



343 - DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA SÃO LOURENÇO APROVEITAMENTO ENERGÉTICO POR OBRAS DE SETORIZAÇÃO E INSTALAÇÃO DE BOMBA FUNCIONANDO COMO TURBINA (BFT)

Ciro César Falcucci Lemos⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidade do Estado de Minas Gerais – UEMG, Especialização em Abastecimento de Água pela Sapporo University, Especialização em Saneamento Básico pela Universidade de São Paulo – USP, MBA Engenharia de Produtos e Gestão pela Universidade Politécnica USP, Engenheiro Sabesp.

Newton Alves Soares Rosa⁽²⁾

Tecnólogo em Hidráulica e Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo – Fatec, Técnico Operacional dos Sistemas de Distribuição de Água e Coleta de Esgotos – Centro de Controle Operacional da Sabesp.

Ana Lucia de Sousa da Silva⁽³⁾

Técnica em Gestão, Especialista em Gestão Ambiental - Universidade Cruzeiro do Sul, Master Business Administration - Universidade das Américas- Uninter, Gestora Ambiental na Sabesp.

Edson Sene da Costa⁽⁴⁾

Engenheiro Civil pelo Faculdade de Engenharia São Paulo - FESP, Mestre em Engenharia Hidráulica pela Universidade de Campinas - UNICAMP. Engenheiro em Concepção e Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água na parte Oeste da Região Metropolitana da Grande São Paulo pela Sabesp, Desenvolve estudos e projetos integrando: Universalização do Abastecimento, Redução de Perdas e Eficiência Energética.

Endereço⁽¹⁾: Alameda Sabiá, 329 – Morada dos Pássaros – Barueri – São Paulo - CEP: 06428-110 - Brasil - Tel: (11) 98685.2747 - e-mail: cfalcucci@sabesp.com.br

RESUMO

Nos sistemas de abastecimento de água há potenciais hidroenergéticos que permitem a geração de energia elétrica e a otimização dos setores de abastecimento, por meio do emprego de soluções inovadoras, como a produção de energia elétrica com o emprego de bombas funcionando como turbinas (BFT). Assim, como inovação, foi implantada uma unidade produtora de energia BFT na Sabesp - Unidade de Negócio Oeste-MO, no Reservatório Tamboré em Barueri, que garantiu a geração de energia de 90 kwh. O projeto foi desenvolvido em parceria com o Banco de Desenvolvimento Alemão – KfW, que promove investimentos no Brasil para expansão de energias renováveis, a empresa KSB (fabricante de bombas) e, a Universidade de Bundeswehr de Munique. A implantação deste piloto permitiu a concepção de novas instalações. Este trabalho tem por objetivo apresentar a implantação do BFT e os potenciais projetos similares já estudados na unidade MO, além de estudos de eficiência energética também aproveitando otimização de setorização, o que possibilita a desativação de instalações que consomem energia elétrica (bombas) mediante análise e gestão de ativos.

PALAVRAS-CHAVE: BOMBA FUNCIONA TURBINA, ENERGIA REDE ÁGUA, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, REDE ÁGUA PRODUZ ENERGIA, APROVEITAMENTO ENERGÉTICO.

INTRODUÇÃO

Os estudos realizados pelos engenheiros da Sabesp permitiram verificar que é possível otimizar os sistemas de abastecimento de água e economizar recursos, diminuir perdas, aproveitar a energia disponível nas tubulações, energia atualmente não utilizadas, gerar energia elétrica e desativar instalações, utilizando a



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



gestão de ativos e buscando a sustentabilidade, com foco na eficiência energética, o que foi demonstrado no Fórum Água da Unidade de Negócio Oeste, MO. O Projeto mostrou ser possível gerar energia elétrica mediante aproveitamento da energia residual da água disponível nas tubulações, entre os processos adução, reservação ou distribuição. O sistema de abastecimento é composto de diversas adutoras que entregam água em nos reservatórios. Como os sistemas são dimensionados para abastecer situações de cotas geométricas distintas, sempre há energia hidráulica disponível que permite a geração de energia, que pode ser utilizada no processo, ou devolvida para a concessionária de energia elétrica. Como piloto, a Unidade de Negócio Oeste, MO, implantou uma turbina para produzir energia elétrica, utilizando-se de um grupo de bombeamento, denominado Bomba Funcionando como Turbina, BFT, que permite inclusive controlar a vazão da água de entrada no reservatório, aproveitando a energia que até então desperdiçada. O Projeto implantado, além de garantir energia para o monitoramento da área implantada, quando de interrupções por parte da concessionária, por falta ou picos de energia, contribuiu para a redução dos gastos com energia elétrica, dado que esta energia gerada é medida e entregue à concessionária de energia. Assim, os valores gerados podem ser descontados nas contas das outras plantas da Sabesp. O trabalho voltado a gestão de ativos, também possibilitou estudos com olhar a gestão energética e proporcionou a desativação de várias estações de bombeamento na unidade.

Notamos que o Fórum é coordenado pela área de Engenharia da MO e está alinhado com os Objetivos Estratégicos da MO (ver figura 1). Além de ser prática do Sistema de Trabalho para promover o envolvimento e a interação dos empregados de diversas áreas e visar o alto desempenho e à inovação.

Com o Fórum Água, foi analisado a possibilidade de se reduzir perdas, buscar a eficiência energética e também aproveitar a energia residual, até então, desperdiçadas e disponíveis no sistema de abastecimento de água.

O projeto permite gerar energia elétrica mediante aproveitamento da energia residual da água que entra nos reservatórios da MO, entre os processos Adução e Reservação.

A notoriedade deste Projeto é evidenciada pelo alinhamento com cinco dos Objetivos Estratégicos como a seguir: 4 “Aperfeiçoar processos”, 6 “Manter e conquistar mercados e novos negócios”, 7 “Fortalecer a imagem da Sabesp”, 9 “Gerar impacto socioambiental positivo” e 10 “Gerar valor com redução de despesas e aumento de receita” (ver figura 1).

Este desafio de aproveitamento da energia residual nas entradas dos reservatórios é compartilhado pelas outras Unidades de Negócios da distribuição e também por todo o setor de saneamento no Brasil e no mundo.

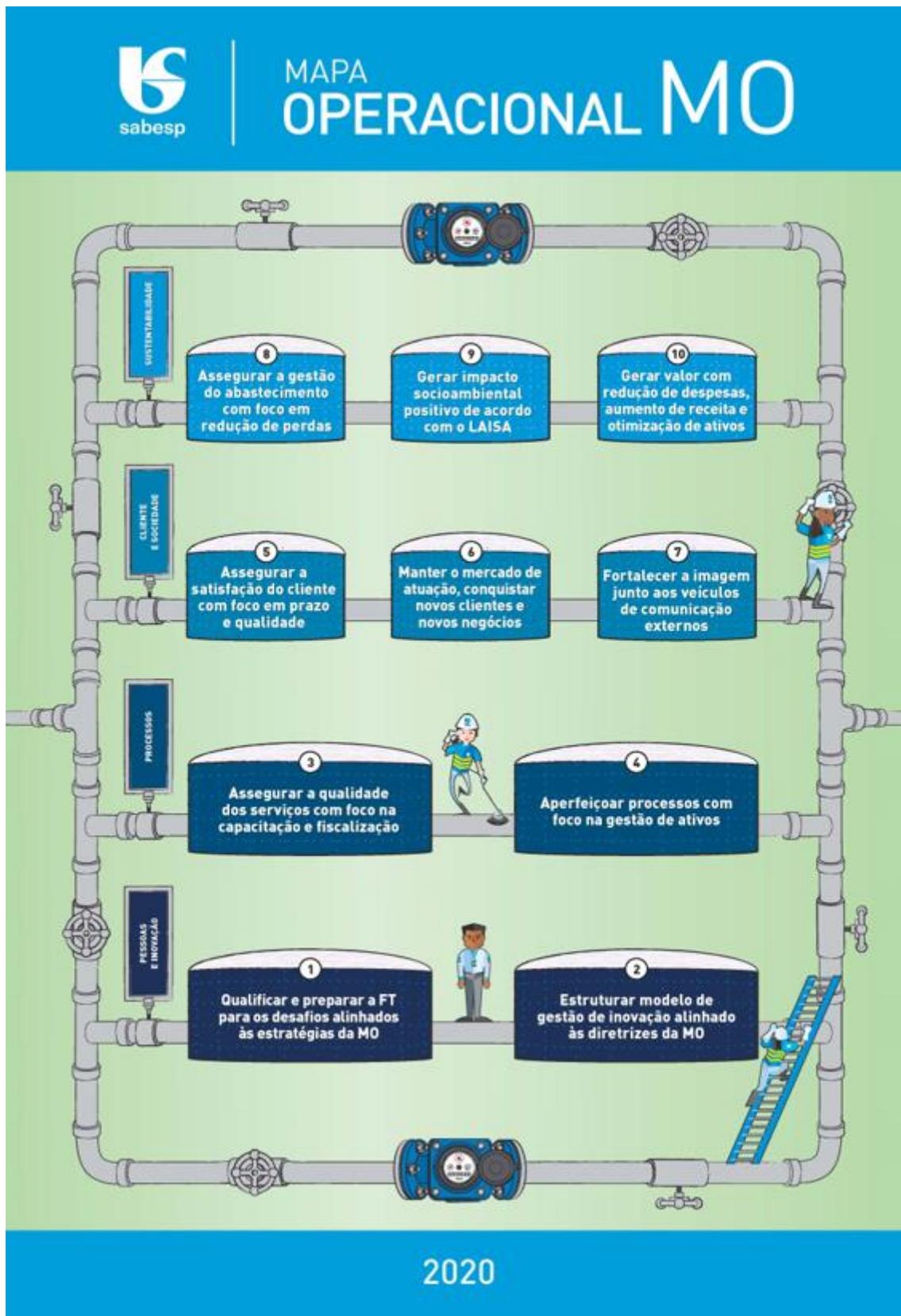


Figura 1: Mapa Estratégico (fonte: Intranet Sabesp, Abril/20).



Os participantes do Fórum de Água constataram que era possível aumentar a eficiência energética oriunda da entrada de água nos reservatórios e utilizando a prática do processo decisório em grupo por meio do Brainstorming, analisaram as possibilidades de atuação.

Para aprofundar os estudos, os trabalhos foram divididos em 2 grupos de trabalhos (GT), sendo um de hidráulica e outro de elétrica, com equipe multidisciplinar da Diretoria Metropolitana, como MA, ME, MO e MM tendências parceiras.

Os estudos foram amplamente discutidos por todos e por fim chegou-se a um plano de ação, baseados na missão, visão e valores e diretrizes estratégicas.

MATERIAIS E MÉTODOS

OBJETIVO

O abastecimento é condição primordial ao atendimento da vida, da saúde e do funcionamento das cidades. A implantação de sistemas produtores de energia permitirá regularizar o fornecimento de água da região e proporcionará também, o atendimento aos centros industriais e comerciais, melhorando as condições socioeconômica das localidades, e reduzindo o consumo de energia elétrica mediante o aproveitamento do potencial energético do Sistema São Lourenço, em busca da sustentabilidade.

O principal aproveitamento energético que se pode ter é desligar as elevatórias de distribuição de água para as zonas altas e abastecer esta região mediante assentamento de tubos de um setor próximo que tenha uma piezométrica suficiente para que se possa desligar as bombas dessas zonas altas e assim efetivamente reduzir o custo com a energia elétrica. Nos setores clássicos a água entra no reservatório, perde toda a energia e depois sai por gravidade para a zona baixa e outra parte é bombeada para a zona alta. A proposta aqui é garantir a eficiência energética e otimização dos setores, em vez de bombear para a zona alta, buscar soluções para a não utilização de bombeamento e, produzir energia elétrica onde há disponibilidade de energia hidráulica, utilizando de uma Bomba Funcionando como Turbina (BFT), que inclusive, pode ser utilizada para controlar as vazões dos sistemas.

A IDÉIA

Um primeiro passo na eficiência energética foi a adoção de inversores de frequência. Isso pode ser percebido na vasta aplicação em nosso parque de elevatórias.

Porém, esses estudos foram feitos de maneira pontual e isolada, sem se pensar em todo sistema de abastecimento, no que se tinha disponível na região.

Este trabalho muda o enfoque quando avaliamos não apenas um ponto do setor de abastecimento, mas sim o sistema de abastecimento como um todo, esse nível maior de abrangência faz com que você pense na real necessidade de ter uma estação de bombeamento, seria possível desativá-la mediante uma obra de setorização? Assim se buscou fazer a análise geral dos ativos, com possibilidade de desativações, relocações de sistemas.

A fonte inspiradora é o estudo minucioso do Ciclo do Saneamento ver figura 2, onde se percebe os pontos em que existem energia residual, são eles: na entrada das estações de tratamento de água (ETA), na entrada dos reservatórios setoriais e na rede de distribuição.

Para o projeto piloto da Bomba Funcionando como Turbina (BFT), o grupo desenvolveu uma parceria com a Universität der Bundeswehr em Munique, escola fundada em 1973. Também faz parte da parceria um fabricante de bombas a KSB, trabalho inédito na Sabesp.

A aplicação de BFT's na distribuição é possível quando há pressões e vazões compatíveis para geração de energia, ou seja, onde há energia sendo dissipada, como por exemplo, nas entradas dos reservatórios, e nas válvulas reguladoras de pressão (VRP's). Optou-se por implantar o piloto de entrada dos reservatórios; O novo método possui elevada tecnologia e eficiência, com possibilidade de utilização em diversos locais.

Dentre os reservatórios da MO escolheu-se o Reservatório Barueri-Tamboré dada às condições de representabilidade e das vazões e pressões favoráveis, com excelente potencial de aproveitamento.

Após consenso com os parceiros alemães da escolha do reservatório, o GT de hidráulica, executou a modelagem matemática da operação e o resultado da possibilidade de se instalar um BFT com vazão 400 litros por segundo e com um aproveitado de carga de 30 metros de coluna de água (mca) e, escolhida a bomba que melhor se adequa a este ponto de trabalho, com ganho de 90 kw.

Foi definido uma regra operacional para o funcionamento da válvula de controle e da turbina e tabelado o modo de operação durante as 24 horas do dia com os resultados hora a hora.

De posse dos resultados hidráulicos que mensuraram os ganhos, o GT de elétrica fez um benchmarking na concessionária de energia Enel, que apresentou interesse na modalidade apresentada pela Sabesp, bem como realizaram as orientações para a viabilização da aprovação do projeto.

A seguir, o ciclo do saneamento é apresentado em forma esquemática



Figura 2: Ciclo do Saneamento (fonte: site PNQS).

Os processos adução e reservação são separados do processo Distribuição, conforme a figura 3. A água para entrar no reservatório passa por uma válvula de controle que dissipa a energia.

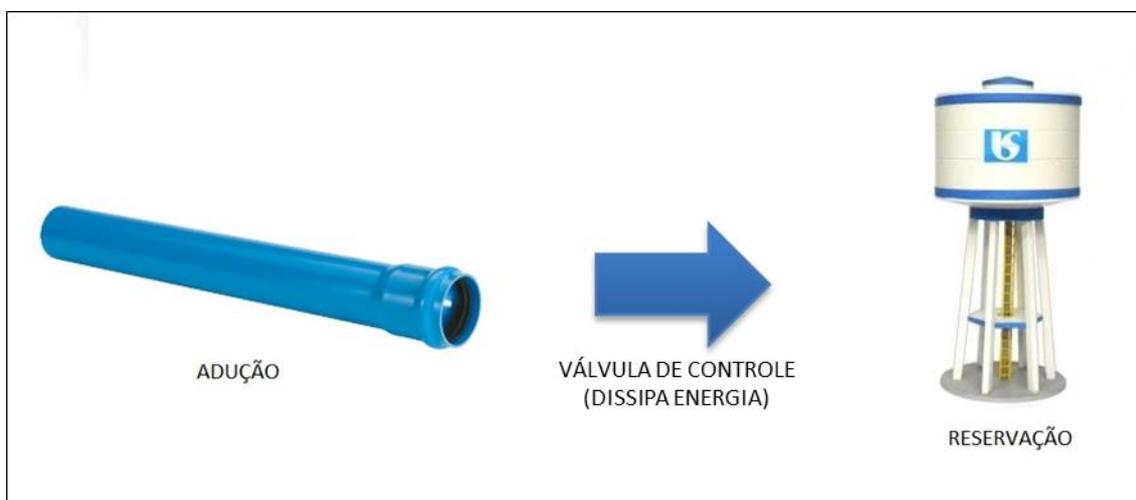


Figura 3: Processos de Adução/Reservação atual (sem BFT)

A implantação consiste na água que passará pela BFT, produza energia antes do reservatório conforme figura 4.

Com isso, foram instalados controladores lógicos programáveis e conversores de frequência no BFT (ver figura 5) que também são interligados a um medidor de vazão que transmite a vazão que será corrigida, conforme previsto na modelagem matemática.

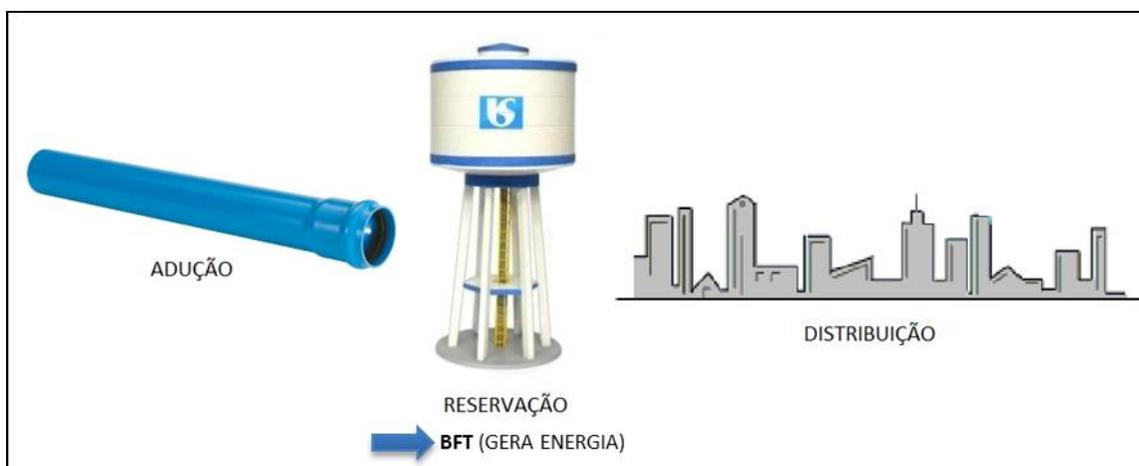


Figura 4: Gestão integrada adução/reservação/distribuição, otimizada e unificada pelo BFT .

Assim, pode-se recuperar a energia que era desperdiçada. No projeto piloto o ganho foi de 90 kw (ver figura 5). O indicador será Valor Medido dividido pelo Valor Previsto, o resultado medido foi maior que 70%.

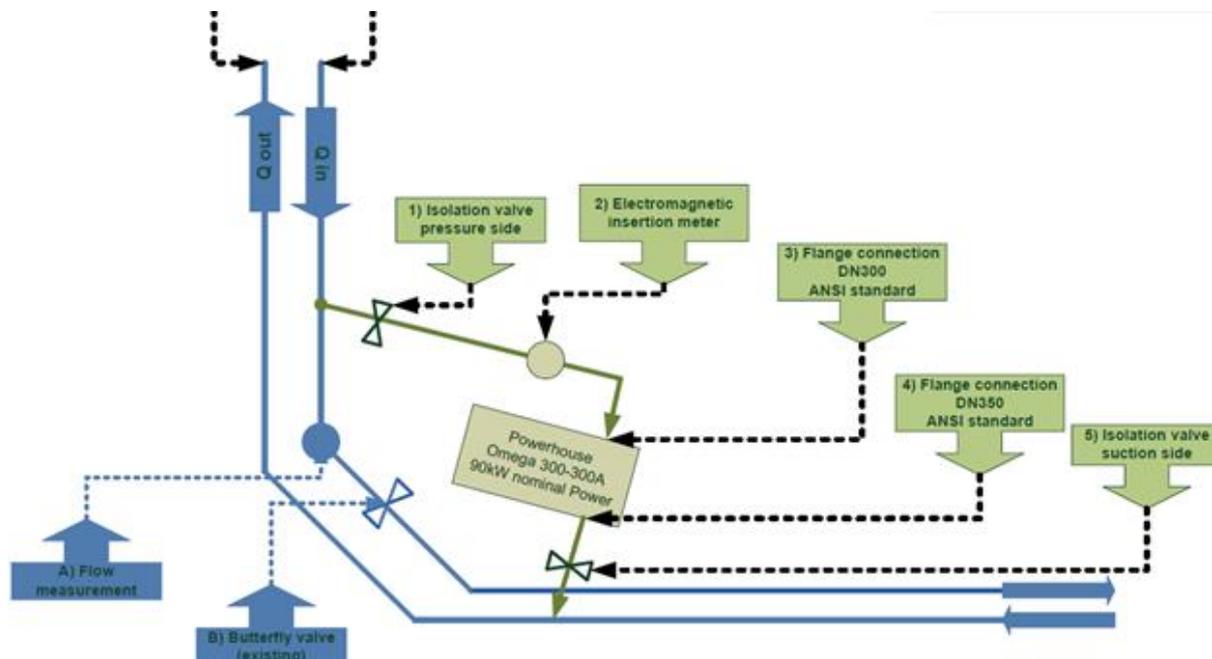


Figura 5: BFT completa com by-pass, medidor de vazão, gerador e CLP- (fonte: KSB - Bombas).

Com novos estudos, verificou-se a possibilidade de se aproveitar o potencial hidráulico em 90% dos reservatórios. Atualmente, essa energia não é utilizada.

RESULTADOS OBTIDOS OU ESPERADOS

O modelo de utilização de BFTs pode ser utilizada nas diversas infraestruturas de adução, reservação e distribuição de água. A equipe simulou a utilização em nove setores de abastecimento, especialmente com o aproveitamento do Sistema Produtor São Lourenço, com foco na eficiência, na gestão do serviço de abastecimento, com regularidade adequada, redução de energia, redução de perdas, capacidade de expansão futura e sustentabilidade.

Os nove setores de abastecimento nos municípios de Itapevi, Jandira, Barueri, Carapicuíba e Santana de Parnaíba que são abastecidos pelo Sistema Produtor São Lourenço, beneficiarão 1.100.000 (um milhão e cem mil) habitantes e, os estudos ainda indicaram a possibilidade para desativar 21 estações de bombeamento.

Tabela 1: Elevatórias desativadas por Setorização

Elevatória a Ser Desativa	Qual Setor ou Sub-adutora passará a abastecer a região	Potência a Desativar (kw)	Situação
1-Jandira ZA	Sub-adutora Jandira Mirante via São Lourenço	350	Desativada
2- Itapevi-Centro ZA	Novo Setor Itapevi-Santa Cecília	220	Desativada
3-Barueri-Tupã ZA	Novo Setor Barueri Vale do Sol	175	Em andamento
4-Barueri Tamboré ZA	Novo Setor Genesis	1275	Em andamento



5-Nove <i>Boosters</i> em Itapevi	Novo Setor Itapevi-Santa Cecília	520	Desativados
6-EEA Carapicuíba Vila Dirce	Sub Adutora Carapicuíba via São Lourenço	510	Em projeto
7-Booster Fazendinha e Sergipe	Novo Setor Genesis	540	Desativados
8-Booster Imperial e Poços	Novo Setor Genesis	420	Em andamento
Total		4010	

Tabela 2: Implantação de Bombas Funcionando como Turbina (BFT)

Local a ser implantada	Modalidade do aproveitamento energético	Potência a Recuperar (kw)	Situação
9-Barueri-Tamboré	Entrada de reservatório	90	Concluído
10-EC-1	Controle de pressão na adutora – Interligação com Baixo Cotia	450	Em projeto
11-EC-2	Controle de pressão na adutora – Interligação com Cantareira	1030	Em projeto
12-Barueri-Vale do Sol	Entrada de reservatório	70	Em projeto
13-EC-3	Controle de pressão na adutora Carapicuíba-Centro	640	Em projeto
14-Genesis	Controle de pressão na adutora Genesis	120	Em projeto
Total		2.400	

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA POR SETORIZAÇÃO

Já no processo de Setorização (ver figura 6) o piloto ocorreu na EEAT de Jandira-Centro que bombeava para o Reservatório Jandira-Mirante que foi interligado ao Sistema Produtor São Lourenço (SPSL) mediante execução de Sub-Adutora em diâmetro de 800 mm, e conseqüentemente eliminando a elevatória. Isso foi possível com a construção pelo Sistema Produtor São Lourenço (SPSL), através da Sub-adutora Jandira Mirante com extensão de 821 metros e diâmetro de 800 mm (32”).

Nos setores clássicos (ver figuras 7 e 8) a água entra no reservatório, perde toda a energia e depois sai por gravidade para a zona baixa. A zona alta é atendida através de bombeamento.

Os técnicos da Sabesp inovaram, efetuaram estudos de ressetorização e implantaram novos sistemas de modo a se desativas estruturas de bombeamento, abastecendo por gravidade, reduziu perdas e reclamações de clientes, aumentou a regularidade de abastecimento.

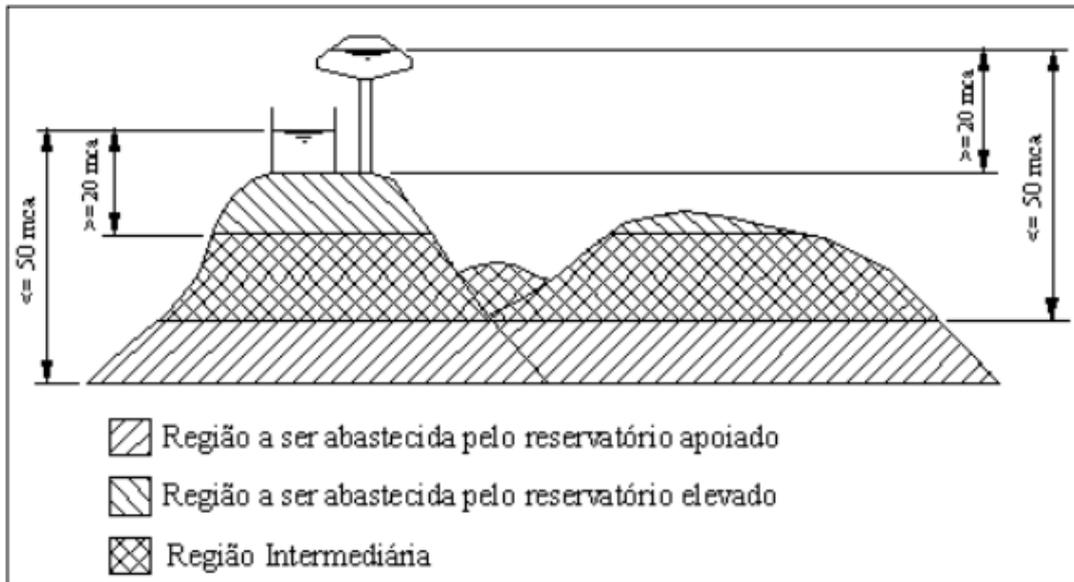


Figura 6: Exemplo de setorização Zonas alta e baixa e área de VRP (fonte: Sabesp-MP).

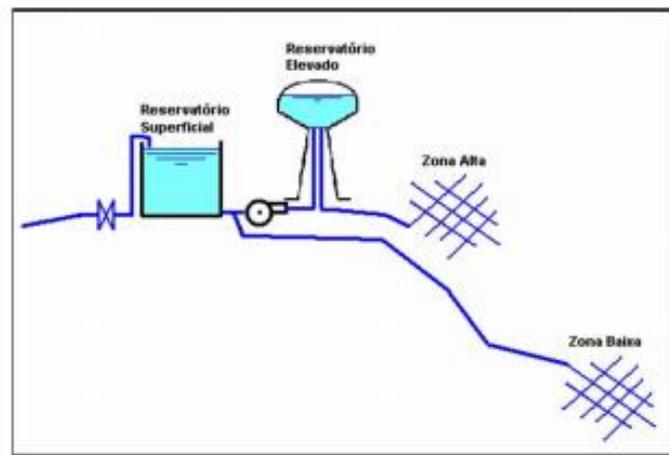


Figura 7: Setor clássico com Zona Baixa e Zona Alta (fonte: Sabesp-MP).

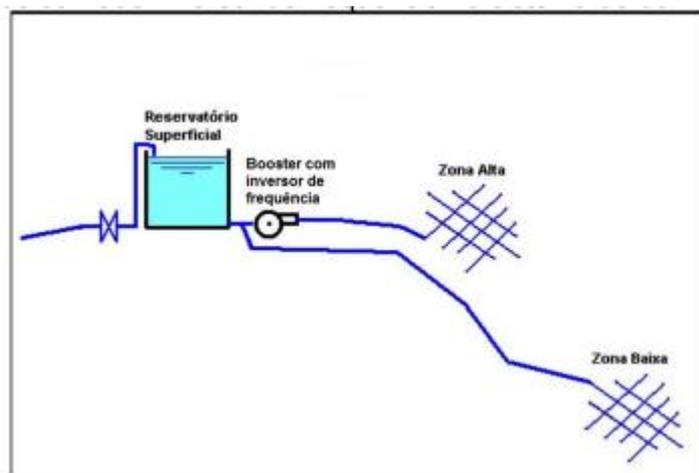


Figura 8: Evolução do setor clássico eliminando a torre e adotando inversor de frequência (fonte: Sabesp-MP).

Tabela 3: Custos estimados obras por Setorização

Obra de Setorização	Qual Setor ou Zona de Pressão que passará a abastecer a região	Custo Estimado (R\$ x 1000)
Sub-adutora Jandira Mirante via São Lourenço	Reservatório Jandira-Mirante	Concluído
Novo Setor Barueri Vale do Sol	Tupã Zona Alta e Derivação Tupã	9.000,00
Novo Setor Itapevi-Santa Cecília (Concluído)	Itapevi ZA e Setor Sapiantã e área de nove boosters existente	Concluído
Novo Setor Genesis	Barueri-Tamboré Zona Alta	63.000,00
Sub Adutora Carapicuíba via São Lourenço	Carapicuíba Vila Dirce	21.000,00
Total		110.000,00

Tabela 4: Custos estimados de Bombas Funcionando como Turbina (BFT)

BFT a implantar	Modalidade do aproveitamento energético	Custo Estimado (R\$ x 1000)
Barueri-Tamboré	Entrada de reservatório	Concluído
EC-1	Controle de pressão na adutora – Interligação com Baixo Cotia	5.500,00
EC-2	Controle de pressão na adutora – Interligação com Cantareira	11.000,00
Barueri-Vale do Sol	Entrada de reservatório	1.000,00
EC-3	Controle de pressão na adutora Carapicuíba-Centro	8.000,00
Genesis	Controle de pressão na adutora Genesis	3.000,00
Total		29.000,00

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Bomba Funcionando como Turbina (BFT)

Implantada a BFT Barueri-Tamboré houve a economia de R\$ 25.000,00 por mês na conta da energia elétrica, o que demonstra a viabilidade técnica para que se possa prosseguir com outros estudos, conforme já mencionado anteriormente. Cinco BFT's estudadas apresentaram viabilidade, ver Tabela 4.

A geração de energia prevista com as obras é de 1.725.000 kwh/mês que prevê uma arrecadação de R\$ 12 milhões por ano.

Pay-back para as ações de BFT's é de 3,7 anos.

Setorização – Desativação Sistemas

Com a implantação da Sub-adutora Jandira-Mirante pelo Sistema Produtor São Lourenço (SPSL), houve a economia de R\$ 1.000.000,00 por ano na conta da energia elétrica, com o desligamento dos cinco grupos na EEAT Jandira. Com o sucesso da operação, foi encaminhado o projeto de outras quatro obras de setorização ver tabela 3.

A economia de energia prevista com as obras é de 2.815.200 kwh/mês que gera uma economia de R\$ 19 milhões por ano.

Pay-back para as ações de Setorização é de 8,2 anos.



Figura 9: Vista da BFT Tamboré (entrada de reservatório (Sabesp)).



Figura 10: Vista da BFT Tamboré (vista para o logradouro) (fonte: Sabesp).

BFT AUTOMATIZADA, PASSANDO A SER OPERADA REMOTAMENTE

A BFT, localizada no reservatório Tamboré passou a ser operada pelo Centro de Controle Operacional – CCO, localizado na sede da Companhia na Costa Carvalho no bairro de Pinheiros, dessa maneira então melhorando a operação da BFT sem influenciar na operação da água, conforme Figura 11 e 12.



Figura 11: BFT passa a ser operada pelo Centro de Controle Operacional CCO) (fonte: Sabesp)

Para a automação da BFT foram necessários os esforços de vários profissionais de diversas áreas da Sabesp como: Unidades de Negócio (MO), e de Produção de Água da Metropolitana (MA), da Superintendência de Manutenção Estratégica (MM) e da fabricante KSB; também contribuíram para o desenvolvimento do projeto de automação, profissionais da Siemens (fabricante de equipamentos elétricos), da ENEL (concessionária de energia elétrica) e outros prestadores de serviços.

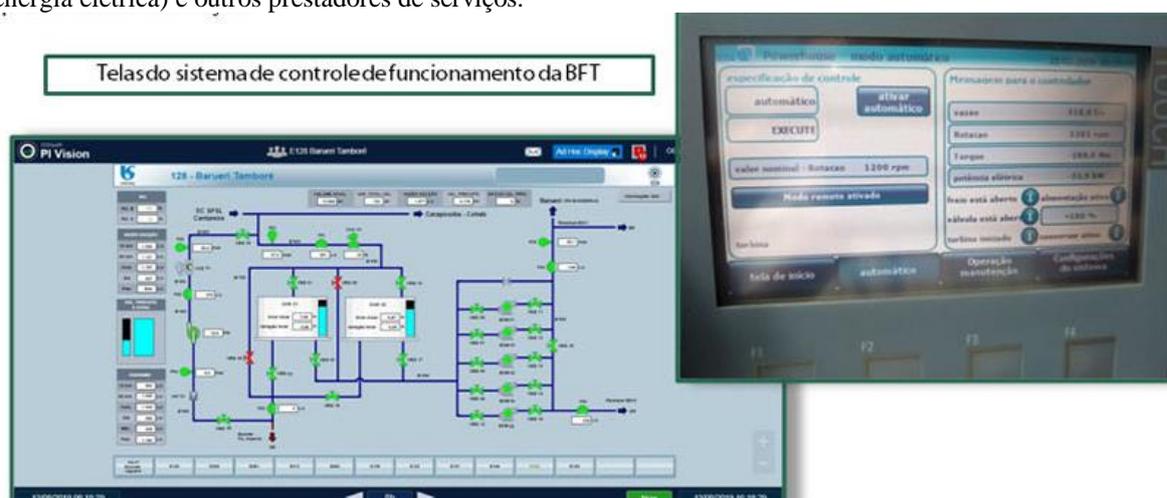


Figura 12: Telas do sistema de controle do funcionamento da BFT (fonte: Sabesp)

CONCLUSÕES

A Bomba Funcionando como Turbina e Estudos de Setorização projetados e aplicados pela equipe Sabesp, são inovadores, apresentaram resultados sustentáveis, permitem a redução de perdas, consumo de energia elétrica, intervenções de sistemas e reclamações de clientes. Otimiza sistemas com readequação das pressões e possibilitou a desativação de diversa estações de bombeamento, aplica a Gestão de Ativos.

Os estudos permitiram a desativação definitiva de mais de 60 estações de bombeamento e a implantação de uma estação produtora de energia elétrica, BFT, melhorando os resultados e atingimento de metas. Possibilitou novos estudos e projetos que são implantados.

Além dos ganhos mencionados, ressaltamos o trabalho com parcerias com empresas dos diversos setores, como bancos e universidades com a relevância do projeto, no Brasil e exterior, culminando com divulgação na mídia.

Buscar soluções sustentáveis e inovação fazem parte da cultura dos técnicos da Sabesp. Esse sentimento é um grande aliado na missão de universalizar o saneamento e contribuir na melhoria da qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lopes, Rafael Emilio; O uso de bombas funcionando como turbinas para sistemas de recalque de água – VI SEREA – Seminário Ibero-americano sobre sistemas de Abastecimento Urbano de Água João Pessoa (Brasil), 5 a 7 de junho de 2006
2. Relatório Técnico MAGG 107/17 – Novos setores do Sistema Produtor São Lourenço.
3. Relatório Técnico MAGG 048/18 – Dimensionamento da válvula de controle da entrada do reservatório Barueri - Vale do Sol



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



4. Costa, Edson Sene da; Alteração do Ponto de Alimentação da rede objetivando a redução de perdas – estudo de caso – Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Campinas-SP – Dezembro/2014.

5. SABESP; Modelagem Matemática - Procedimento Operacional de Água – Julho/2015. 6. SABESP; Orientador de Setorização – Superintendência de Planejamento e Desenvolvimento da Metropolitana - MP – Agosto/2016.