1034 – REDUÇÃO DE PERDAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – OLINDA PE

Vanessa Finamore Miranda [(1)]
Engenheira Ambiental e Sanitarista, especialista em estudos e diagnóstico dos sistemas de abastecimento de água utilizando a técnica de modelagem hidráulica, pós-graduada em Engenharia de Saneamento e Tecnologias Ambientais.
Cristian Gomes Barreto [(2)]
Tecnólogo em Construção de Edifícios e Técnico em Meio Ambiente.
Waldecir Colombini [(3)]
Engenheiro Civil, especialista em redução e controle de perdas reais de água e de faturamento.
Fernando Alvarenga [(4)]
Engenheiro Civil, especialista em redução e controle de perdas físicas e aparentes, pós-graduado em Tecnologias Ambientais e Gerenciamento de Projetos.
Diego Cuenca Marques [(5)]
Engenheiro Civil, pós-graduado em Gestão de Projetos.

Endereço [(1)]**:** Av. Doutor Altino Arantes, 754 – Vila Clementino – São Paulo - SP - CEP: 04042-003 - Brasil - Tel.: +55 (11) 98898-4624 - e-mail: **vanessa@enorsul.com.br**

RESUMO

O Projeto consiste na elaboração do estudo, projeto e implantação de obras, visando o aumento da eficiência operacional do sistema de abastecimento de água da cidade de Olinda, Estado de Pernambuco, Brasil. A área de abrangência deste projeto atinge a 70% dos habitantes do munícipio que corresponde a 229.663 habitantes.
Devido à falta de controle de pressão, poços que injetam diretamente na rede de distribuição e falta de setorização, a perda de água é elevada, O IPDT (Índice de Perdas Totais) do período foi levantado em 538l/lig/dia no diagnóstico inicial antes da efetiva implantação do projeto.
O projeto em questão prevê a implantação da macro setorização, melhorias de reservação, melhorias em elevatórias e poços e medições para efeito de estabelecimento de linhas de base. Análise de volumes de entrada dos setores, pressão média do abastecimento e tempo médio de abastecimento, assim como ações para redução e controle de perdas e constituição dos SMC são atividades previstas no contrato.
Para a realização dos projetos foi previsto o estudo da viabilidade e priorização da substituição de redes, com elaboração de plano específico contemplando o curto, médio e longo prazo. Modelagem matemática de simulação hidráulica para consolidação e delimitação final da área de influência de cada reservatório e dos SMC, tendo em vista a utilização de modelos de período estático e estendido. Implantação de redes e ramais em áreas de redes precárias, inclusive de medição dos consumos; Isolamento de áreas não regularizáveis e medição das entradas; Estudos de adequação e concepção da rede primária tendo em vista a concepção de SMC; Modelagem hidráulica do sistema distribuidor na concepção proposta.
O objetivo do projeto em pauta é reduzir o índice de perdas reais de água de 56% e ampliar a distribuição de água potável aos munícipes, portanto uma ampla gama de atividades é necessária para reduzir as perdas reais de água na rede de distribuição. Essas ações visam melhorar as condições de oferta de água e otimizar o sistema hidráulico e a busca e redução de vazamentos na rede de distribuição. Além da realização de obras para melhorar a infraestrutura da rede de distribuição, o projeto permitirá também a redução das perdas aparentes.
Dada essa situação, foi necessário apresentar soluções para a problemática, de forma rápida, clara e objetiva.

PALAVRAS-CHAVE: Redução de Perdas de Água; Balanço Hídrico, Setorização; Modelagem Hidráulica; Distribuição de Água.

INTRODUÇÃO

O presente trabalho demonstra ações implementadas em 03 setores de abastecimento de água do município de Olinda, localizado no estado de Pernambuco, para se obter uma melhor gestão dos recursos hídricos disponíveis,

reduzindo as perdas de água nas redes. O tratamento e distribuição de água do projeto em questão é de responsabilidade da companhia de abastecimento Compesa.

Desde a captação no manancial até a entrega da água ao consumidor podem ocorrer perdas de água. As perdas de água podem ser entendidas como "a diferença entre o volume total de água produzido nas estações de tratamento e a soma dos volumes medidos nos hidrômetros instalados nos imóveis dos clientes" (ABES, 2020; SABESP, 2022). Esta diferença de volumes pode ocorrer devido a vazamentos nas redes de distribuição – as chamadas perdas reais – ou erros de medição nos hidrômetros, ligações clandestinas e fraudes no abastecimento – definidas como perdas aparentes (TSUTIYA, 2006). O combate às perdas pode ser feito com ações de pesquisa de vazamento, monitoramento de pontos de medição, caça fraude e regularização de imóveis.

Altos índices de perdas de água tratada são conhecidos e representam, além de um prejuízo ambiental, um problema social e econômico para as empresas de abastecimento de água e saneamento, uma vez que, estas perdas geram gastos cada vez maiores. Desta forma, reduzir as perdas oriundas de rede de distribuição de água é uma ação determinante, tanto no âmbito ambiental e social, como também um fator positivo de economia para as empresas e para a população, tendendo a atender um maior número de pessoas.

O Projeto para a cidade de Olinda, consistiu na elaboração do estudo, projeto e implantação de obras, visando o aumento da eficiência operacional do sistema de abastecimento de da cidade. Portanto, serão apresentados os dados referentes aos serviços operacionais e obras executadas com tal viés, durante o período dos anos de 2017 a 2020.

A área de abrangência deste projeto abrange 70% do munícipio e que atende a 229.663 habitantes.

O sistema distribuidor de Olinda insere-se no sistema metropolitano de Recife. É abastecido através dos mananciais pertencentes ao Sistema Botafogo e por poços tubulares profundos, muitos deles injetando diretamente na rede distribuidora.

Foi realizado no projeto a implantação da macro setorização, melhorias de reservação, melhorias em elevatórias e poços e medições para efeito de estabelecimento de linhas de base, análise de volumes de entrada dos setores, pressão média do abastecimento e médio de abastecimento, assim como ações para redução e controle de perdas e constituição dos SMC (Setor de Macromedição e Controle) e a ampliação da oferta de água.

OBJETIVO

O objetivo do projeto em pauta é a redução do índice de perdas de água de 56% e ampliação da distribuição de água potável aos munícipes, portanto uma ampla gama de atividades foi necessária para reduzir as perdas reais de água na rede de distribuição. Essas ações visam melhorar as condições de oferta de água e otimizar o sistema hidráulico.

A topografia da cidade é marcada pela presença da planície costeira e por elevações adjacentes, o que faz com que haja tanto pressões altas quanto pressões muito baixas em torno de 5 mca, tendo em vista a desorganização da infraestrutura do sistema: máximo de 40mca em áreas por gravidade e até 70 mca em áreas atendidas por *boosters*. Portanto, detectou-se a necessidade de equilibrar as pressões de abastecimento do setor.

Para a atingir as metas estabelecidas para redução de perdas, foi realizado as seguintes atividades:

- O estudo da viabilidade e priorização da substituição de redes, com elaboração de plano específico contemplando o curto, médio e longo prazo;
- Modelagem matemática de simulação hidráulica para consolidação e delimitação final da área de influência de cada reservatório e dos SMC, tendo em vista a utilização de modelos de período estático e estendido;
- Implantação de redes e ramais em áreas de redes precárias, inclusive de medição dos consumos;
- Isolamento de áreas não regularizáveis e medição das entradas;
- Estudos de adequação e concepção da rede primária tendo em vista a concepção de SMC ou DMC - Distritos de Medição e Controle, como são geralmente conhecidos;

- Modelagem hidráulica do sistema distribuidor na concepção proposta;
- Realização de obras para melhorar a infraestrutura da rede de distribuição e a redução de vazamentos na rede de adução e distribuição.

A setorização dos SMC (Setor de Macromedição e Controle) trata-se de realizar a divisão, da malha de distribuição, em blocos com as modificações que forem cabíveis e adequadas, para a facilitação da macromedição e controle ativo de vazamentos.

Também foi realizado o reestudo das áreas de influência dos reservatórios e a possível ampliação da capacidade de reservação, tendo em vista a capacidade de aporte de água dos sistemas produtores para estes reservatórios. Assim como também a avaliação da possibilidade de aproveitamentos dos poços tubulares profundos, seja recalcando para os reservatórios existentes ou projetado, seja delimitando áreas de influência exclusivas, neste caso prevendo-se o uso de inversores de frequência, para minimizar as pressões nos horários de baixo consumo.

METODOLOGIA

A elaboração de Plano de Gerenciamento de Projeto (PGP), Planejamento de Obras e Gerenciamento de Projeto foi realizada utilizando a metodologia do guia PMBOK, Gerenciamento e execução de Obras pela metodologia PMI e EAP Estrutura Analítica do Projeto.

Os setores de abastecimento foram estudados pela equipe responsável pelos projetos juntamente a equipe de operação do sistema (Compesa) a fim de que fosse feita uma caracterização detalhada do sistema. Foram levantados os pontos limitantes de cada setor, para que se pudesse apresentar proposições assertivas para cada setor de abastecimento.

Foi utilizada a metodologia da modelagem matemática de simulação hidráulica, utilizando o software WaterGems, de forma a facilitar o diagnóstico mostrando os resultados de forma breve e imediata. Portanto, além dos equipamentos hidráulicos (macros, registros, VRPs, boosters) também foram inseridos os dados relativos a diâmetro, material, coeficiente de rugosidade dos tubos, cotas altimétricas, perdas de carga localizadas e demais características físicas do sistema no software WaterCAD (Figura 1 e 2). Esta atividade consistiu no levantamento das informações, documentos, plantas e desenhos necessários, possibilitando um maior conhecimento do sistema de abastecimento como um todo e as particularidades dos setores. Esses diversos elementos que constituem o modelo hidráulico do Sistema de Olinda foram carregados através da exportação de dados cadastrais existentes em formato XLS e em plataforma GIS e CAD.

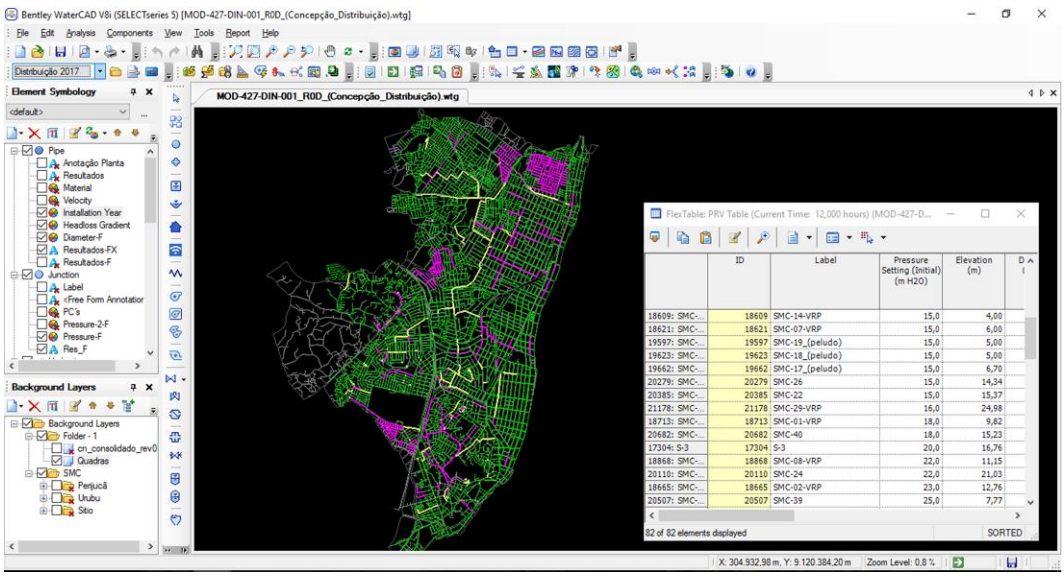

Figura 1 - Inserção de parâmetros do sistema no WaterCAD

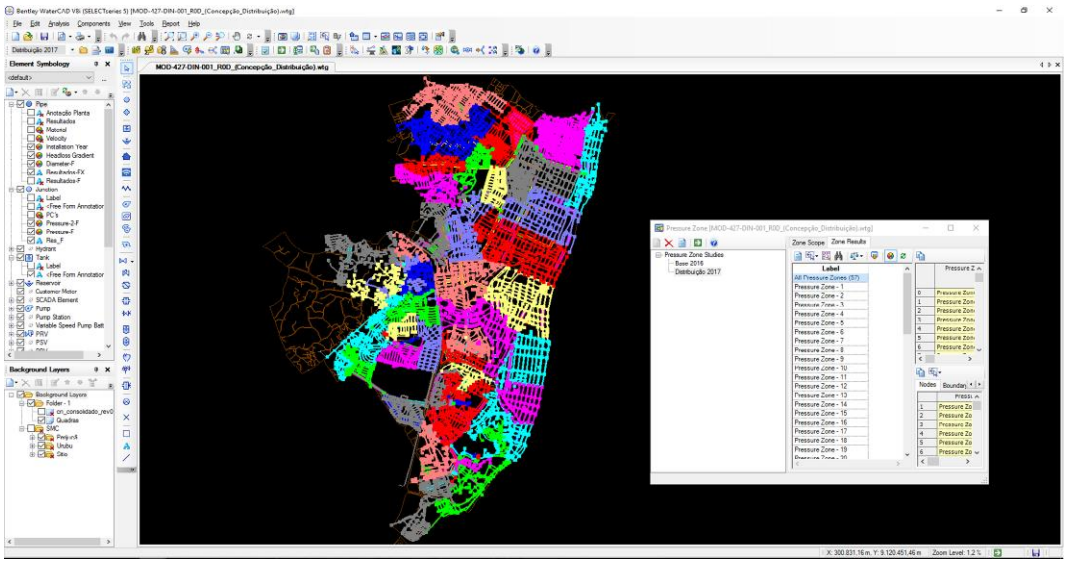

Figura 2 – Modelagem de cenários de abastecimento no WaterCAD

O método iterativo de simulação foi o Hardy-Cross e a utilização das fórmulas de Hazen-Williams, conhecida e aceita pela equipe gerencial e operacional de Olinda.

A metodologia apresentada demonstrou-se prática e eficaz devido à possível utilização dos dados existentes como banco de dados, cadastros, plantas, curvas de consumo, medições, históricos e elementos georreferenciados. Os resultados, como vazão e pressão obtidos para dimensionamento de redes e equipamentos hidráulico e foram obtidos e exportados de maneira prática, representados em tabelas, facilitando o trabalho da equipe técnica envolvida e evitando gastos maiores.

Ademais, o cadastro de redes encontrava-se desatualizado, necessitando um trabalho minucioso e instantâneo. Se por um lado sua implantação não seja fácil, por outro lado possibilita uma resposta muito mais rápida na tomada de decisões, vez que, quanto pior forem as informações de cadastro existentes, mais complicada se tornará a tomada de decisões que serão implantadas futuramente. Todavia, ao utilizar o georreferenciamento e integração de softwares, foi possível realizar essa tarefa.

Para identificação dos problemas atuais enfrentados foi feita através da análise dos resultados extraídos do modelo hidráulico, e consolidado como metodologia prática facilitada por meio de gráficos, tabelas de resultados e mapas temáticos, os quais foram compartilhados entre as partes envolvidas.

O carregamento da rede hidráulica totalizou-se em 8.205 tramos que representam os 426,2 km redes de abastecimento e 5.598 nós de consumo das demandas dos últimos 12 meses, demandas futuras de crescimento populacional e de futuros empreendimentos até o ano de 2037. Sendo possível visualizar o primeiro cenário diagnosticado, em período estendido (24hs), representado a realidade em campo, permitindo assim a visualização de resultados.

Assim, a aplicação do modelo permitiu o estudo do comportamento e a análise hidráulico nos mais diversos cenários e as diversas soluções possíveis.

Com base neste carregamento, foi visualizado os resultados e identificado o cenário que pode ser otimizado focado no gerenciamento das perdas físicas e, também, as deficiências do setor e que deverão ser sanadas.

RESULTADOS

Durante o diagnóstico do projeto foi possível identificar que a setorização original projetada para o sistema de distribuição de Olinda foi extrapolada na prática. Na medida em que o sistema se expandia, acompanhou a dinâmica de crescimento desordenado, tanto que sete bairros passaram a ser abastecidos a partir de derivações

diretas de adutoras que alimentam reservatórios, formando pequenas ilhas isoladas do restante da malha de distribuição.

Através da análise dos resultados e proposição de soluções foi apresentado pela equipe de projetos a redução de perdas físicas de água para 46% até 2020, 36,39% em 2021 e em longo prazo, até o ano de 2037, o índice de perdas físicas chegará em 29,13%.

Esta etapa de estudo e diagnóstico do projeto estava previsto pela Compesa ser realizado em 18 meses, porém utilizando a modelagem hidráulica, foi possível desenvolver esta primeira etapa do projeto em 10 meses. O que resultou no adiantamento de entrega de outras etapas do projeto, previsto no cronograma.

Este projeto apresentou de forma minuciosa, através da extração dos mapas temáticos da região e dos níveis d'água dos reservatórios e bombas, a localização das áreas onde as pressões devem ser reduzidas ou ampliada a oferta de água. Por isso, o uso da modelagem hidráulica como ferramenta na obtenção de informações se fez necessária para a elaboração do diagnóstico do sistema e análise de cenário futuro até 2037.

Os resultados obtidos na simulação hidráulica foram analisados para o ótimo controle do setor de distribuição de água. Portanto, foi levantado a necessidade das seguintes intervenções:

- Assentamento de 48 km de redes novas (Figura 3 e 4);
- Troca da 60 km de rede existente por rede nova;
- Instalação de 130 registros;
- Instalação de 47 macromedidores;
- Instalação de 26 VRPs (válvulas redutoras de pressão);
- Instalação de 02 *boosters*;
- Instalação de 02 Estações Elevatórias de Água Bruta (EEAB) (Figura 5);
- Construção de 05 Reservatórios Apoiados com capacidade de 2.000m³ cada (Figura 6 e 7);
- Construção de 16 Travessias de rios, sendo 16 Travessias Autoportantes e 02 Travessias apoiadas em treliça metálica (Figura 8);
- Assentamento de travessia de Rodovia em MND (Método Não destrutivo);

Figura 3 - Obra de assentamento de nova rede de distribuição

Figura 4 - Obra de assentamento de nova rede de distribuição

Figura 5 - Tubulação de Estação Elevatória de Água bruta implantada

Figura 6 - Construção da laje de um dos reservatórios

Figura 7 - Construção do reservatório

Figura 8 - travessia apoiada em treliça metálica

As intervenções foram levantadas de forma a garantir o isolamento dos setores, mantendo as pressões dentro dos valores mínimos e máximos para o abastecimento das áreas e redução pontos de perda de carga. A implementação dessas intervenções resultará na divisão da malha de rede de distribuição de água em 43 setores que serão controlados e macromedidos através da transmissão de dados por telemetria e por SSC (Sistema de Supervisão e Controle).

O investimento feito neste projeto é de aproximadamente R$ 130 milhões, e estima-se um retorno de R$19.844.682,07/ano com as implementações realizadas, resultando no retorno do investimento do projeto em 6,5 anos.

Visando a otimização na operação e redução de perdas de água e o atendimento da demanda existente e futura, a modelagem matemática de simulação hidráulica demonstrou a sua eficácia quanto aos resultados obtidos, tanto para diagnóstico como para tomadas de decisões. O modelo desenvolvido para o sistema de Olinda representou satisfatoriamente a rede, visto que na calibração apresentou bons resultados.

A Setorização com base nas alternativas apresentadas no presente estudo, mostrou-se eficiente no modelo hidráulico e satisfatória ao objeto do escopo do contrato, proporcionando o controle dos DMCs e possibilitando o acompanhamento das vazões pontuais e monitoramento específico em cada setor do sistema.

Os resultados obtidos no WaterGems permitiram a avaliação da capacidade de reservarão do sistema, a proposição de medidas para redução das perdas física de água, a adequação das pressões nas redes dentro de faixas aceitáveis, a proposição de equipamentos de medição e controle tais como válvulas de bloqueio, VRPs e identificação dos pontos críticos do setor.

Ademais, a utilização do modelo hidráulico foi eficiente para o planejamento da gestão de redução de perdas, tanto para curto como para longo prazo. Portanto, este trabalho contribuiu para a adoção da modelagem hidráulica pela companhia como ferramenta fundamental para o diagnóstico de perdas e para proposições de ações que auxiliem no gerenciamento de setores de abastecimento de água pública.

Uma vantagem adicional da aplicação deste modelo é a simulação de um valor mínimo de água economizada por determinada ação, ou o tempo máximo de retorno do investimento aceitável possibilitando a definição eficaz da conveniência ou não da implantação da concepção proposta.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após as intervenções realizadas no setor, foram obtidos os seguintes resultados em relação ao volume de perdas de água reduzido:

- De janeiro/2018 a dezembro/18: 10.067.541m³/ano;
- De janeiro/2019 a dezembro/19: 20.632.535m³/ano;
- De janeiro/2020 a setembro/20: 17.731.110m³.

No gráfico da Figura 9, apresenta-se a evolução da redução do volume perdido no período de Janeiro/2018 a Setembro/2020:

Figura 9 - Redução do volume perdido

Totalizando as reduções do Volume Perdido em 48.431.186 m³ e atingindo-se os índices de perdas previstos no período.

Além das obras propostas e executadas, foram realizados outros serviços com o objetivo de redução de perdas de água:

- Pesquisa e detecção de 527,7km de redes e aduras;
- 11.614 reparos de vazamentos;
- 6.143 trocas de ramal;
- 3.500 instalações de hidrômetros.

Para a eficiente otimização e operação dos SMCs foi implantado o STD (Subsistema de Transmissão de Dados), onde através da telemetria são transmitidos os dados para que seja feito o controle da macromedição e controle de pressão das VRP pelo sistema Vectorasys (Figura 10).

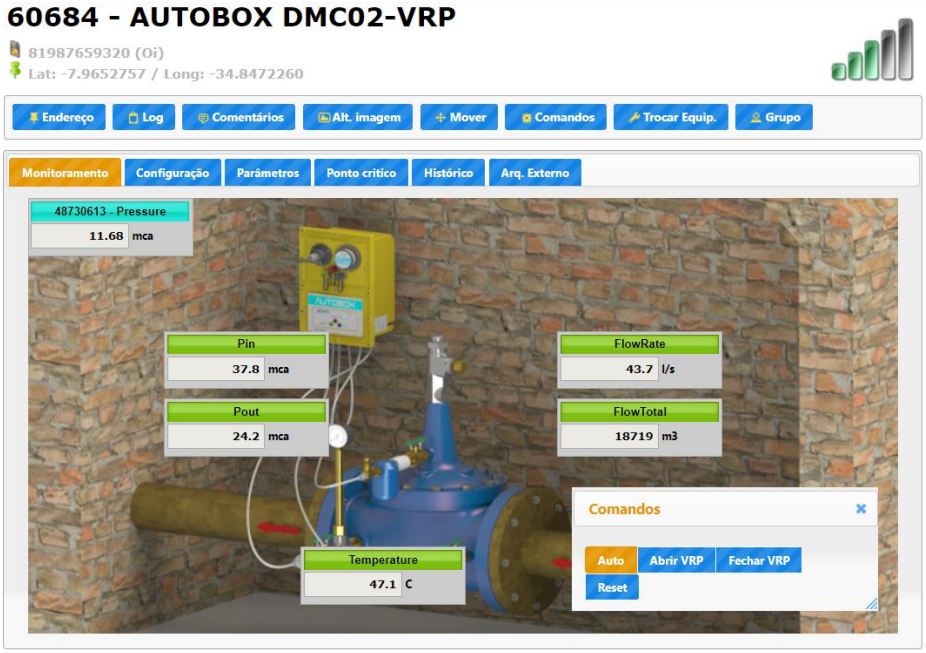

Figura 10 - Sistema Vectorasys: VRP de um dos DMCs de Olinda com seu quadro de comandos por telemetria

Neste sistema, os *dataloggers* dos macromedidores e VRPs enviam dados ao site de controle em intervalos de 15 minutos. Dessa forma, torna-se possível:

- Fazer o monitoramento do setor
- Aumentar ou diminuir a pressão de saída das VRPs;
- Melhorar o abastecimento dos DMC;
- Localizar possíveis perdas (vazamentos, fuga de água entre setores, etc.);
- Fazer o Fechamento da água do setor
- Coletar dados para o Balanço Hídrico do Setor

Através dos dados acima apresentados, é possível concluir que as ações implantadas no local resultaram na redução de volume água que estava sendo perdido. E também resultaram na otimização do sistema de distribuição de água de Olinda.

Destaca-se inclusive, que aumentar a qualidade de abastecimento de um município e, concomitantemente, reduzir custos de produção da água contribui para a saúde financeira das empresas, tornando viáveis os investimentos em tais objetivos.

Como benefício da implementação deste projeto no que tange à redução das perdas físicas, a COMPESA pôde produzir a mesma quantidade de água para abastecer uma quantidade maior de pessoas. Com essa redução de perdas a operadora de saneamento reduz os custos com diversos itens, tais como:

- Produtos químicos;
- Energia elétrica;
- Compra de água bruta (nos casos em que há cobrança pelo uso da água);
- Mão de obra.

Também é possível apontar benefícios indiretos, como os gastos investidos em conservação diminuem a necessidade de ampliação da geração de energia. Além disso, aumento de eficiência permite que as empresas tenham mais recursos para investir na expansão dos sistemas de água e esgoto.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi possível visualizar melhoria para o Sistema de Abastecimento de Olinda, que traz benefício para mais de 250 mil habitantes, trabalhadores e visitantes desta região.

Frente à problemática ambiental de escassez de água, fez-se imprescindivelmente a aplicação de técnicas que sanem o desperdício de água, pois à medida que a população cresce, maior deverá ser produção de água e consequentemente as perdas de água serão maiores. Dentro deste contexto, entende-se que o aproveitamento eficiente e a boa gestão dos recursos hídricos constituem questões prioritárias de sustentabilidade.

O Projeto em questão está Inserido no Projeto de Sustentabilidade Hídrica de Pernambuco, que é voltado ao alcance da segurança hídrica apoiando a consolidação e aprimoramento do sistema de gestão e regulação do uso da água, através de ações de desenvolvimento institucional, gestão participativa, planos e estudos, regulação de uso, monitoramento e revitalização de bacias.

Pode-se evidenciar a magnitude de alcance dos trabalhos de redução de perdas, tanto no âmbito social quanto financeiro, uma vez que o aumento da eficiência reduziu os volumes perdidos, aumentou o volume faturado, melhorou o retorno financeiro da contratante e abasteceu com qualidade quem antes não tinha acesso.

Vale ressaltar a melhoria na qualidade de vida e saúde pública: Acesso a água tratada reduz a incidência de problemas de saúde na população, reduzindo gastos do sistema de saúde e elevando a produtividade do trabalhador, que se ausenta menos.

O aumento da eficiência de sistemas de abastecimento constitui grande importância para as empresas atuantes no setor de saneamento, pois além dos ganhos indicados há um benefício intangível associado ao ganho de imagem de uma operadora focada em eficiência e preservação dos recursos naturais e aumento da qualidade de vida e saúde da população.

Isso mostra de maneira definitiva que o investimento feito em saneamento básico e para a produção de água potável se reverte não só em saúde para a população como também em economia de divisas para quem investe e no aumento da riqueza geral a partir da melhoria da produtividade e da saúde. Portanto, os investimentos em saneamento podem inclusive reduzir a pobreza em geral.

Além disso, com um olhar dos resultados além do padrão econômico, pode-se observar a importância do trabalho realizado para a sociedade e o mundo. Todas as ações empreendidas visando a redução de perdas e a melhoria do abastecimento nos imóveis, contribuíram para as seguintes metas do Objetivo 6 – Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos, ODS6.

A água é um elemento fundamental às necessidades primárias da humanidade, sendo um bem comum fulcral. Há um maior reconhecimento do fato de que a água, de modo particular o acesso à água potável, está na raiz de algumas das preocupações mais urgentes da sociedade. O problema da escassez da água é vivido de maneira extremamente dramática por homens e mulheres que vivem nas comunidades mais pobres. A quantidade de crianças que morrem todos os anos nos países mais pobres, devido à falta do acesso à água potável e ao saneamento, constitui uma perda para o futuro do mundo inteiro (IV FORO, 2006).

Os investimentos no saneamento podem corroborar para a redução da pobreza em geral. Se este desafio for enfrentado, oferecerá a possibilidade de desvelar uma potencialidade enorme e de transformar numerosas vidas. Sendo assim, a água é muito mais do que uma simples necessidade humana básica. É um elemento essencial e insubstituível para assegurar a continuação da vida. Além da assistência para o seu próprio desenvolvimento, a um nível que seja suficiente para a abordagem dos projetos necessários em vista de garantir o acesso à água potável e ao saneamento, tanto para as gerações presentes como futuras (IV FORO, 2006).

A água está intrinsecamente unida aos direitos fundamentais, como o direito à vida, à alimentação e à saúde. O acesso à água potável é um direito humano fundamental. Deste modo, a redução do desperdício de água e ampliação da oferta para os munícipes de Olinda corrobora para que isso aconteça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABES (Brasil). Perdas de água em sistemas de abastecimento: índices e nova tecnologia. 2020. Disponível em: https://abes-es.org.br/perdas-de-agua-em-sistemas-de-abastecimento-indices-e-nova-tecnologia/. Acesso em: 11 maio 2022.
2. 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.
3. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 11 maio 2022.
4. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, São Paulo-SP. 2006. 643p.
5. IV FORO Mundial sobre a Água: Água, elemento essencial para a vida. 2006. Disponível em: https://www.vatican.va/roman_curia/pontifical_councils/justpeace/documents/rc_pc_justpeace_doc_20060322_mexico-water_po.html. Acesso em:11 jun 2020.