interligação

O resultado da análise de pressões atuais do bairro Nova Esperança/Várzea da Palma - MG demonstra que há um desabastecimento nesse ponto levantado que apresenta, em boa parte do dia, uma pressão abaixo de 10 mca. Nesse

bairro foi proposta a criação de um booster, visto que nem a EAT-01 e o REL conseguiram abastecer a região com pressão suficiente; através do próprio modelo foi definido um ponto onde tinha pressão suficiente para locar o novo booster.

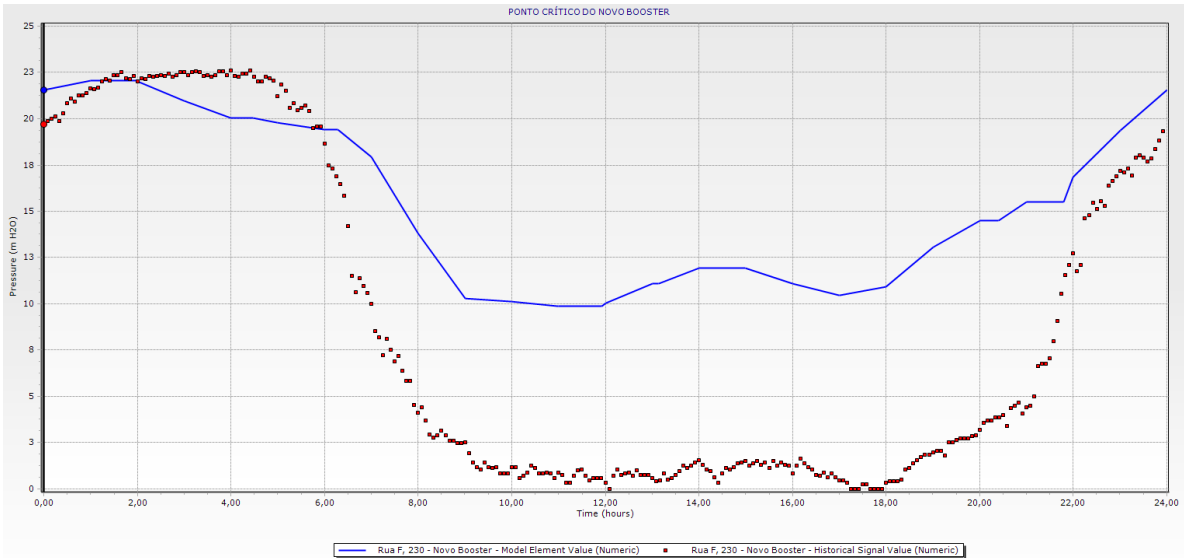


Figure 7 - Análise Comparativo da Pressão antes e após implantação do booster

O Gráfico acima mostra como ficou o ponto crítico após locação do booster em um novo cenário. A linha representada pelos pontos são as medidas reais obtidas em campo e a linha azul representa o resultado obtido no modelo após criação do novo booster.

Um dos principais problemas enfrentados foi a EAT-02 não conseguir abater a sua região, após várias análises e validações da curva do conjunto motobomba em campo, percebeu-se que a área de abastecimento da EAT-02 não estava estanque, que tinha interligação que misturava duas áreas de abastecimento que não estavam registradas no cadastro.

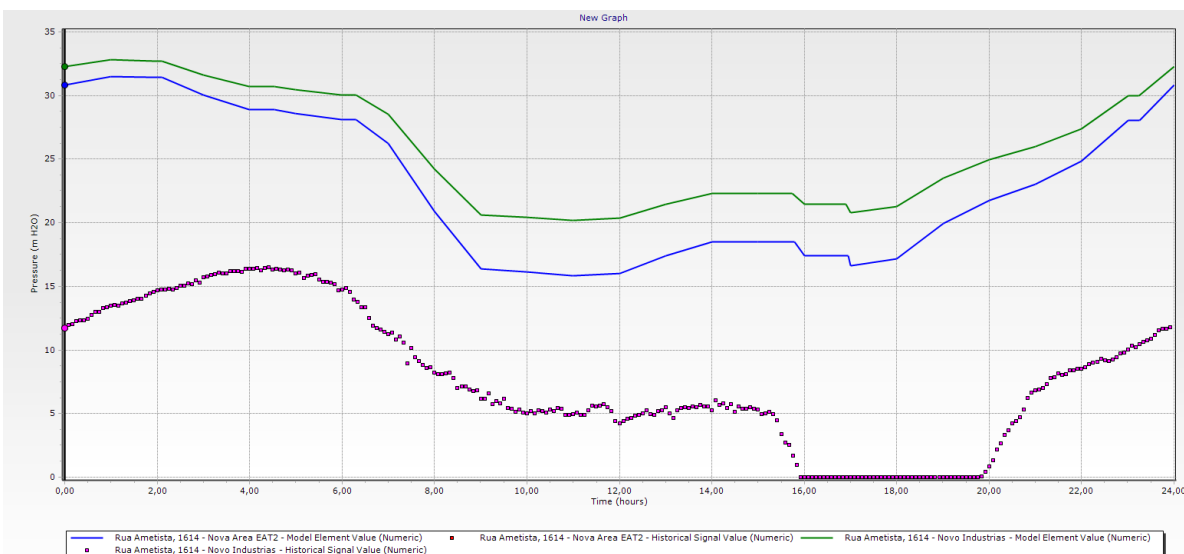


Figure 8 - Análise Comparativo da Pressão antes e após adequação da área abastecida pela EAT-02

Nesse gráfico a linha representada pelos pontos são as medidas reais obtidas em campo na área abastecida pela EAT-02, percebeu-se o desabastecimento da região. Após a delimitação da área de atuação da EAT-02 percebe-se na linha verde como ficou o abastecimento.

A linha azul representa outro cenário de teste, o aumento da área de abastecimento da EAT-02.

Ao se realizar uma setorização da área da EAT-02, percebeu-se que a região dos bairros Jardim América e Nossa Senhora de Fátima/Várzea da Palma - MG ficou, uma parte do dia, sem água, conforme mostra a figura abaixo na linha verde.

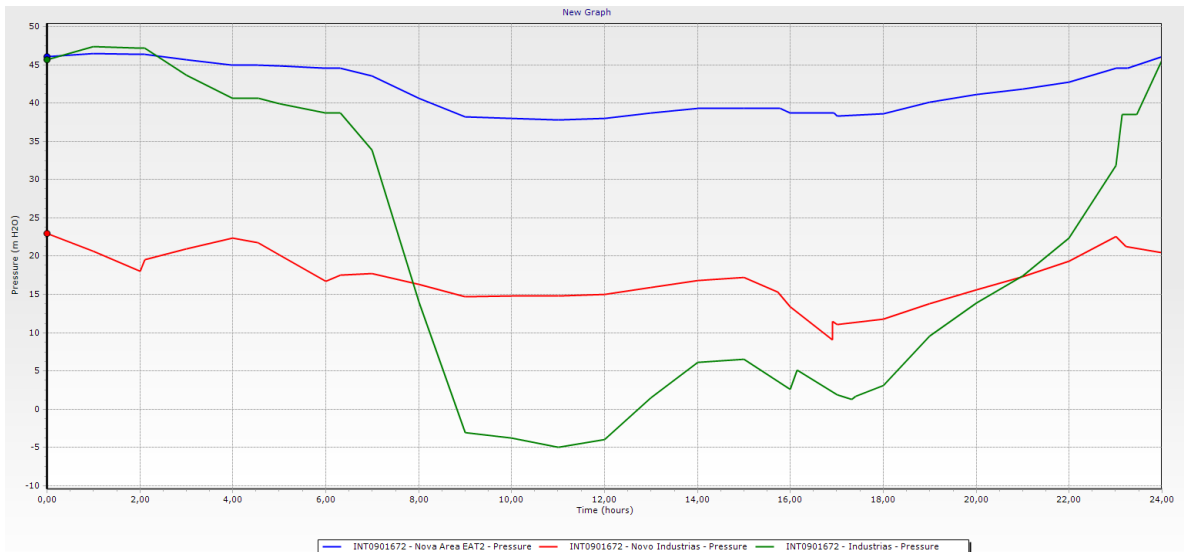


Figure 9 - Análise Comparativo da Pressão antes e após setorização e interligações

Portanto, ante às coletas ora apresentadas, criou-se outros cenários com propostas de novas interligações para anteder os bairros citados, na cidade de Várzea da Palma - MG, conforme pode-se verificar na linha azul representada no gráfico.

A linha vermelha representa outro cenário com mudança na ampliação do setor.

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Este artigo apresentou o processo de calibração do modelo matemático para a análise do comportamento da pressão da água na cidade de Várzea da Palma - MG. O modelo foi calibrado com dados coletados em campo e a ferramenta Darwin Calibrator, com resultados satisfatórios, indicando que o modelo representa adequadamente a realidade física. A utilização do modelo calibrado permitiu desenvolver simulações para solucionar problemas comuns na rede de água, proporcionando informações valiosas para a tomada de decisão.

Através do modelo, foram realizadas simulações de diferentes cenários para solucionar problemas na rede de água. A proposta de interligação da adutora DN200 melhorou a pressão na região e a criação de um booster resolveu o desabastecimento na área do bairro Nova Esperança/Várzea da Palma - MG. A identificação da setorização dos bairros, aliada à delimitação da área atendida pela EAT-02, foi apontada como uma solução crucial para resolver a questão da insuficiência de pressão na região.

Em resumo, o modelo matemático calibrado forneceu informações valiosas para a solução dos problemas enfrentados na rede de água da cidade de Várzea da Palma - MG, contribuindo para a melhoria da qualidade e disponibilidade do abastecimento de água na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MUNICÍPIO DE VÁRZEA DA PALMA, Cidade Brasil. Disponível em: <https://www.cidadebrasil.com.br/municipio-varzea-da-palma.html>. Acesso em: Janeiro, 2023
2. GIROL, G. (2020). Aplicação da modelagem hidráulica na otimização de sistemas de abastecimento de água. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/case-02-aplica%C3%A7%C3%A3o-da-modelagem-hidr%C3%A1ulica-na-otimiza%C3%A7%C3%A3o-girol>. Acesso em: de Novembro, 2022.
3. MARCHI, C. E. (2017). Estudo de otimização operacional do sistema de abastecimento de água do distrito do Rio Vermelho – redução de perdas de água. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/11/XI-037.pdf>. Acessado em Outubro de 2022.
4. PALO, P. R. (2010). Avaliação da eficácia de modelos de simulação hidráulica na obtenção de informações para diagnóstico de perdas de água. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-27092010-104217/publico/Dissertacao_PRP.pdf. Acessado em Novembro de 2022
5. EPANET BRASIL. (2009). Manual do Epanet. Disponível em: http://ct.ufpb.br/lenhs/contents/documentos/programa-epanet/manual_do_epanet_brasil.pdf /. Acesso em: Novembro de 2022.
6. BENTLEY SYSTEMS, INCORPORATED. (2021). WaterGEMS. Disponível em: <https://www.bentley.com/software/openflows-watergems>. Acessado em: Outubro de 2022.