



## **AUMENTO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA EM SETORES DE ABASTECIMENTO NO MUNICÍPIO DE ITAPEVI – SP**

**Fernanda Cordeiro Angelo de Souza**<sup>(1)</sup>

Engenheira Ambiental, pós-graduada em Planejamento e Gestão de Cidades

**Vinícius Almeida Alves**<sup>(2)</sup>

Engenheiro Civil, pós-graduado em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico

**Priscila Magela Gomes da Silva**<sup>(3)</sup>

Engenheira Civil e tecnóloga em Hidráulica e Saneamento Ambiental

**Gabriele Augusta Roque Aragon**<sup>(4)</sup>

Engenheira Civil

**Amanda Ramos Vieira de Melo**<sup>(5)</sup>

Engenheira Civil e tecnóloga em Hidráulica e Saneamento Ambiental

**Fernando Alvarenga**<sup>(6)</sup>

Engenheiro Civil, especialista em redução e controle de perdas físicas e aparentes, pós-graduado em Tecnologias Ambientais e Gerenciamento de Projetos

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Amazonas, 140 – Vila Galvão – Guarulhos - SP - CEP: 07070-090 - Brasil - Tel: +55 (11) 99523-9106 - e-mail: [fernanda.souza@enorsul.com.br](mailto:fernanda.souza@enorsul.com.br).

### **RESUMO**

A economia no uso dos recursos hídricos sempre foi uma preocupação das concessionárias de abastecimento de água, mas vem ganhando cada vez mais destaque à medida que a água se torna mais escassa no planeta. Em consequência disso, trabalhos visando a redução de perdas em sistemas de abastecimento são cada vez mais importantes e presentes na área de saneamento. Junto a isso, tem se acrescido a preocupação com a eficiência energética dos sistemas, buscando a diminuição do consumo de energia que, em sua produção, também reduzirá o consumo de recursos hídricos. Neste cenário, torna-se cada vez mais comum empreender ações que são capazes de, ao mesmo tempo, promover a redução de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento. O presente trabalho busca evidenciar ações que podem ser implementadas no sistema de infraestrutura de saneamento para alcançar um consumo mais consciente de água e energia elétrica. Para tanto, será demonstrado como um estudo detalhado com auxílio da tecnologia de modelagem hidráulica, aliado a obras de reversão do abastecimento de todo o município de Itapevi, região metropolitana de São Paulo, foi capaz de obter resultados satisfatórios e tão almejados pelas empresas de saneamento básico ao redor do mundo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência energética, Abastecimento de Água, Reversão de abastecimento.

### **INTRODUÇÃO**

De acordo com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA), “água e energia são, cada vez mais, insumos caros e escassos. Acresce, pois, a importância da utilização otimizada dos mesmos, tendo em vista a crise dos combustíveis fósseis e a necessidade de preservação do meio ambiente”. Com base nisto, têm sido empreendidos pelas concessionárias de recursos hídricos em diversas regiões do Brasil ações que visem não apenas o aumento da eficácia do abastecimento de água, mas também a otimização do uso da energia elétrica demandada no processo de abastecimento.

O presente trabalho tem por objetivo demonstrar ações que podem ser implementadas em sistemas de abastecimento de água para se obter tanto a melhoria da utilização dos recursos hídricos disponíveis como também ganhos na eficiência energética do sistema. Para tanto, serão utilizados os dados referentes aos serviços operacionais e obras para redução do volume perdido e redução do consumo de energia elétrica vinculadas a metas de performance nos setores de abastecimento Itapevi e Sapientã, localizados no município de Itapevi, no estado de São Paulo.

O município de Itapevi está localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que tem seu abastecimento de água realizado pela Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, cuja disponibilidade hídrica per capita é 130,68 m<sup>3</sup>/hab./ano, de acordo com informações do Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, ano base 2016/2035.

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), este valor encaixa-se como nível crítico de abastecimento, evidenciando a necessidade de melhorias no sistema, para que se possa atingir um melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Cabe, ainda, ressaltar que, segundo dados da Prefeitura de São Paulo (2012), esta é a bacia hidrográfica que dispõe de menor oferta de água per capita dentre todas as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do estado de São Paulo, sobretudo por sua área geográfica reduzida e elevada concentração populacional. A Prefeitura ainda afirma que a capacidade hídrica da Bacia não é suficiente para abastecer toda a população local, tornando o seu abastecimento dependente da captação de água na vizinha Bacia Hidrográfica do Piracicaba-Capivari-Jundiá.

Além da disponibilidade hídrica comprometida, o projeto contou com inúmeros desafios referentes à precariedade do sistema de abastecimento de água do local: ao iniciar os trabalhos foi verificado que o cadastro de redes estava desatualizado em ao menos 10 anos, o que gerou grande trabalho e esforço da equipe na busca por informações verossímeis. Ademais, deve ser levada em consideração a idade das redes do município, que são, em sua maioria (50,36%), entre 30 e 40 anos, segundo informações fornecidas pela SABESP – concessionária responsável pelo abastecimento da região. A região também possuía um elevado índice de perdas no início do contrato, atingindo a marca de 446 l/ligação/dia, um dos maiores contingentes da Zona Oeste de São Paulo, conforme dados da SABESP, evidenciando as condições vulneráveis das redes de abastecimento locais.

Somam-se todos estes fatores às condições topográficas do município, marcado por áreas de elevada altimetria e grandes desníveis com cotas entre 917 e 729 metros, demandando abastecimento por bombas, uma vez que, por gravidade, não era possível levar água em condições de pressão ideais a todas as ligações existentes na cidade. Ao todo, eram necessários 10 *boosters*, 2 Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT) e 1 Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), resultando em 75% de sua área abastecida a partir de bombeamento.

Com as intervenções realizadas na infraestrutura do município, que serão a seguir apresentadas, obteve-se uma grande redução dos índices acima descritos, através da alteração do fluxo e melhoria do abastecimento da região, reduzindo a demanda por uso de *boosters*, controlando de uma melhor forma os níveis de pressão dentro das tubulações – o que reduz a perspectiva de ocorrência de perdas por vazamentos – e reduzindo o consumo de energia elétrica necessário para a operação do sistema.

Entretanto, para que a melhoria do sistema ocorra com o aumento de eficiência energética, não basta que só haja a redução dos custos com energia elétrica; é necessário que as intervenções sejam economicamente viáveis e o investimento se comprove viável (GOMES, 2010).

Portanto, a partir do desenvolvimento deste trabalho, ficará evidenciado como as melhorias de eficiência hidráulica e energética em um sistema de abastecimento estão intrinsecamente ligadas e como o planejamento adequado das ações de reabilitação de um sistema de abastecimento podem diminuir não apenas os desperdícios na distribuição de água, mas também de energia elétrica.

## **METODOLOGIA**

O processo de prestação de serviços referentes ao presente trabalho foi dividido em seis fases. A primeira delas consistiu na montagem da topologia, ou seja, a identificação dos segmentos de rede existentes, seus pontos de conexão entre si e o levantamento dos usuários a serem abastecidos em cada localidade do setor.

Em seguida, esta topologia foi inserida no *software* de modelagem hidráulica WaterCAD. Esta tecnologia de modelagem hidráulica é capaz de, conforme parâmetros inseridos no *software* pelo usuário – população atendida, nível de elevação, pressões de entrada e saída, dentre outros – efetuar uma simulação do funcionamento do sistema, possibilitando ao projetista executar diagnósticos e antecipar os resultados que serão obtidos em campo a partir de cada ação ou obra executada, bem como apontar as principais deficiências e vulnerabilidades do setor, permitindo direcionar ações para a correção de problemas mais urgentes e que possibilitem resultados mais significativos.

Após o lançamento da topologia no *software* de modelagem, foram efetuadas campanhas de medição de pressão e vazão *in loco*, para obter os dados que, posteriormente, foram inseridos no modelo hidráulico – processo denominado como calibração.

A última etapa do estudo preliminar dos sistemas de Itapevi e Sapiantã consistiu na avaliação das perdas existentes por trecho de rede, para se definir os locais com maior necessidade de atuação para cumprir o primeiro objetivo do contrato proposto: redução de perdas de água.

Por fim, com todas as informações levantadas, foram definidos os primeiros cenários de atuação visando a redução de perdas de água e aumento da eficiência energética no setor. Esta última etapa foi executada durante todo o período de atuação na região – 2019 a 2022 –, sempre estabelecendo as próximas ações e metas de acordo com os resultados atingidos anteriormente e com análises prévias através da modelagem hidráulica.

O esquema da Figura 1 demonstra a metodologia acima descrita.



**Figura 1 - Etapas do processo de atuação**

A adoção deste processo de estudo preliminar e, sobretudo, da tecnologia de modelagem do sistema, permitiu identificar os problemas e saná-los da maneira mais econômica, sustentável e de menor impacto ambiental possível.

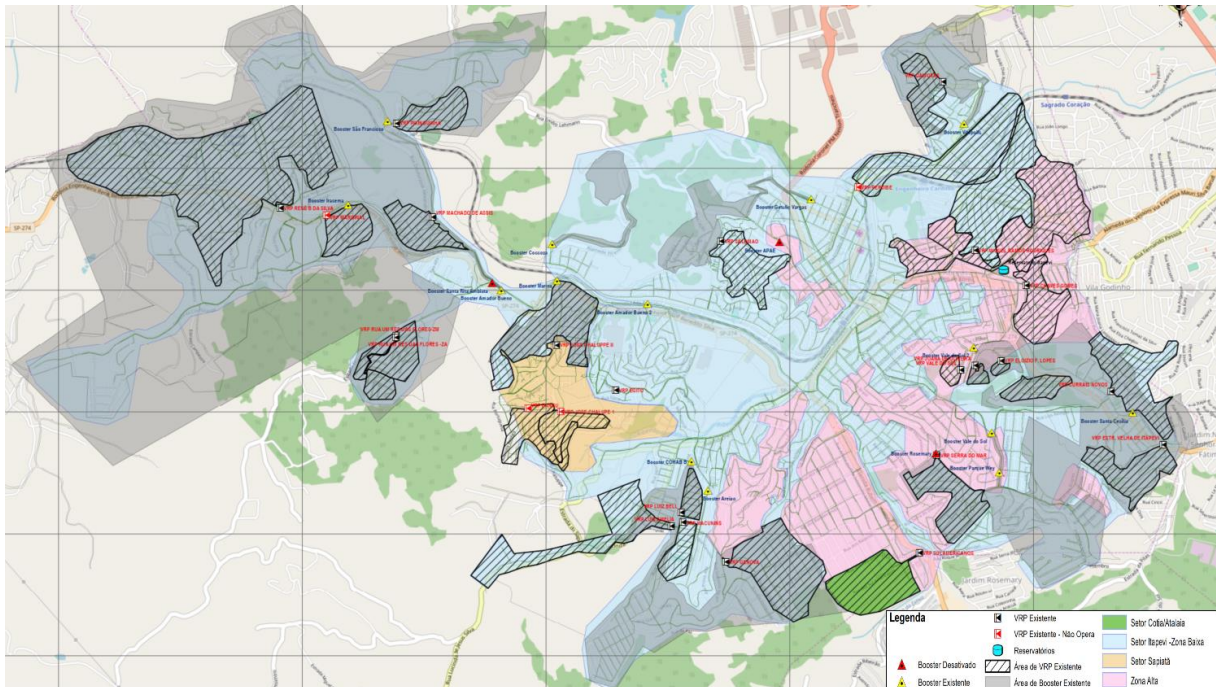
## SERVIÇOS EXECUTADOS

Para o início das atividades no sistema de Itapevi, considerou-se como parâmetros de população base o ano de 2018, que apresentava os valores de 172.499 habitantes para o Setor de Abastecimento Itapevi e de 35.000 habitantes para o Setor de Abastecimento Sapiantã. Aplicando as taxas de crescimento populacional pertinentes, obteve-se uma projeção de 23% de aumento da população total no município para o ano de 2025, totalizando os valores apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1 - Valores de projeção populacional no município de Itapevi**

LOCAL	POPULAÇÃO-BASE EM 2018	POPULAÇÃO ESTIMADA EM 2025
Setor de abastecimento Itapevi	172.499	212.319
Setor de abastecimento Sapiantã	35.000	43.080
Total no Município	207.499	255.399

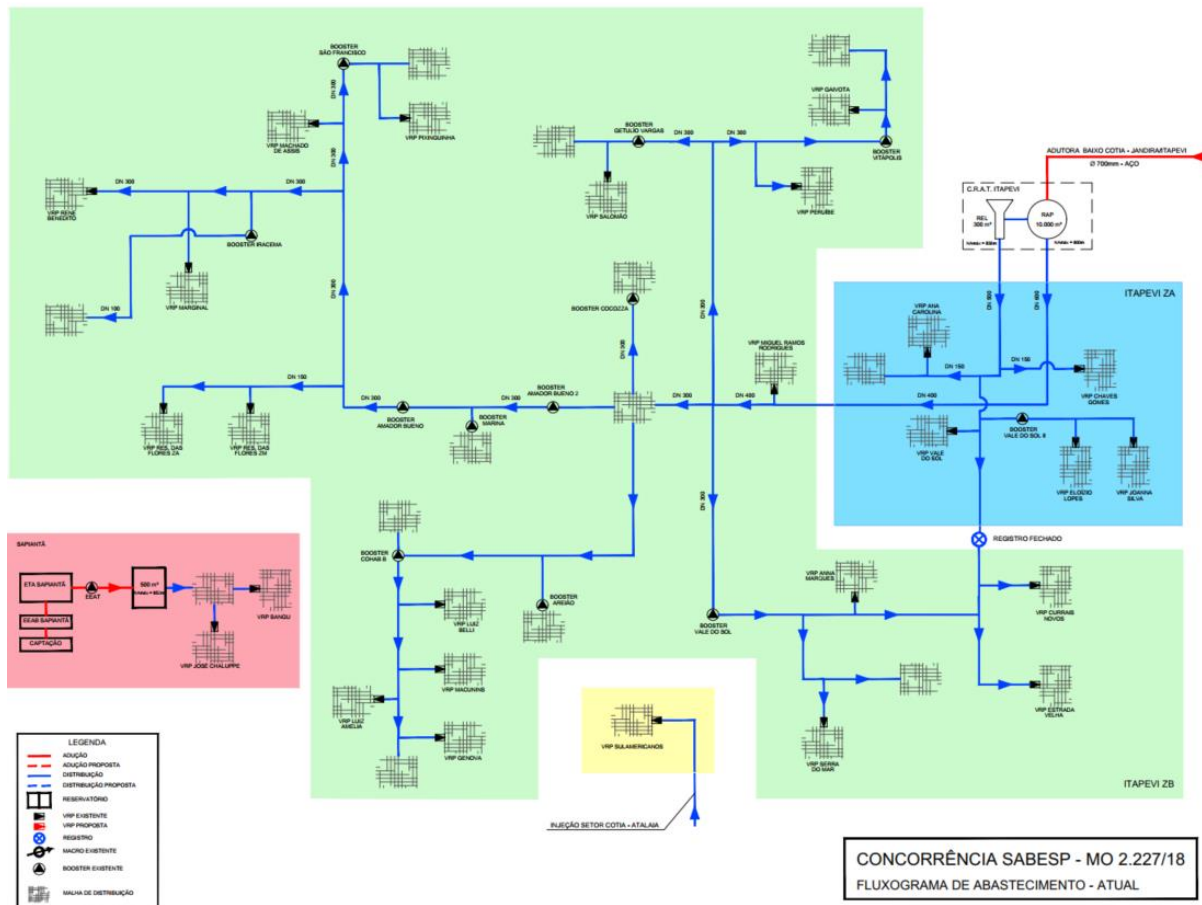
Inicialmente, o sistema de distribuição da cidade de Itapevi era abastecido inteiramente pelo Reservatório CRAT Itapevi e dividido em Zona Alta (ZA) e Zona Baixa (ZB), sendo composto por 24 Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) – das quais 07 não estavam operando –, 10 *boosters* e 01 Estação Elevatória de Água Tratada (EEAT) Itapevi-Torre. Já o Setor de Abastecimento Sapiantã era composto por 03 VRPs, 01 Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB) Sapiantã, 01 Estação de Tratamento de Água (ETA) e pela EEAT Sapiantã. A Figura 2 apresenta a configuração inicial do abastecimento do município de Itapevi, estando ilustrados o Setor Itapevi em azul (ZA) e rosa (ZB), o setor Sapiantã em laranja e o setor Cotia-Atalaia – abastecido pelo município de Cotia –, em verde.



**Figura 2 - Configuração inicial dos Setores de Abastecimento Itapevi e Sapiantã**

A Figura 3 apresenta o fluxograma correspondente ao abastecimento inicial do município, a partir do Reservatório CRAT Itapevi. Em azul, estão representadas as instalações pertencentes à Zona Alta de Itapevi, em verde a Zona Baixa de Itapevi e em vermelho e amarelo, respectivamente, os setores Sapiantã e Cotia-Atalaia.



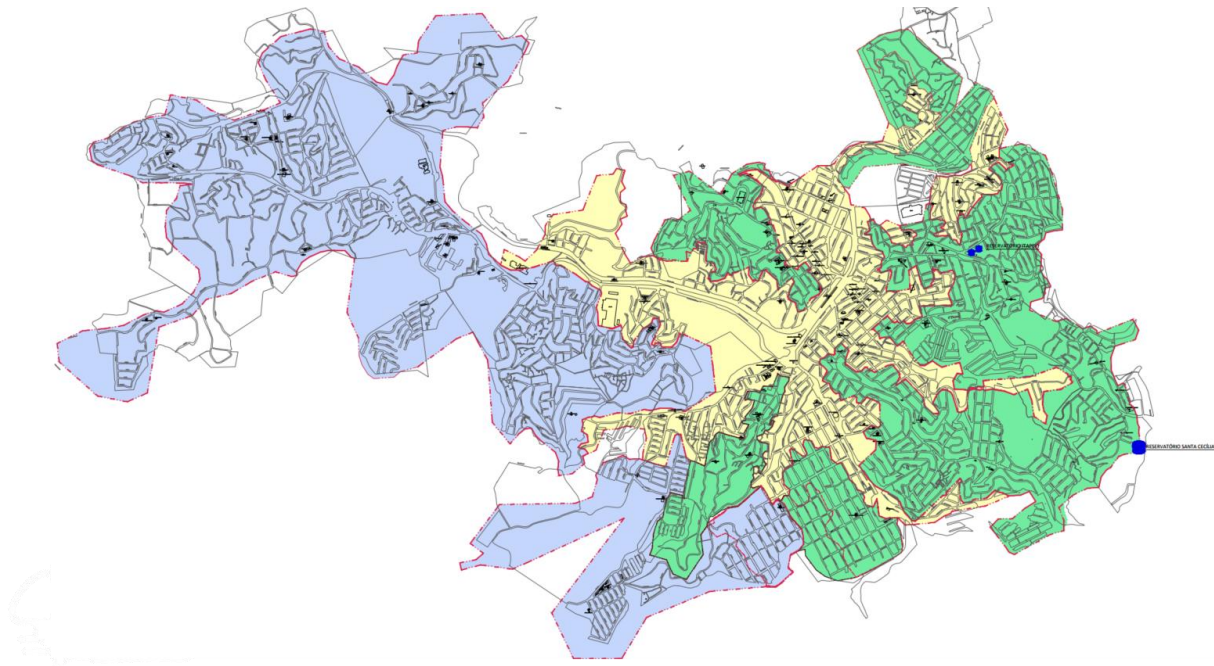


**Figura 3 – Fluxograma de abastecimento inicial dos Setores de Abastecimento Itapevi e Sapiantã**

A otimização do funcionamento dos *boosters* existentes foi definida como a prioridade dos serviços empreendidos pela equipe responsável pelo projeto, pois durante a pesquisa de campo no município de Itapevi, junto com o histórico apresentado pela SABESP, notou-se que um dos grandes problemas apontados foi a falta de água em residências, sobretudo em locais que possuíam grande diferença de altimetria e eram abastecidos pelos *boosters*. Isso acontecia tanto devido à insuficiência do Reservatório CRAT Itapevi para atender à demanda de todo o município quanto pelo subdimensionamento das bombas, que recebiam a água com pressões baixas e não possuíam capacidade suficiente para elevá-las em níveis adequados para abastecer a população. Além disso, a otimização do funcionamento das bombas poderia acarretar um melhor controle de pressão nas redes – tornando-as menos suscetíveis a vazamentos – e reduzir as demandas de energia elétrica até então necessárias para o abastecimento

Entretanto, com as condições topográficas apresentadas no município e com a distância de parte do setor ao reservatório – provocando elevadas perdas de carga no trajeto percorrido pela água –, não se tornava possível reduzir as áreas abastecidas por *boosters* sem comprometer ainda mais o abastecimento das regiões que já careciam de água durante todo o dia.

Para sanar tais deficiências de abastecimento, a saída encontrada pela equipe de projeto foi reverter o abastecimento de todo o sistema Itapevi e Sapiantã, através da divisão dos setores entre três reservatórios. Para tanto, foram utilizados dois novos reservatórios, Santa Cecília, localizado próximo ao CRAT Itapevi, e o Reservatório Granja Carolina, que, juntamente com a nova adutora Amador Bueno, ficou responsável pelo abastecimento das regiões mais distantes ao CRAT, antes dependentes de *boosters*. A figura representa as áreas abastecidas por cada um dos reservatórios. Em verde, amarelo e azul tem-se, respectivamente, as regiões abastecidas pelo Reservatório Santa Cecília, Reservatório CRAT Itapevi e Reservatório Granja Carolina, com auxílio da adutora Amador Bueno).



**Figura 4 - Divisão dos setores de abastecimento de cada reservatório**

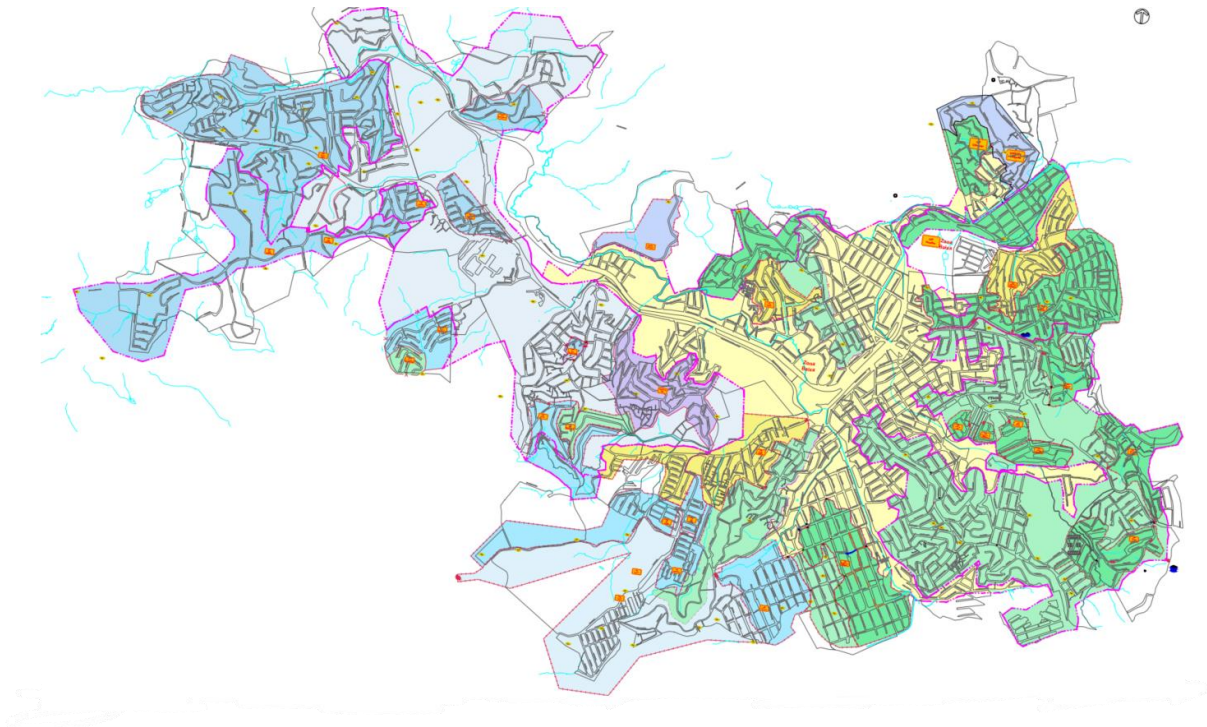
Além dos reservatórios e adutora, foram empreendidas diversas obras de incremento da infraestrutura do sistema de abastecimento da região. Dentre tais serviços, pode-se destacar:

- A implantação e troca de 13,37 km de rede de distribuição de Ø100mm a Ø300mm;
- Implantação de 8,70 km de rede de ø400mm;
- Implantação de 12,65 km de rede de ø500mm;
- Implantação de 0,3 km de rede de ø600mm.

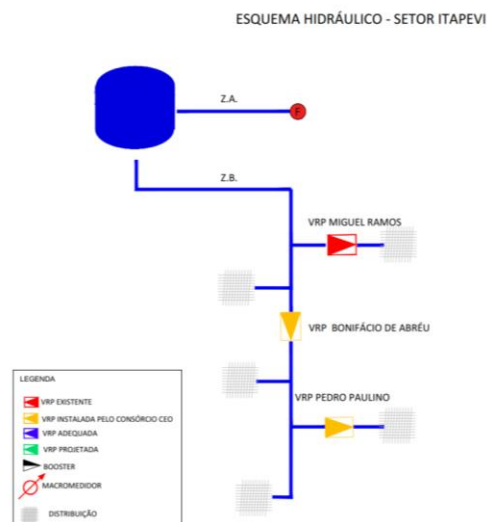
Além disso, tem-se as instalações de 09 novas VRPs, adequação de 03 VRPs existentes, 31 *dataloggers* de pressão e vazão e de 31 controladores inteligentes de VRP, responsáveis por otimizar o funcionamento das válvulas ao longo do dia, atuando a vazão necessária para o abastecimento de cada região de acordo com as necessidades de consumo em cada horário.

Como melhorias na infraestrutura existente, cabem ser destacadas a otimização de 24 VRPs existentes – sendo 07 delas anteriormente inoperantes, mas que passaram a operar após a reversão do abastecimento – as trocas preventiva e corretiva de 2.400 ramais e reparos de vazamentos não-visíveis em 890 km de rede ao longo do município.

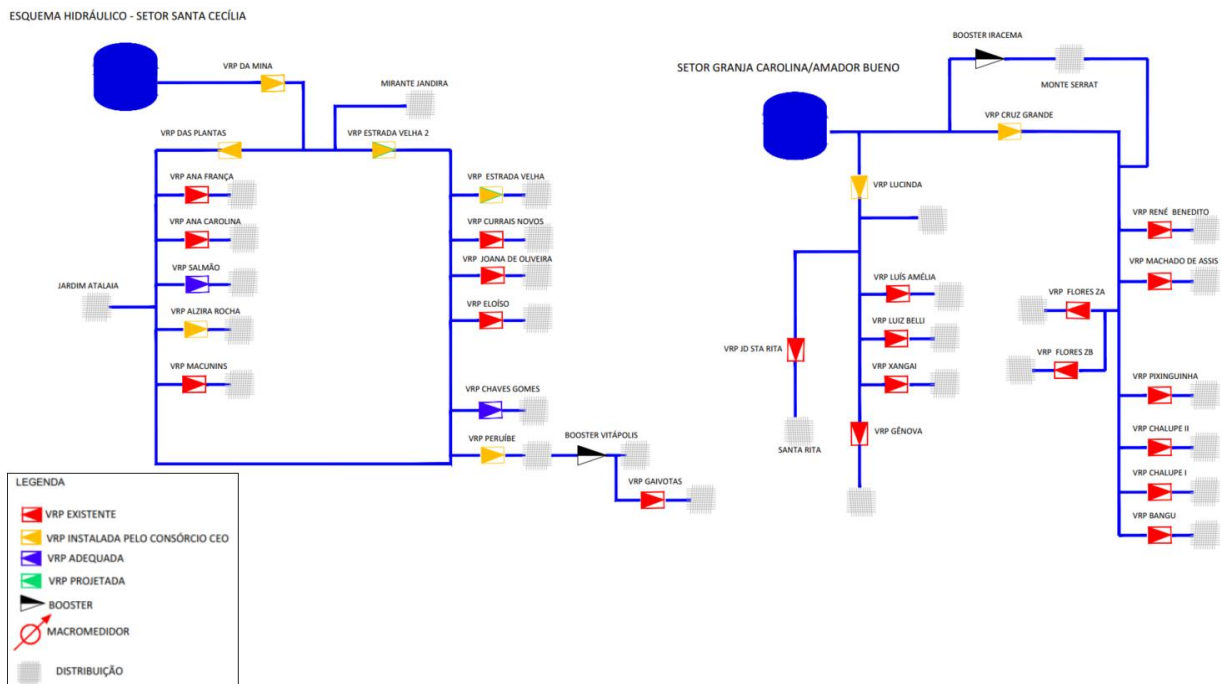
Após todas as intervenções descritas acima, a configuração do abastecimento do município de Itapevi ficou conforme apresentado nas Figura 5 a 7.



**Figura 5 - Configuração final dos setores de abastecimento do município de Itapevi**



**Figura 6 - Fluxograma de abastecimento do Setor Itapevi após as intervenções**



**Figura 7 - Fluxograma de abastecimento dos Setores Santa Cecília e Granja Carolina após as intervenções**

## RESULTADOS

Com a construção dos reservatórios Santa Cecília e Granja Carolina, foi possível abranger grande parte do município de Itapevi pelo abastecimento por gravidade, com pressões suficientes e independentes de bombeamento, solucionando os problemas de falta d'água apontados pela comunidade local.

Era esperado, a partir das reversões, desativar 07 áreas pressurizadas por *boosters*, e a ZA de Itapevi, desativando a EEAT Itapevi, a EEAB Sapiantã, ETA e EEAT Sapiantã. Entretanto, após as implantações descritas, percebeu-se que, além de atingir o resultado esperado, foi possível desativar também o *booster* Getúlio Vargas, totalizando 08 *boosters* desativados, além das 04 estações elevatórias. Estas desativações resultaram em uma economia de 336.663,06 kW/h por mês, com base na média do período de novembro de 2016 a outubro de 2017.

Essa mudança no abastecimento, conforme já mencionado, permitiu a chegada da água a regiões que, antes, sofriam com pressões baixas e insuficientes. Algumas delas, inclusive, eram abastecidas apenas durante o período noturno, devido ao elevado consumo das regiões à montante durante o dia, somado às perdas de carga no percurso de abastecimento. Hoje, o município inteiro é abastecido durante o dia, resultando em um aumento de 50% do tempo do abastecimento, refletindo no volume micromedido e possibilitando um acréscimo de 8.000 ligações atendidas pelo setor de abastecimento (Mirante de Jandira, Atalaia e Monte Serrat).

Apesar do aumento no tempo de abastecimento no município, as trocas de rede corretivas e preventivas e o reparo de vazamentos não visíveis e a otimização de VRPs promoveram uma economia que chegou à marca de 159.438,62 m<sup>3</sup>/mês do volume perdido, em relação à média do período de novembro de 2016 a outubro de 2017, ou seja, a cidade foi abastecida por um período maior com o mesmo volume distribuído, conforme indicado na Tabela 2.

**Tabela 2 – Comparativo dos Volumes Distribuído e Micromedido entre os períodos pré e pós reversão**

Indicador	Média Base-line	Média Atual	Comparativo
Volume Distribuído	1.507.512 m <sup>3</sup> /mês	1.522.000 m <sup>3</sup> /mês	0 %
Volume Micromedido	679.235 m <sup>3</sup> /mês	801.272 m <sup>3</sup> /mês	18 %

Ainda, em um viés econômico, o projeto descrito também apresenta resultados muito positivos: o investimento total para a implantação do escopo dos serviços foi de R\$ 40.000.000 (quarenta milhões de reais), valor este que será



retornado à SABESP em até 05 anos, através do aumento do faturamento na região e da diminuição das perdas de água e energia no sistema.

## CONCLUSÃO

A redução de perdas de água e do consumo de energia elétrica constituem dois dos principais objetivos das concessionárias responsáveis pelo abastecimento de água. Conforme citado anteriormente e, justificando a afirmação do professor Heber de que as intervenções para se obter eficiência energética precisam ser economicamente viáveis, o retorno financeiro das obras empreendidas no município de Itapevi é de grande expressão e, com o pouco tempo estimado de *payback*, o investimento total no projeto se mostra válido e promissor, uma vez que a grande maioria dos problemas de abastecimento enfrentados pela região já foi sanada e, assegurando a devida manutenção do sistema, a tendência futura é de que a concessionária possa obter muito lucro pelas atividades empreendidas.

Com redução das perdas, a SABESP pode disponibilizar um menor volume de água para abastecer a mesma quantidade de pessoas por um período maior de tempo e, assim, reduzir os custos de produção e, concomitantemente, aumentar sua receita através do aumento dos índices de volume faturado.

Contudo, com uma análise para além do padrão econômico, pode-se descrever a importância deste trabalho em âmbito da sociedade e do mundo. A água, além de ser um importante e vital elemento da natureza, está atrelada ao bem-estar e sobrevivência da humanidade. Preservar a água e promover um consumo mais eficiente da energia elétrica corrobora com dois dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (2015) na Agenda 2030.

Todas as ações empreendidas visando a redução de perdas e a chegada da água à totalidade da população do município de Itapevi contribuíram para as seguintes metas do Objetivo 6 – Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos, ODS6:

6.1 Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos;

6.a Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio a capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados a água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso. (ONU, 2015)

Enquanto isso, as ações que atingiram maior sustentabilidade no uso de energia elétrica contribuíram para o Objetivo 7 – Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos, ODS7:

7.3 Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética: conseguimos contribuir para esta meta com as desativações que irão acontecer no sistema de abastecimento Itapevi e Sapiantã, resultado do estudo e da modelagem hidráulica realizados. (ONU, 2015)

Além dos ODS, outros parâmetros disponibilizados pela ONU podem comprovar a importância ambiental e social das atividades desempenhadas: o resultado de economia de água atingido pelos serviços prestados foi de 159.438,62 m<sup>3</sup>/mês, e segundo a Organização, um consumo médio per capita de água pode ser considerado como 110 l/hab./dia. Assim sendo, poupar-se mensalmente uma quantidade de água suficiente para atender uma população de 48.314 habitantes, o equivalente a 24% da população apresentada pelo município de Itapevi no início das atividades desempenhadas.

Quanto à energia elétrica, foi atingida uma redução de 336.663,06 kW/h no consumo de energia elétrica por mês. Segundo a Fundação SOS Pró-Mata Atlântica (2022), este valor equivale à emissão de 50 toneladas de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) na atmosfera por mês, emissão esta que só seria compensada se fosse efetuado o plantio de 310 árvores/mês.

Com estas informações podemos verificar a grandeza deste trabalho, que resulta em melhorias não apenas para comunidade local, mas também para o meio ambiente e toda população do planeta.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público — Procedimento. 2 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. 23 p.
2. FUNDAÇÃO SOS PRÓ-MATA ATLÂNTICA (São Paulo). Calcule sua Emissão de CO2. 2022. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/calculador-emissao-de-co2/>. Acesso em: 16 maio 2022.
3. GOMES, Heber Pimentel (org.). Sistemas de saneamento: eficiência energética. João Pessoa: Editora Universitária Ufpb, 2010. 367 p. Disponível em: <https://www.bibliotecaagpatea.org.br/agricultura/irrigacao/livros/SISTEMA%20DE%20SANEAMENTO.pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.
4. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 09 maio 2022.
5. SÃO PAULO. PREFEITURA DE SÃO PAULO. Caderno das águas. São Paulo, 2012. 29 p. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/guia\\_aguas\\_1253304123.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/guia_aguas_1253304123.pdf). Acesso em: 09 maio 2022.
6. SÃO PAULO. Sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos do estado de São Paulo. Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. São Paulo: Sigrh, 2016. Disponível em: <https://comiteat.sp.gov.br/home/plano-da-bacia/>. Acesso em: 09 maio 2022.
7. SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Ações de assistência técnica em redução e controle de perdas de água e uso eficiente de energia elétrica. Eficiência Energética, S.I., v. 5, p. 1-66, ago. 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/publicacoes-acertar/perdas/Vol.5-Gestao-de-Energia.pdf>. Acesso em: 09 maio 2022.
8. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, São Paulo. 2006. 643p.