

## MODELAGEM HIDRÁULICA DOS SISTEMAS DE MACRO-DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA

*Maísa da Silva Melo<sup>1</sup> & Alexandre Kepler Soares<sup>2</sup> \**

**Resumo** – Este trabalho enfoca a apresentação dos resultados da modelagem hidráulica dos sistemas de macro-distribuição da Região Metropolitana de Goiânia, abastecida pelos mananciais João Leite e Meia Ponte, tendo como base o *software* EPANET. Uma análise das infraestruturas existentes e em implantação retrata a região propícia à necessidade de novas formas de integração de ambos os sistemas, trazendo soluções que viabilizem o abastecimento a partir da operacionalização do novo sistema produtor João Leite. A variação de parâmetros orientados por escala temporal, tais como posicionamento de centros de reservação, estações elevatórias, traçados de adutoras e concentração de demandas foram estabelecidas a partir da criação de cenários de análise com base em consumos por área de influência, bem como a partir da disponibilidade de recursos financeiros para a implantação das obras em projeção. Para o cenário existente, verifica-se a saturação das infraestruturas, com a necessidade de inserção das obras em execução.

**Palavras-Chave** – Abastecimento de Água, Modelo Hidráulico, Adutora.

## WATER DISTRIBUTION SYSTEM HYDRAULIC MODELING OF THE METROPOLITAN AREA OF GOIÂNIA

**Abstract** – This work focuses on the hydraulic modeling of the water distribution system in the Metropolitan Area of Goiânia, supplied by João Leite and Meia Ponte water supply systems, with the support of EPANET. An analysis of both existing and future infrastructures has shown that the region needs for new forms of water supply integration, mainly with the new water supply system João Leite. The variation of parameters guided by the temporal scale, such as location of tanks, pumping stations, water mains, and nodal demands have been established for distinct scenarios based on the consumption per area of influence as well as from the availability of financial resources for the systems designing. Considering the existing scenario, there is a saturation of infrastructure, with the need for inclusion of the efforts in progress.

**Keywords** – Water supply, Hydraulic model, Water pipeline.

### INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de Goiânia, destacando-se os municípios de Goiânia, Aparecida de Goiânia, Goianira e Trindade, possui dois grandes sistemas de abastecimento de água que têm como mananciais o Ribeirão João Leite e o Rio Meia Ponte, os quais denominam as estruturas de produção de água operadas pela empresa Saneamento de Goiás S.A. - SANEAGO. O Sistema João Leite é mais antigo, tendo passado por várias ampliações desde a inauguração da Estação de Tratamento de Água Jaime Câmara (ETAG) em 1953. Já o Sistema Meia Ponte mantém-se conforme sua implantação desde 1988, com a inauguração da Estação de Tratamento de Água Eng. Rodolfo José da Costa e Silva (SANEAGO, 2007).

Atualmente, ambos os sistemas apresentam proporções e capacidades equivalentes, cada um com vazão de captação média igual a 2,0 m<sup>3</sup>/s. Cerca de 50% da área conurbada é abastecida pelo

<sup>1</sup> Engenheira Civil da SANEAGO, Especialista em Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Goiás, e-mail: mahisamel@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto, Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, e-mail: aksoares@gmail.com

Sistema Meia Ponte, abrangendo a região noroeste de Goiânia, parte da região nordeste, parte da região central de Goiânia, bairros de Trindade, região sudoeste de Goiânia e vários bairros de Aparecida de Goiânia. Já a outra metade da população é abastecida pelo Sistema João Leite, abrangendo parte da região nordeste, parte da região central e toda a região sudeste de Goiânia, bem como a região norte de Aparecida de Goiânia.

No entanto, esse quadro está sendo substancialmente alterado com a ampliação da disponibilidade hídrica proporcionada pela barragem de regularização instalada no Ribeirão João Leite, que passará a abastecer a maior parte da Região Metropolitana de Goiânia. Nesta conjuntura, os projetos e obras propostos envolvem soluções que extrapolam as diretrizes apontadas no Plano Diretor de Água de Goiânia e Áreas Conurbadas (PDAEG), elaborado entre os anos de 1995 a 1998. As alterações podem ser destacadas da seguinte forma:

*Novo Sistema de Produção João Leite:* trata-se das obras em andamento referentes à nova estação elevatória de água bruta, adutora de água bruta, nova estação de tratamento de água tratada, denominada Governador Mauro Borges Teixeira, adutora de água tratada e *booster*; e

*Reestruturação do Sistema de Reservação e Adução Meia Ponte:* trata-se da concepção de quatro novos reservatórios, recalque e adutoras de interligação situados na área de abrangência noroeste de Goiânia.

Para possibilitar a continuidade de estudos e projetos pertinentes que ainda necessitam ser implantados, devem-se delinear as proposições quanto à forma de integração da macro-distribuição de água com a redefinição das áreas de influências dos Sistemas João Leite e Meia Ponte, principalmente a partir da inauguração do novo Sistema Produtor João Leite. A importância da análise fundamenta-se ao fato de permitir subsidiar as diretrizes de projetos e obras em concepção pela SANEAGO pelos próximos anos. Com a expansão da área a ser abastecida pelo Sistema João Leite (atingirá cerca de 70% do abastecimento de Goiânia, liberando o Sistema Meia Ponte para abastecer os municípios de Trindade e Goianira), o posicionamento e alimentação dos reservatórios de distribuição por diferentes caminhos de adução, juntamente com mecanismos e condições que tragam a facilidade de manutenção das unidades componentes, devem trazer regularidade de abastecimento.

Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar os resultados das avaliações de diferentes cenários de integração da macro-distribuição de água dos sistemas João Leite e Meia Ponte na Região Metropolitana de Goiânia, com base na operacionalização do novo sistema de produção João Leite, tendo como forma de instrumento a modelagem hidráulica no *software* EPANET 2 (ROSSMAN, 2002).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O estudo da modelagem hidráulica de integração dos Sistemas João Leite e Meia Ponte foi estruturado da seguinte forma:

a) Foram estabelecidos três cenários, sendo os dois primeiros desenvolvidos para o ano 2015 com o intuito de estabelecer critérios comparativos entre os mesmos, e o terceiro para o ano 2030. Os cenários são denominados: (1) sistemas existentes, (2) inserção do novo sistema produtor João Leite e unidades em obras e/ou projetadas, e (3) integração dos Sistemas Meia Ponte / João Leite, proposta deste trabalho;

b) Para cada um dos cenários foi efetuado o levantamento de dados para a alimentação dos modelos hidráulicos. Para tal, foram elaboradas a esqueletização dos sistemas e o estudo de

demanda por área de influência, utilizando-se apenas redes principais, centros de reservação (CRs) e recalques mais representativos para efeito da modelagem;

c) Fez-se a introdução, com a topologia já definida, de dados dos componentes do sistema: diâmetros e comprimentos dos tubos, cotas altimétricas dos nós, níveis dos reservatórios, válvulas e seus parâmetros de controle, balanço de demandas nos nós e curvas das bombas das estações elevatórias;

d) Foram avaliadas as opções de tempo e energia. Para a opção tempo, foi criado padrão para simular o comportamento dinâmico do sistema a cada intervalo de 3 horas para a duração de 24 horas de simulação. Já para a opção energia, foi adotado rendimento médio de bombeamento igual a 75% e preço do kWh igual a R\$ 0,23;

e) A curva de modulação de consumo dos nós foi adotada com base em literatura (GOMES, 2009), aplicando-se os fatores multiplicativos: 0.3, 0.4, 1.2, 1.5, 1.5, 1.3, 1.1 e 0.7. Já o padrão de energia manteve o preço constante, exceto das 18 às 21 horas (adotado fator 3);

f) Para as análises dos cenários, as simulações hidráulicas foram efetuadas considerando a pior situação de funcionamento dos sistemas, ou seja, com os CRs das ETAs em nível mínimo abastecendo todos os reservatórios subsequentes, e estes em seu nível máximo, com vazão correspondente à demanda máxima diária;

g) O cálculo hidráulico considerou regime de escoamento permanente no período estendido, utilizando a fórmula de Darcy-Weisbach para determinação da perda de carga, com rugosidade absoluta de 0,2 mm;

h) Uma vez efetuada a entrada dos dados, partiu-se para a verificação das simulações hidráulicas, analisando o atendimento das demandas nos nós em função da carga de pressão, o balanço de vazão nos reservatórios e o consumo de energia para as elevatórias;

i) Por fim, foi elaborada a análise crítica de cada um dos cenários, pontuando as implicações verificadas nas simulações para efeitos de projeção e operação dos sistemas.

### **Sistemas Existentes e Cenários de Avaliação**

A topologia do Cenário 1 representa o fluxo da macro-distribuição existente, conforme ilustra a Figura 1. Este cenário possui cinco origens de produção (Meia Ponte, João Leite, Arrozal, Lajes e Poços) e totaliza a demanda máxima diária de 7.155 L/s. O Sistema Meia Ponte abrange os municípios de Goiânia, Trindade e Aparecida de Goiânia, enquanto o Sistema João Leite abrange os municípios de Goiânia e Aparecida de Goiânia.

A topologia do Cenário 2 representa o fluxo de macro-distribuição atualmente projetado e em execução (Figura 1). Neste cenário, que também simula as mesmas demandas para o ano 2015, mas com o acréscimo de todas as unidades que se encontram em fase de execução, são mantidos os dados dos sistemas existentes e incluídos os dados referentes às novas unidades, observando que, neste cenário, já é possível o abastecimento de água de Aparecida de Goiânia e Goianira.

Ressalta-se a topologia do novo Sistema João Leite (com troca dos recalques ETAG e SENAC), a desativação dos sistemas de poços e do Sistema Lajes, e o delineamento de todas as novas unidades de reforço para o Sistema Meia Ponte Norte, alcançando Goianira, bem como a definição de todas as unidades de reservação e adução para Aparecida de Goiânia.

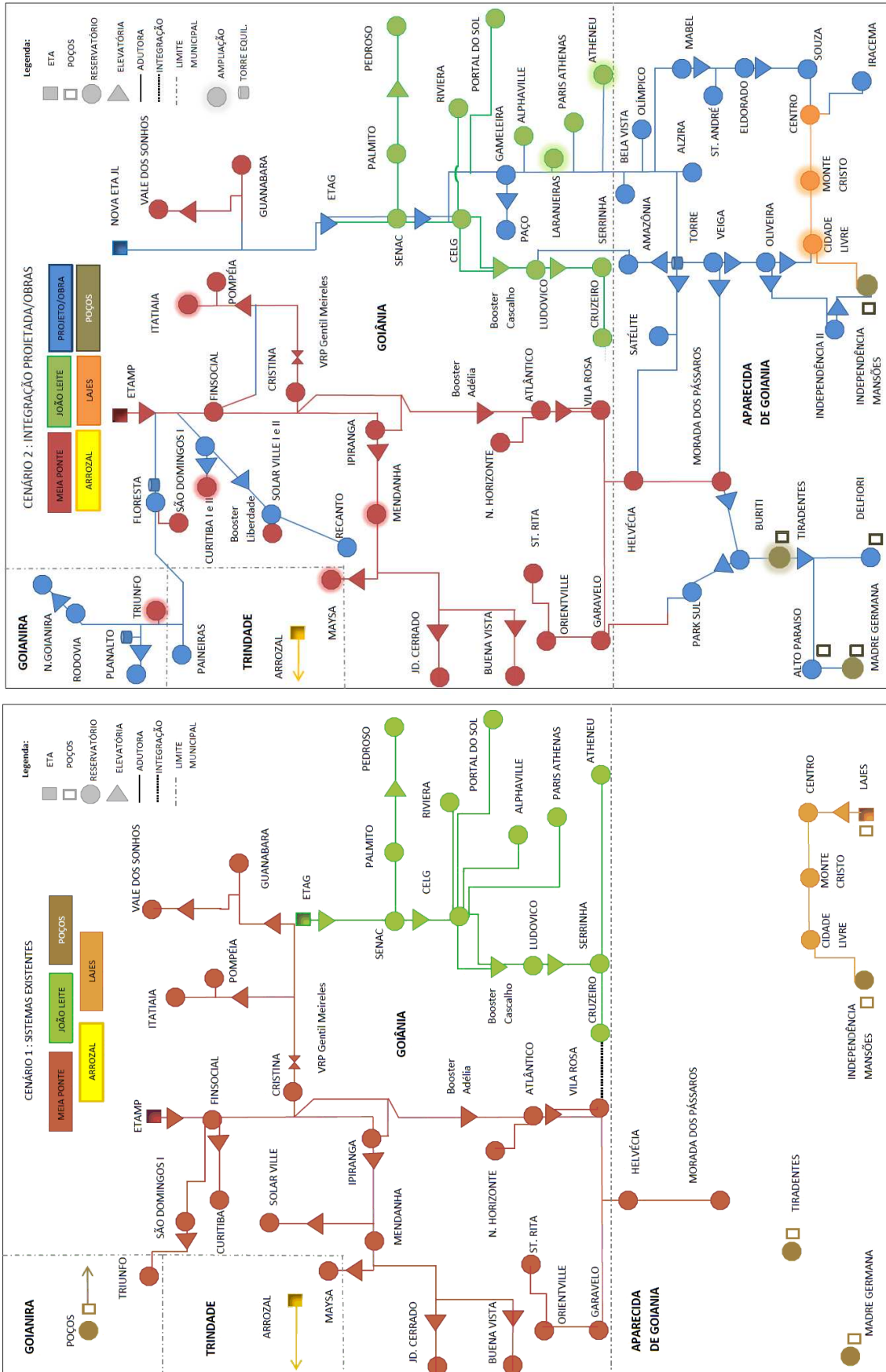


Figura 1 – Esquemas do Cenário 1 (Sistemas Existentes) e Cenário 2 (Integração Projetada/Obras - 2015)

A topologia do Cenário 3 representa o fluxo de macro-distribuição de água planejado para o ano 2030, conforme ilustra a Figura 2. A demanda total da região aumenta para 9.140 L/s, com o direcionamento de reservatórios anteriormente pertencentes ao Sistema Meia Ponte para o Sistema João Leite.

Referente aos recalques propostos, para efeito de estudo do cenário, a simulação foi efetuada considerando apenas a estimativa de potência necessária. No Sistema Meia Ponte foi acrescentado o recalque Pascoal e representado o projeto do *booster* Vera Cruz, em substituição ao Maysa. Já para o Sistema João Leite, foram propostos os recalques Bananal, Itatiaia, Barravento e Cristina, além do recalque Helvécia/Garavelo, que necessita de atualização de projeto.

Todos os dados dos sistemas de macro-distribuição de água podem ser encontrados em Melo & Soares (2013).

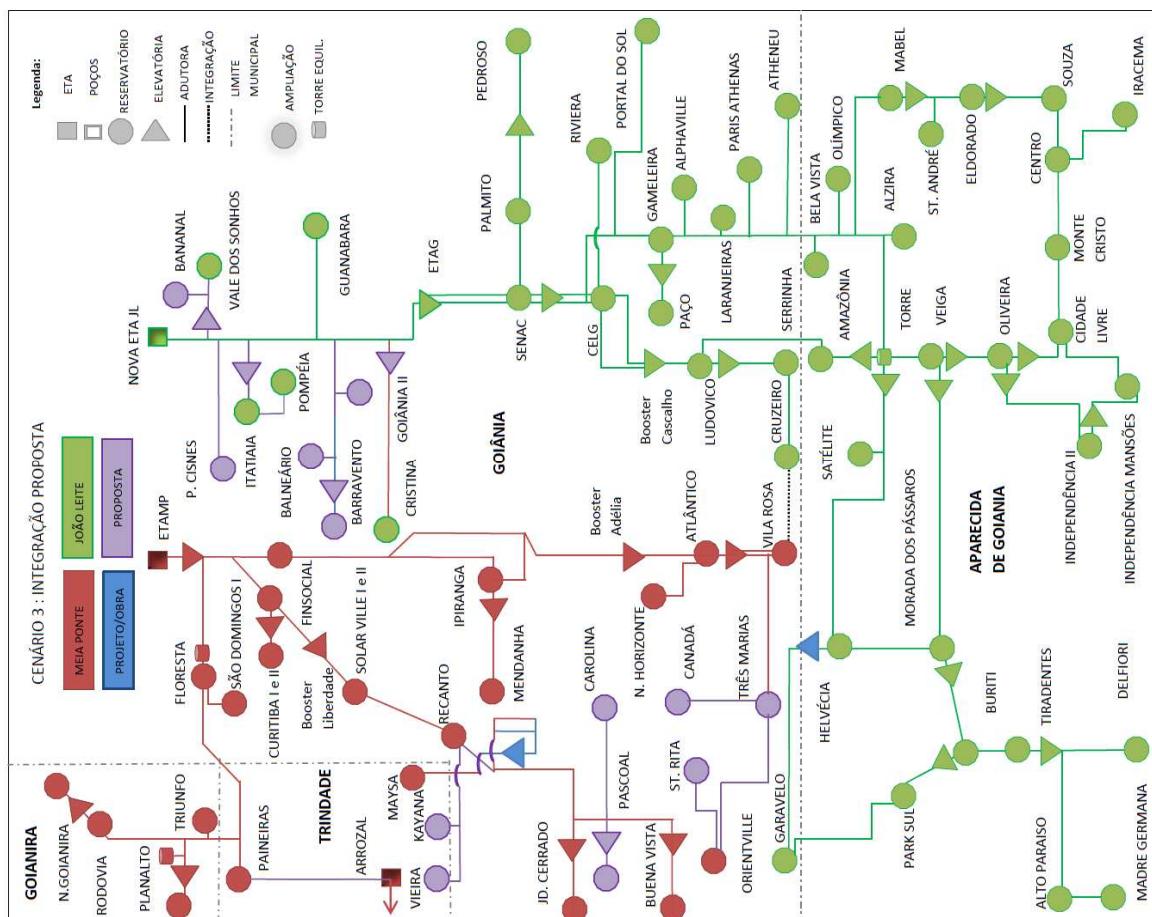


Figura 2 – Esquema representativo do Cenário 3: Integração Proposta (2030)

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A investigação da integração dos Sistemas João Leite e Meia Ponte se baseou nos três cenários de análise, referentes às atuais condições dos sistemas, sequenciada pelo escalonamento de obras em implantação/projeção. Para cada um dos grupos, foi avaliado o comportamento da macro-distribuição de água em função da demanda por área de influência e pelas cargas de pressão atuantes.

Os resultados obtidos para o Cenário 1, ilustrados na Figura 3, confirmam as demandas elevadas partindo tanto do Sistema João Leite quanto do Meia Ponte em direção a conurbação com

Aparecida de Goiânia. Neste modelo, podem ser observadas as saturações do eixo Ipiranga/Adélia para Aparecida de Goiânia, aliviadas pela recente implantação do novo Sistema Adélia, do eixo Ipiranga/Mendanha em direção à Fazenda Santa Rita, uma das áreas de expansão de Goiânia, e do eixo Mendanda/Maysa limitado pelo *booster* Maysa em direção à Trindade.

Neste cenário também se destaca a falta de interligação do sistema de Goianira, que atualmente possui o sistema completamente abastecido por poços, a imensa área de influência abastecida pelo Cristina/Gentil Meireles que atualmente trabalha com pressões superiores a 40 mca na rede de distribuição secundária, expondo o sistema a um maior percentual de perdas, além da saturação de pontos acima da Região Guanabara, que possui um longo sistema de adução abastecido via Sistema Meia Ponte, que torna vulnerável a expansão da região norte.

Já a análise realizada para o Cenário 2 implica na verificação de substancial alteração da modelagem, com acréscimo de reservação, alteração das concepções de recalque e novos caminhos de adução, apesar de serem mantidas as demandas totais dos sistemas. Neste modelo, que inclui todas as unidades em fase de desenvolvimento de projetos ou de execução de obras de implantação, é possível verificar o grau de importância da introdução do novo Sistema João Leite. A ilustração da Figura 4 permite verificar o atendimento de Aparecida de Goiânia com a ligação do “Linhão Gyn.Apa” e suas derivações, representado pela adução CELG/Gameleira/Torre, além da alimentação dos Linhões Oeste (Helvécia/Delfiori), Central (Amazônia/Oliveira), Sul (Independência II/ Iracema) e Leste (Mabel/Souza), que juntos permitem a universalização do atendimento de água em Aparecida de Goiânia.

O custo total diário de energia alcançado para o Cenário 1 é de R\$ 89.826,98, enquanto para o Cenário 2 é de R\$ 80.499,20, o que representa economia da ordem de 10%, mesmo com a inclusão da macro-distribuição de Aparecida de Goiânia e Goianira.

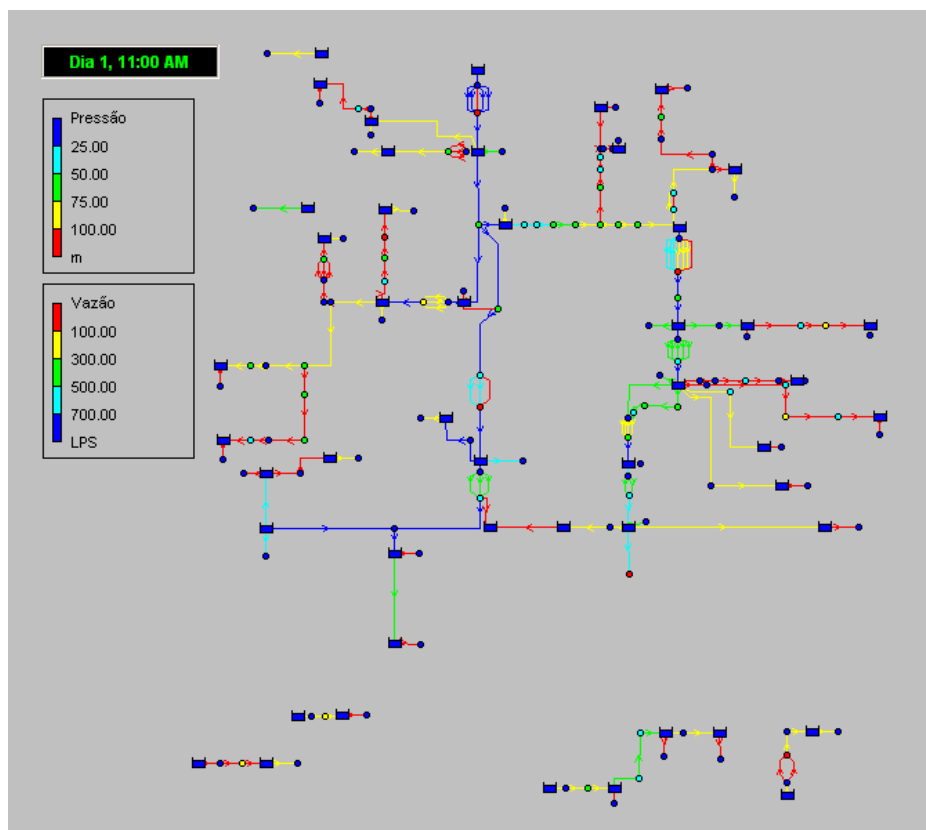


Figura 3 – Resultados do Cenário 1: vazão e carga de pressão

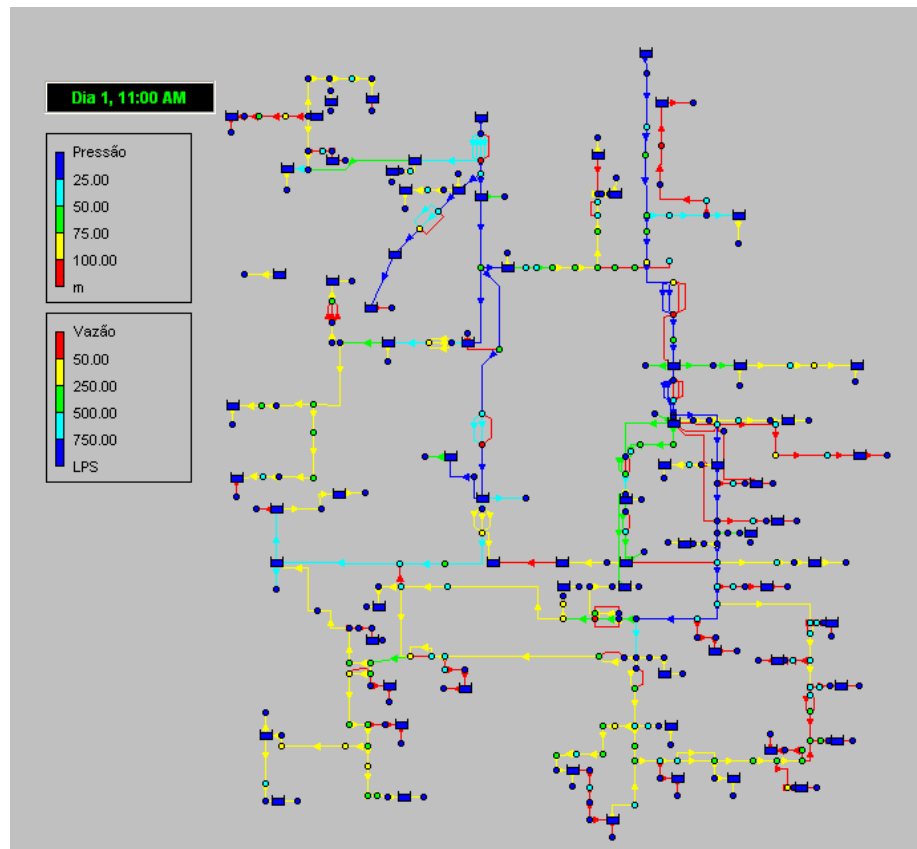


Figura 4 – Resultados do Cenário 2: vazão e carga de pressão

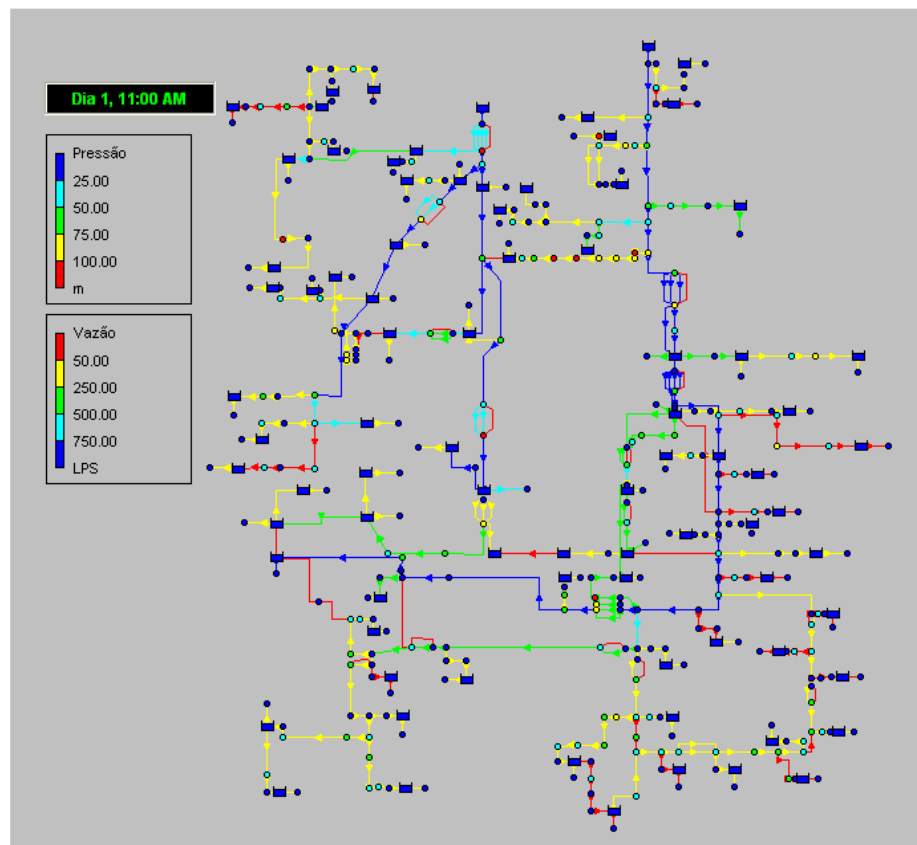


Figura 5 – Resultados do Cenário 3: vazão e carga de pressão

O Cenário 3 vislumbra a próxima fase de projetos em contratação pela Superintendência de Estudos e Projetos da SANEAGO, com a necessidade de realizar a concepção de integração entre os Sistemas João Leite e Meia Ponte, especificamente voltados para a região norte, onde ocorrerá o avanço do Sistema João Leite sobre o Sistema Meia Ponte e a ampliação deste na região sudoeste (Figura 5). As unidades propostas para as derivações do Sistema João Leite totalizam o custo diário de energia de R\$ 106.245,00, o que representa um acréscimo de 24% em relação ao Cenário 2, mas que também é proporcional à demanda dos sistemas nos próximos 15 anos, representada por acréscimo de consumo de 22% em relação aos dois primeiros cenários.

## CONCLUSÕES

Este trabalho consistiu da análise do sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Goiânia, com a perspectiva de realizar o balanço hídrico e hidráulico dos Sistemas João Leite e Meia Ponte a partir da ampliação estratégica das unidades de macro-distribuição (reservação, adução e recalque) entre estes sistemas.

Os cenários permitiram avaliar o conhecimento do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de Goiânia, com o intuito de colaborar com as decisões a serem tomadas a partir da aplicação de ferramentas computacionais como o EPANET. Por fim, os princípios que devem nortear as análises envolvidas devem estar diretamente ligados aos critérios de racionalidade na distribuição da água requerida pelos sistemas de abastecimento, bem como à economia de energia requerida nos bombeamentos.

## AGRADECIMENTO

Este trabalho teve apoio da SANEAGO, especialmente da Gerência de Saneamento e Hidráulica e Superintendência de Estudos e Projetos, Gerência de Produção e Superintendência Metropolitana de Negócios, bem como da empresa Senha Engenharia.

## REFERÊNCIAS

- GOMES, H.P. (2009). *Dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias*. Editora Universitária UFPB. 3º edição. João Pessoa, 277p.
- MELO, M.S.; SOARES, A.K. (2013). Integração dos Sistemas João Leite e Meia Ponte: uma análise do abastecimento de água na Região Metropolitana de Goiânia. In: *Caderno de Recursos Hídricos*, Siqueira, E.Q.; Formiga, K.T.M. (Orgs.). Goiânia: Ed. Kelps, v. 1, p. 145-172.
- ROSSMAN, L.A. (2002). *Epanet – Manual do Utilizador* (tradução para língua portuguesa). Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, 243 p.
- SANEAGO - Saneamento de Goiás S.A. (2007). *Plano Diretor de Água de Aparecida de Goiânia – PDA Aparecida*. Contrato n. 247/2007: Senha Engenharia, 2007.