

**TEMA XI - 632 – READEQUAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA DO MUNICÍPIO DE COLOMBO/PR VINCULADAS A METAS DE
REDUÇÃO DE PERDAS E AUMENTO DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL**

Luiz Ricardo Mininel⁽¹⁾

Engenheiro Civil, Pós-graduado em Gerenciamento de Projetos e Pós-graduado em Engenharia Sanitária.

Waldecir Colombini⁽²⁾

Engenheiro Civil, Especialista em Redução e Controle de Perdas Reais de Água e de Faturamento.

Patricia Paetzhöld Barcelos Paludo⁽³⁾

Engenheira Civil e Engenheira de Segurança no Trabalho. Engenheira Civil na Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR.

Fairianny Edissa Ribeiro⁽⁴⁾

Engenheira Civil, Especialista em Gestão e Projetos e Especialista em Modelagem Hidráulica.

Rodrigo Manassés⁽⁵⁾

Engenheiro Civil, Especialista em Planejamento e Gestão de Negócios, Especialista em Saneamento básico.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dona Avelina, 77 – Vila Mariana – São Paulo - SP - CEP: 04111-010 - Brasil - Tel: (11) 5581-4700 - e-mail: luiz@enorsul.com.br

RESUMO

Sustentabilidade refere-se ao princípio da busca pelo equilíbrio entre a disponibilidade dos recursos naturais e a exploração deles por parte da sociedade. Ou seja, visa a equilibrar a preservação do meio ambiente e o que ele pode oferecer em consonância com a qualidade de vida da população. Atualmente, muito é comentado sobre desenvolvimento sustentável, visto o despertar de consciência da sociedade como um todo para a ideia de que os recursos naturais não são infinitos como muitos pensavam. As inúmeras discussões por parte da comunidade científica acerca das questões relacionadas ao meio ambiente e sua intensa degradação por parte da ação antrópica também colocaram esse termo em evidência.

Nesse contexto, coube as Companhias de Saneamento não somente buscar/otimizar as novas fontes de recursos hídricos, mas, principalmente, melhorar a eficiência no abastecimento, buscando a redução das perdas por vazamento, chamadas de Perdas Reais, que são uma consequência do envelhecimento e deterioração da infraestrutura de distribuição de água. Como em outros sistemas da região metropolitana de Curitiba, o Município de Colombo encontrava-se em emergência hídrica proveniente da seca mais severa dos últimos 91 anos que assolou o Estado do Paraná. Pelas condições desfavoráveis do relevo do Município, no que refere a grandes diferenças de cota entre as diversas situações em que o abastecimento da população se realiza, o índice de perdas por ligação (IPL) indicava 366 litros/ligação/dia, o que representava um índice de perdas de 47,61%. Mediante esse cenário, era necessário o encadeamento das ações, em etapas, para que o resultado almejado seja atingido.

Visando o aumento da eficiência operacional e a redução do volume perdido, o escopo de ações compreendeu a instalação de 33 válvulas redutoras de pressão, execução de 35,7 km de anéis de distribuição e reforços na rede de distribuição de água, implantação de 3 *Boosters*, e a implantação de um Reservatório circular (3.500 m³) para implantação do Novo Setor São Gabriel. Além das ações que compõe o escopo obrigatório, foram realizados serviços de pesquisa de vazamentos, identificação de fraudes e ligações clandestinas, e otimização de 7 válvulas existentes.

As ações realizadas nesse projeto na área aferida pelo projeto de performance resultaram não só na redução do IPL e do índice de perdas, que passaram de 47,61% para 34,50% e 366 para 252 litros/ligação/dia, respectivamente, como possibilitou também o aumento eficiência operacional.

PALAVRAS-CHAVE: Contrato de Performance, Eficiência Operacional, Redução de Perdas.

INTRODUÇÃO

O contrato firmado entre a Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR e o CONSÓRCIO EFICIÊNCIA OPERACIONAL COLOMBO, composto pelas empresas Enorsul e Effico, e tem por objeto a prestação de serviços de engenharia, no município de Colombo, vinculada a metas de eficiência, com objetivo de redução de perdas no sistema de abastecimento de água em abrangência da Regional Curitiba Norte.

O projeto localiza-se no Município de Colombo, que compõe o Sistema de Abastecimento Integrado de Água de Curitiba (SAIC), localizado no norte da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). A área de abrangência do projeto é abastecida pelo Reservatório Colombo Sede e pelo Recalque Guarani Santa Cândida, esse último devido a insuficiência de reservação e redes primárias, o que impossibilita o abastecimento total do Município pelo RAP Colombo. O Reservatório Colombo Sede é abastecido pela ETA Colombo Sede, que recebe a sua matéria prima dos poços do Aquífero *Karst*, sendo o abastecimento dividido em:

- Gravidade Colombo Sede (GCSE);
- Válvula Colombo Sede I (VCSE I);
- *Booster* Uvaranal (BUVA);
- *Booster* Colombo Sede (BCSE).

Sendo que dentro da Gravidade Colombo Sede (GCSE), estão em funcionamento outras 03 VRPs:

- Válvula José Leal Fontoura (VJLF);
- Válvula Pau Brasil (VPBR);
- Válvula José Beira da Silva (VJBS).

Já o Recalque Guarani Santa Cândida (RGSC) abastece:

- Válvula Colombo Sede II (VCSE II) – Futuro Setor São Gabriel;
- Válvula Colombo Sede III (VCSE III) – Futuro Setor São Gabriel.

Na figura 1, abaixo, é apresentado o croqui esquemático atual das Unidades do Sistema Gravidade Colombo Sede (GCSE):

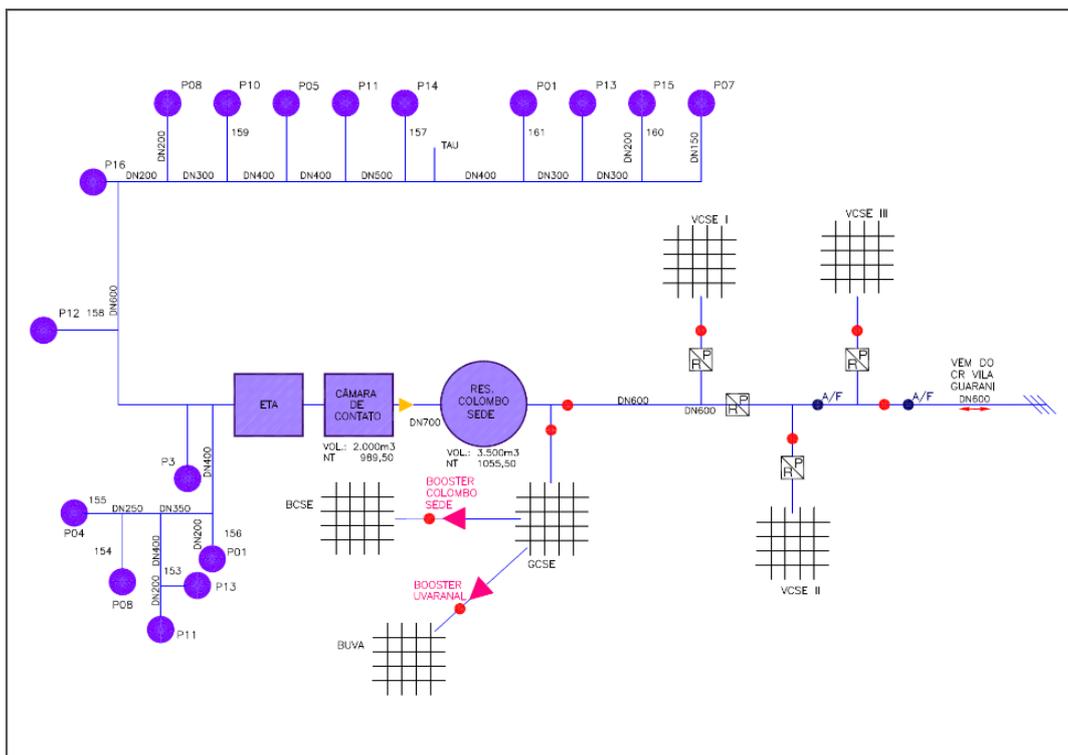




Figura 1: Croqui Esquemático do Sistema de Colombo (Fonte: SANEPAR).

Município de Colombo possui uma área aproximada de 197.793 km², abastecendo uma população em torno de 246.540 mil habitantes (Fonte: IBGE), por meio de 300 km de redes de distribuição e 19.239 ligações. O município conta com apenas um centro de reserva denominado Colombo Sede e com uma capacidade de reserva, de 2.300 m³, capacidade essa inferior ao requerido pelo sistema.

Os programas para redução de perdas de água devem considerar sempre a relação entre o valor gerado pelo volume de água economizado (que não será perdido) e o valor do investimento, tanto na infraestrutura quanto em gestão comercial, realizado para lograr a redução de perdas. A partir de certo nível de perda de água, o custo para a redução desta perda se torna cada vez maior, pois a economia de água gerada por investimento realizado é cada vez menor.

As ações visam otimizar o sistema de abastecimento, de modo a obter o melhor custo-benefício das instalações operacionais, com resultados diretos na redução dos custos de manutenção e regularidade do abastecimento, sendo a análise econômico-financeira, associado à modelagem hidráulica devem direcionar estas ações.

As abordagens tradicionais para redução de perdas de água consistem na celebração de contratos de prestação de serviços. Estes contratos se devem de modo geral em consultorias privadas especializadas que desenvolvem projetos estratégicos para redução das perdas e eficiência energética. Estas consultorias apenas estruturam projetos que são executados com orçamento da operadora dos serviços de água e esgoto destinado a este propósito. Esta abordagem apresenta, em algumas situações, deficiências. A principal delas reside no fato da remuneração da contratada ser fixa não relacionada ao sucesso do programa de redução de perdas e eficiência energética.

Programas de redução de perdas em empresas de saneamento na maioria das vezes não são implantados por meio de contratos de performance. Entretanto, esta modalidade possibilita atuar nas diversas frentes de combate as perdas em um único contrato.

Os contratos de performance oferecem uma nova abordagem para o desafio de redução de perdas de água e redução do consumo de energia elétrica. A essência dos contratos de performance é o agente privado não ser remunerado apenas pela entrega dos serviços e obras, mas também pelo cumprimento das metas estabelecidas no contrato.

As empresas de saneamento, vem adotando a prática dos contratos de performance para redução da perda real e eficiência energética. Essa prática visa à viabilização da execução, em curto prazo, das ações de redução de perdas de água e do consumo de energia elétrica, sem desembolso imediato de recursos e com o comprometimento da contratada com os resultados, única forma de remuneração. Esta modalidade de contrato consiste em três etapas:

- Implantação: nessa fase a contratada é obrigada, no prazo estipulado em contrato, de 18 (dezoito) meses, a implantar todo o Escopo Mínimo Obrigatório.
- Apuração da Eficiência: nessa fase, que se inicia após a implantação do escopo obrigatório e que tem duração de 12 meses, apura-se o resultado na redução do volume de perdas.
- Remuneração Fixa: nessa etapa, de 30 (trinta), a contratada já não atua mais e é remunerada pelo resultado gerado e apurado na etapa anterior, até o final do contrato, que totaliza 60 (sessenta) meses.

Para que esse Contrato se configure como Contrato por Eficiência foi estabelecida a Bonificação da Eficiência, que é um valor destinado a premiar o esforço da Contratada na busca por superação da Meta Mínima Obrigatória pactuada em Contrato. Para tanto, as remunerações variáveis (fase de implantação e apuração da eficiência) e as remunerações fixas prevista no Contrato serão calculadas utilizando-se da remuneração básica que representa 100% da Meta de Redução de Volume Perdido sendo limitada ao acréscimo de 20% que representa a Bonificação da Eficiência resultando no valor Global Contratual.

OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é apresentar as ações que foram realizadas no Município de Colombo no período de implantação do escopo obrigatório e que resultaram em uma maior eficiência operacional e de gestão do sistema com o aumento do tempo de abastecimento, além dos resultados obtidos pelo contrato no controle e combate às perdas reais, a fim de atender a meta de redução de 24% do volume perdido.

O objetivo específico é descrever as ações que permitiram melhorar a infraestrutura e as condições de oferta de água, otimizando o sistema hidráulico, implantação do novo Setor São Gabriel e a redução de vazamentos e perdas físicas na rede de distribuição da área objeto do contrato.

A meta de redução é de 24% do volume perdido médio de 12 meses, ou seja, 51.559 m³/mês, conforme volume perdido no período de Base-Line compreendido de Base-Line - setembro/2020 a agosto/21. A meta de redução de volume perdido é calculada através da divisão entre o volume perdido a ser reduzido e o volume perdido no período de Base-Line de projeto. O volume perdido médio de 12 meses será obtido pela média das diferenças entre os volumes obtidos pelos macromedidores de controle e os volumes micromedidos durante este período de 12 meses anteriores a emissão da Autorização de Serviço.

Todas as ações e tecnologias implantadas tem como objetivo permitir também a disponibilização de informações que comporão o histórico da operação, base para o planejamento de ações que visem à otimização operacional e a melhoria da gestão do sistema.

METODOLOGIA UTILIZADA

A implantação do escopo compreende serviços de engenharia através do controle de pressão e vazamentos, e a implantação de um novo setor de abastecimento, através de:

- Levantamento da situação atual do setor de abastecimento, diagnóstico operacional e elaboração de estudos e projetos executivos;
- Modelagem hidráulica e validação do modelo com a implantação da setorização, contemplando a execução dos serviços para viabilizar a efetivação dos limites operacionais;
- Fornecimento e execução de um Reservatório circular (3.500m³) para implantação do novo Setor São Gabriel;
- Execução de 35,70 km de anéis de distribuição e reforços na rede de distribuição de água;
- Implantação de 03 *Boosters* com inversores de frequência;
- Implantação de 33 válvulas redutoras de pressão projetadas, sendo todas auto operadas, com macro medidores e transmissão a distância via sistema de telemetria e ou modulação de pressão;
- Otimização de 07 de válvulas redutoras de pressão existentes, sendo todas auto operadas, e transmissão a distância via sistema de telemetria e ou modulação de pressão;
- Pesquisa de vazamentos e identificação de fraudes e ligações clandestinas.

Todos os serviços foram executados, no mínimo, de acordo com o Termo de Referência do presente contrato, e em consonância com as prescrições de normas técnicas, legais e de segurança aplicáveis.

Para assertividade das ações operacionais e executivas em andamento no presente contrato para redução de perdas de água considerou sempre a relação entre o valor gerado pelo volume de água economizado (que não será mais perdido) e o valor do investimento gerador dessas melhorias permanentes, tanto da infraestrutura quanto no aumento do tempo de abastecimento.

Para assegurar o atendimento das metas do contrato, as etapas e metodologia a utilizadas a serem desenvolvidas para implementar as ações de melhorias foram detalhadas, coerentes com a essência e complexidade do trabalho foram divididos em 04 Etapas a saber conforme a figura 2:

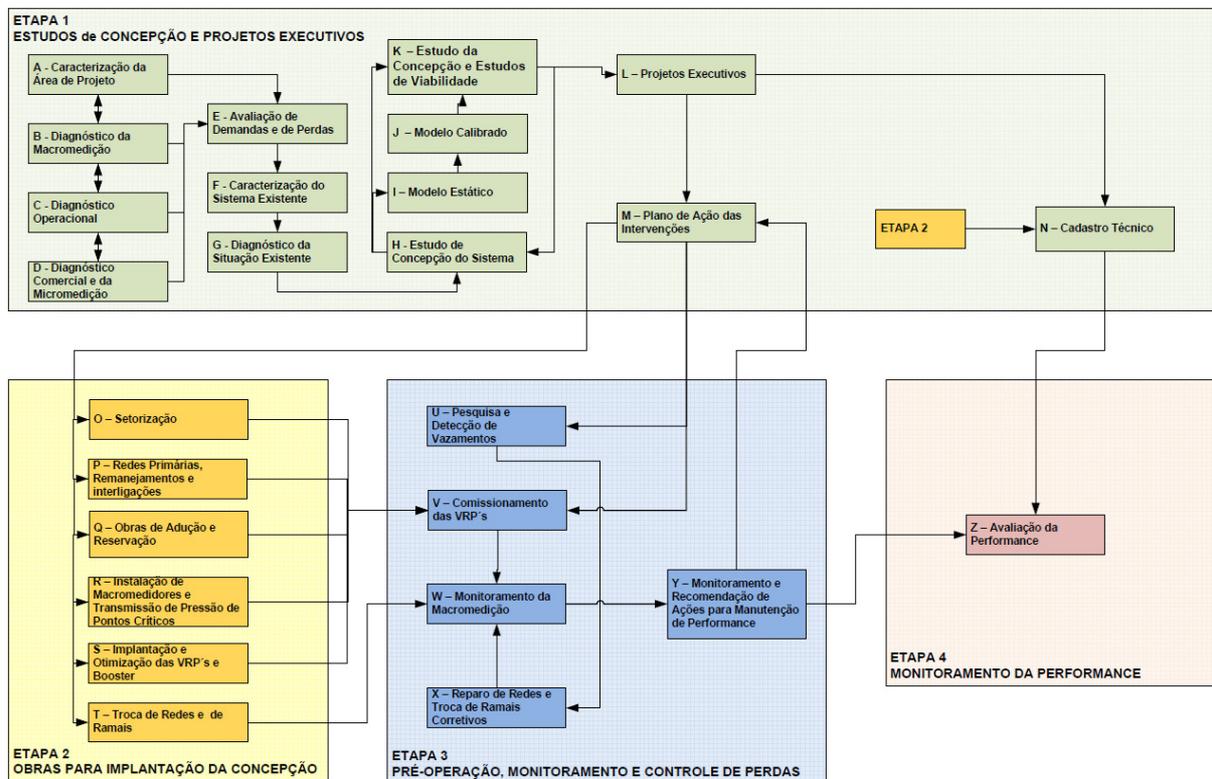


Figura 2: Fluxograma das Fases e Atividades

O Consórcio decidiu como efetuar as intervenções, serviços e obras, visando o melhor resultado na redução das perdas por vazamento no Município de Colombo, entretanto é necessário o encadeamento dos trabalhos previstos, em etapas, para que o resultado almejado fosse atingido. Porém as seguintes atividades foram executadas, impreterivelmente, logo após a autorização para início dos trabalhos: levantamento da situação atual do setor; elaboração dos planos de trabalho; detalhamento de projeto; levantamento geotécnico do subsolo com a locação das interferências; aquisição, instalação e comissionamento dos medidores limítrofes; implantação dos DMCs. Recomenda-se que as duas últimas atividades estejam concluídas para que, na sequência, possa ser efetuado o controle mais preciso dos volumes fornecido e consumido no setor Colombo.

Como já dito anteriormente, a contratada tem a liberdade para decisão de como efetuar as intervenções, serviços e obras, bem como, sugerir alternativas, e neste caso, demonstrar a viabilidade tanto técnica como econômica e apresentar as respectivas justificativas para avaliação.

DIAGNÓSTICO E MODELAGEM HIDRÁULICA

O levantamento de dados compreendeu a caracterização física e operacional atual dos setores de abastecimento, coleta dos dados cadastrais das redes de distribuição e das unidades operacionais existentes (reservatórios, elevatórias, macromedidores, VRPs e *boosters*), atualização dos limites dos setores de abastecimento, levantamento dos projetos existentes, levantamento de dados relativos à macromedidação e aos índices de perdas totais, levantamento de dados comerciais relativos ao cadastro de consumidores e consumos micromedidos mensais, avaliação das condições operacionais quanto ao atendimento de demandas e pressão de trabalho das redes, levantamento dos serviços em andamento, envolvendo redes de distribuição e/ou adução, levantamento dos dados históricos disponíveis quanto às ações implantadas para redução de perdas reais, verificação dos limites dos setores de abastecimento e das zonas de pressão, com verificação da estanqueidade dos registros limítrofes (atividade a ser realizada em conjunto com os técnicos da Companhia de Saneamento) e elaboração do modelo hidráulico para simulação hidráulica dos setores de abastecimento, carregamento de dados, calibração e validação do modelo matemático de simulação hidráulica dos setores de

abastecimento em *software*, para a configuração atual do sistema, tanto das redes primárias quanto secundárias.

Para a modelagem hidráulica foi utilizado como base as informações cadastrais dos equipamentos e redes, dos perfis de consumo e indicadores operacionais, tanto para a situação atual como futura. O modelo matemático dos sistemas hidráulicos foi calibrado considerando a totalidade das tubulações existentes, além de todos os equipamentos existentes como válvulas redutoras de pressão, estações elevatórias de água e reservatórios, de forma a contemplar todos os elementos lineares e localizados do sistema relativo aos setores em estudo.

A demanda, além de considerar a micromedição e o indicador de perdas foram, obrigatoriamente, carregadas por face de quadra e proximidade do nó, de forma que a maioria absoluta dos nós possa ser carregada com a demanda média. Não foram aceitas simplificações no carregamento das demandas dos nós. O modelo foi calibrado em período estendido (24 horas), de acordo com os dados levantados em campo.

Juntamente ao relatório das atividades foram apresentados os gráficos de calibração do modelo hidráulico por ponto calibrado, constando a curva do modelo hidráulico e a curva obtida durante a campanha de medição para as 24 horas do dia escolhido. A calibragem se deu em função das vazões e pressões, medidas por sete dias consecutivos, considerando a situação horária das 24 horas. As medições de vazões e pressões foram realizadas pelo Consórcio e, simultaneamente em todos os pontos selecionados, por um período de sete dias, com registro dos dados a cada 15 minutos, no mínimo.

IMPLANTAÇÃO E OTIMIZAÇÃO DE VÁLVULAS REDUTORAS DE PRESSÃO

Os estudos para novas VRPS e otimização das VRPS existentes contemplaram as seguintes atividades:

Detalhamento da área passível de instalação da VRP, com os dados cadastrais de interesse, em escala apropriada.

Delimitação do setor de controle e redução de pressão. Verificação, em campo, das condições operacionais de registros limítrofes e internos, inclusive indicação (A-aberto/F-fechado) no desenho. Verificação do isolamento do setor proposto e caracterização da situação atual de abastecimento. Determinação dos pontos críticos e locação de TAPs e programação dos serviços e análise dos dados de medição de vazão e de pressão.

A elaboração dos projetos executivos das novas VRPS contemplou as seguintes atividades: Detalhamento do projeto básico para instalação de VRPs, incluindo os serviços topográficos e cadastrais, de sondagens e de levantamento de interferências. Detalhamento dos projetos de fundação e estruturas, elétricos, hidromecânicos, remanejamento de interferências e demais projetos necessários para a perfeita implantação de VRPs.

Pré-operação de VRPs/macromedidores: Programação dos serviços e análise de dados das medições de vazão e pressão, com o sistema redutor de pressão em regulagem. Regulagem gradativa do sistema instalado. Programação dos serviços e análise de dados das medições de vazão e pressão, com o sistema estanque estabilizado. Análise da influência sobre áreas limítrofes afetadas pelo isolamento da área da VRP. Compatibilização entre setor de abastecimento e comercial.

Medição da resistência do aterramento do macromedidor e entrega de “*Data Book*”, contendo: histórico, comparativo entre dados de projeto e dados reais obtidos após os serviços, “*As Built*” e amarração das instalações, cadastro de VRPs e de TAPs, registros limítrofes, rotinas e procedimentos de manutenção.; análise das mínimas vazões noturnas; regulagem do sistema; análise das variações das mínimas vazões noturnas; nova regulagem do sistema e demais atividades relevantes relacionadas à implantação e manutenção de cada sistema, que na 1ª fase será antes da pesquisa de vazamentos.

PESQUISA DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS

Foi contemplada a execução de varredura para detecção de vazamentos não visíveis, contemplando pesquisa de vazamentos em 900 km de rede de distribuição de água nos setores de abastecimento abrangidos neste contrato.

O controle de perdas em sistemas de abastecimento de água constitui-se em ação contínua das mais importantes, com reflexos diretos na medida da eficiência operacional e na gestão econômico-financeira das Companhias de Saneamento.

Dentre os diversos fatores que compõem as perdas, os vazamentos nas tubulações de distribuição de água são responsáveis por parcela significativa do total. O controle passivo dos vazamentos implica corrigir apenas os vazamentos visíveis, não se configurando como uma sistemática abrangente de atacar o problema. Ao combater também os vazamentos não-visíveis, pratica-se o controle ativo, através da pesquisa para a detecção dessas fugas.

A investigação das redes e ramais prediais de água quanto à existência de vazamentos não-visíveis foi realizada através da utilização de equipamentos tecnicamente atualizados. Os equipamentos utilizados para a condução dos serviços estão especificados são:

- Equipamentos Principais: Geofone Mecânico, Geofone Eletrônico com Filtro de Ruídos, Haste de Escuta, Correlacionador de Ruídos de Vazamentos.
- Equipamentos Auxiliares: Lanterna Portátil Recarregável, Haste de Perfuração, Locador de Tubulação Metálica e Cabo Energizado, Locador de Massa Metálica.
- Equipamentos Auxiliares Adicionais ou Alternativos: Manômetro, Perfuratriz Elétrica, Locador de Tubulação Não-Metálica, Trena.

A tabela 1 apresenta os 3 ciclos (300km cada ciclo) de pesquisa de vazamentos não visíveis realizados e o resumo dos resultados obtidos ao longo do programa de varredura para detecção de vazamentos não visíveis para a área objeto do contrato.

Tabela 1: Resultado da Pesquisa de Vazamento.

Ciclo	Vazamentos Locados	Índice de Vaz x km
1º	388	1,29
2º	182	0,61
3º	183	0,61
TOTAL	753	0,84

Ao final do plano de trabalho e execução de varredura para detecção de vazamentos não visíveis, obteve-se o índice de 0,84 vazamento por km de rede pesquisada. O reparo dos vazamentos em redes, ramais e caavales detectados durante as varreduras foram realizados pela CONTRATANTE.

IMPLANTAÇÃO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Com o objetivo de melhoria da eficiência operacional do sistema de água, foram projetadas e implantadas em torno de 36,60 km de redes de distribuição de água para atendimento do escopo mínimo. Foi contemplado na implantação de redes de distribuição inclusive à execução das interligações com as redes existentes, de forma a aperfeiçoar a setorização e o gerenciamento das pressões nas redes idealizados no estudo.

O dimensionamento das redes de distribuição foi baseado na demanda atual e a demanda futura, com foco em redução das perdas reais. A execução das redes previstas no escopo mínimo permitiu a implantação da nova setorização através de válvulas redutoras de pressão e do novo Reservatório São Gabriel, além de diminuir as perdas de cargas nas redes de distribuição do sistema, otimizando assim, o abastecimento da área.

Foram executadas 4 (quatro) travessias pelo método não destrutivo (MND) na faixa de servidão do DER-PR (BR-476), com o objetivo de viabilizar a implantação da concepção de setorização proposta.

A tabela 2 apresenta o quantitativo de rede assentado por diâmetro e material.

Tabela 2: Relação das Redes de Distribuição Implantadas.

DN	MATERIAL	EXTENSÃO(m)
50	PVC	8.251
75	PVC	40,48
100	PVC	7.066
75	PVC	22
100	PVC	4
150	PVC DeFoFo	4.002
200	PVC DeFoFo	5.520
250	PVC DeFoFo	2.171
300	PVC DeFoFo	996
80	FD K9 JE2GS	12
100	FD K9 JE2GS	45
150	FD K7 JE2GS	17
DE 63	PEAD	1.117
DE 90	PEAD	432
DE 180	PEAD	2.567
DE 225	PEAD	334

CENTRO DE RESERVAÇÃO SÃO GABRIEL

Trata-se do fornecimento e montagem de reservatório para armazenamento em chapa de aço carbono parafusado com revestimento vitrificado e teto em domo geodésico autoportante de alumínio, fundação e laje de fundo (base) em concreto armado impermeabilizada, com capacidade nominal de 3.500 m³ (Figura 3), para a localidade de Colombo, além das interligações do reservatório e caixas em concreto para entrada e saída das tubulações (caixa de entrada, caixa para macromedidor etc.). Todos os materiais e equipamentos previstos nos projetos foram de responsabilidade da contratada.



Figura 3: Implantação do Reservatório São Gabriel

A figura 4 abaixo apresenta a concepção do projeto implantando no Município de Colombo através da readequação e reforço da rede de distribuição, implantação de válvulas redutoras de pressão (VRPs), *boosters*, reservatório e serviços de engenharia complementares, com o objetivo de otimização da eficiência operacional, com a redução do volume de perdas.

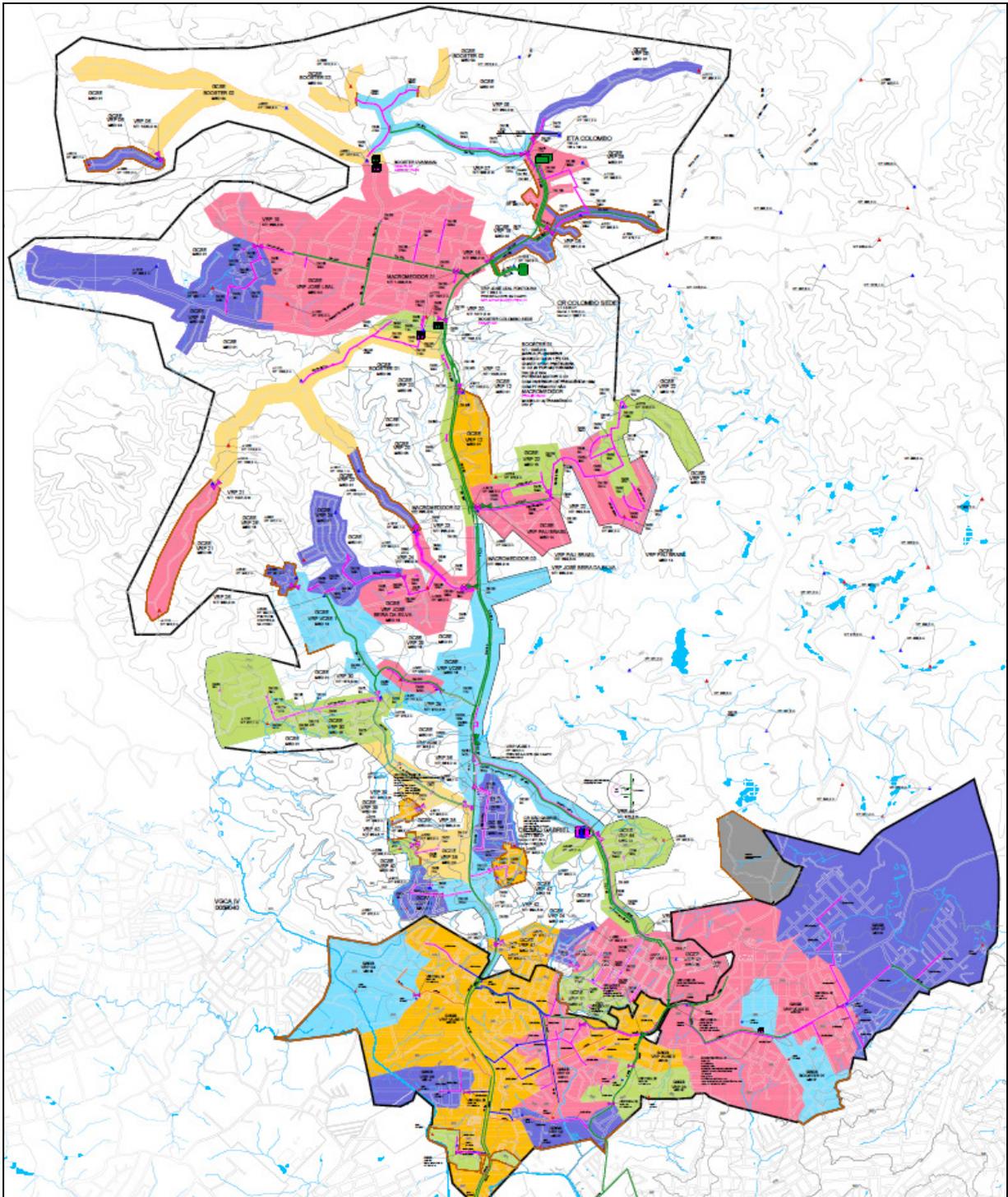


Figura 4: Concepção do Projeto de Performance Colombo (Fonte: SANEPAR)

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados de performance obtidos são calculados através do comparativo entre a média do Volume Perdido no período de Base-Line e o Volume Perdido mensal apurado na Fase de implantação do escopo obrigatório e na Fase de Apuração da Eficiência. Temos a fórmula a seguir como gatilho para cálculo do índice de performance e remuneração:

$$[(VPBL - VPPO \text{ ou } VPAE \text{ mensal}) \times VPBL] \div \text{Meta de Redução} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

- VPBL: Volume Perdido Base-Line é a diferença entre o Volume Disponibilizado médio e o Volume Medido médio, ambos apurados no período de Base-Line de janeiro/18 a dezembro/18) = 1.453.999 m³/mês;
- VPPO: Volume Perdido Pré-Operação é a diferença entre o Volume Distribuído (VD) mensal e o Volume Micromedido mensal apurado no período de Implantação Escopo obrigatório (1 a 18 meses);
- VPAE: Volume Perdido Apuração da Eficiência é a diferença entre o Volume Distribuído (VD) mensal e o Volume Micromedido mensal apurado no período da Apuração da Eficiência (12 meses);
- META REDUÇÃO VP: 24% (51.559 m³).

A meta de redução esperada ao final da fase de implantação é de 24% do volume perdido (correspondente a um volume de 51.559 m³/mês), obtido pelas diferenças entre os volumes registrados pelos macromedidores e os volumes medidos pela micromedição. Atualmente a área de abrangência do projeto é abastecida por dois sistemas, sendo o principal por gravidade através do Reservatório Colombo Sede e pelo bombeamento proveniente do Recalque Guarani Santa Cândida, esse último devido à falta de reservação e a precariedade de redes primárias, ocasionando grande perda de carga no sistema de distribuição. Projeta-se ao final da implantação das ações um volume recuperado de 61.871 m³/mês, o que representa um volume anual projetado de recuperação de 742.450 m³/ano.

A variação dos volumes e dos índices de IPDT apresentados no Gráfico abaixo, é a demonstração mais eloquente dos efeitos das ações de combate as perdas implantadas na área do contrato, como podemos visualizar na figura 5 abaixo o comportamento das curvas e barras no período de implantação em relação ao período de base-line. A abaixo apresenta o gráfico contemplando 30 meses, compreendendo o período base-line até o fechamento do período de implantação.

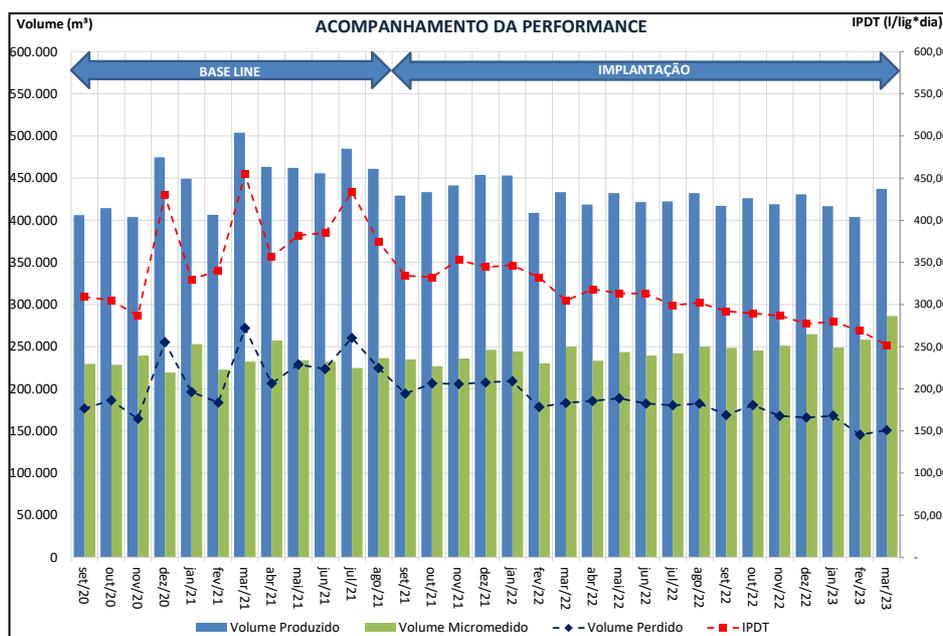


Figura 5: Gráfico de Evolução dos Resultados Obtidos de Recuperação do Volume Perdido (Fonte: Consórcio Operacional Colombo).

As ações combinadas permitiram a redução média do Volume Perdido na área objeto do contrato, evidenciados pela média do IP no período de base-line, que passou de 365,55/lig*dia antes das intervenções para 251,68 l/lig*dia, índice esse referente ao último mês de implantação do escopo mínimo (março/2023). Na sequência é apresentado a tabela 3 abaixo com os valores de volume, ligações e índice de performance de forma detalhada.

Tabela 3: Planilha de Apuração dos Volumes e dos Índices de Performance (Fonte: Consórcio Operacional Colombo).

Fase	Período	VD (m³)	VM (m³)	IP (%)	Nº de Lig.	IPDT	VPBL (m³)	Performance (%)
BASELINE	set-20	406.225	229.646	43,47%	19.049	308,99	176.579	-
	out/20	414.403	228.116	44,95%	19.091	304,93	186.287	-
	nov-20	403.848	239.405	40,72%	19.125	286,61	164.443	-
	dez/20	474.758	219.316	53,80%	19.177	429,68	255.442	-
	jan-21	449.186	252.905	43,70%	19.208	329,64	196.281	-
	fev/21	406.409	222.882	45,16%	19.251	340,48	183.527	-
	mar-21	503.924	232.024	53,96%	19.286	454,78	271.900	-
	abr/21	463.448	257.055	44,53%	19.309	356,30	206.393	-
	mai-21	462.160	233.500	49,48%	19.312	381,95	228.660	-
	jun/21	455.521	232.136	49,04%	19.339	385,03	223.385	-
	jul-21	484.765	224.368	53,72%	19.362	433,83	260.397	-
ago/21	460.905	236.254	48,74%	19.355	374,42	224.651	-	
IMPLANTAÇÃO DO ESCOPO	set-21	429.146	234.800	45,29%	19.382	334,24	194.346	-
	out/21	433.158	226.732	47,66%	19.403	332,46	206.426	-
	nov-21	441.537	235.926	46,57%	19.410	353,10	205.611	-
	dez/21	453.698	246.273	45,72%	19.426	344,44	207.425	-
	jan-22	453.118	244.141	46,12%	19.452	346,56	208.977	-
	fev/22	408.672	230.356	43,63%	19.177	332,09	178.316	70,82%
	mar/22	433.131	249.986	42,28%	19.402	304,50	183.145	61,45%
	abr/22	418.502	233.126	44,30%	19.419	318,20	185.376	57,12%
	mai/22	432.249	243.642	43,63%	19.421	313,27	188.607	50,86%
	jun/22	421.623	239.285	43,25%	19.436	312,72	182.338	63,02%
	jul/22	422.324	241.982	42,70%	19.437	299,30	180.342	66,89%
	ago-22	432.232	249.920	42,18%	19.472	302,03	182.312	63,07%
	set/22	417.209	248.445	40,45%	19.271	291,91	168.764	89,34%
	out-22	426.231	245.614	42,38%	19.501	289,44	180.617	66,36%
	nov/22	419.073	251.215	40,05%	19.516	286,70	167.858	91,10%
	dez-22	430.739	264.788	38,53%	19.315	277,16	165.951	94,80%
	jan-23	416.768	248.821	40,30%	19.391	279,39	167.947	90,93%
fev-23	404.022	258.493	36,02%	19.319	269,03	145.529	134,41%	
mar-23	436.915	286.189	34,50%	19.319	251,68	150.726	124,33%	

Foram alcançados outros benefícios decorrentes das ações implantadas neste contrato, tais como, despesas menores com a manutenção e reparo das redes de distribuição após a implantação do escopo mínimo, como podemos visualizar no histórico das manutenções realizadas provenientes da pesquisa de vazamento realizada na área do projeto. Observa-se uma clara tendência de redução na quantidade de vazamentos na área quando compara a primeira varredura com a demais realizadas no setor, no qual o setor passou de um índice de 1,29 vazamento x km para 0,61 vazamento x km.

Um dos principais resultados esperados no que tange a readequação do sistema de abastecimento de Colombo através do projeto, é a execução de um reservatório apoiado de 3.500 m³ para a implantação de um novo setor de abastecimento por gravidade denominado São Gabriel, no qual sua adução será feita através do Aquífero *Karst*, e assim, eliminar o abastecimento da área via Recalque Guarani Santa Cândida, o que ocasiona elevadas pressões e alto índices de vazamentos na rede de distribuição.

Ações combinadas de readequação e setorização das redes de distribuição com o controle de pressão e vazão e a pesquisa ativa de vazamentos, permitiram ao final da fase de implantação que o consórcio atingisse o índice de performance acima de 120%. A implantação de novas válvulas redutoras de pressão e a otimização das existentes possibilitaram a redução de 18 mca na pressão média do setor, além disso com a pesquisa ativa de vazamentos, foram indicados e reparados 753 vazamentos, evidenciando um resultado expressivo até o momento. Anteriormente ao início do projeto, a rede de distribuição do Município de Colombo operava com pressões médias elevadas (> 50 mca) com conseqüente impacto na gestão de perdas.

Espera-se que além dos benefícios de redução do volume perdido, equalização da incidência de pressões altas e vazamentos no setor, e a regularidade no abastecimento ao longo do dia, outro benefício direto esperado pela é a redução do consumo de energia elétrica através da redução de vazão e pressão do Recalque Guarani Santa Cândida com o recuo de sua área de influência e da modernização de 2 boosters existentes.

ANÁLISE E DISCUÇÃO DOS RESULTADOS

Com as obras e serviços propostos no escopo mínimo permitiu o controle de pressão e diminuição dos vazamentos, garantindo uma redução do volume perdido acumulado na fase de implantação de 579.778 m³ (período de setembro/21 a março/23), através da operação dos setores implantados e existentes. Além da melhoria do sistema e conseqüente melhora do abastecimento nos pontos críticos, obteve-se também o aumento o atingimento da performance mínima após 6 meses do início das ações.

Observou após as ações de melhorias de abastecimento no Município de Colombo, um aumento de 7% no volume micromedido e conseqüentemente um incremento no volume faturado, quando comparamos o período de base-line (setembro/20 a agosto/21) com a fase de implantação.

A implantação do escopo mínimo obrigatório permitiu melhorias e otimização no sistema de abastecimento ocasionadas pela insuficiência de rede primária de distribuição, ocasionando assim elevadas perdas de carga provenientes das velocidades desenvolvidas. A gestão de pressão nas redes de distribuição de água apresentou-se como uma das ferramentas mais importantes no controle e redução de perdas no contrato, sendo recomendado o seu uso nos sistemas de abastecimento de água, na medida do necessário, A experiência indica que se não houver uma redução de pressão, o sistema retornará com perdas equivalentes às do início da pesquisa, anulando em pouco tempo a campanha de combate realizada.

O Consórcio através da implantação do contrato pode avaliar sua eficiência e viabilidade, utilizando de parâmetros principais, tais como:

- A viabilidade econômica do controle de perdas a partir da avaliação da eficiência de atividades inerentes ao controle de perdas, inferir parâmetros e premissas técnicas e econômicas para a otimização do controle das perdas, o qual será a base para a tomada de decisões;
- Indicação das ações que otimizam, em termos de: benefícios, custos e prazos a redução de perdas em cada setor;
- Avaliação da eficácia das próprias metodologias adotadas atualmente (por exemplo: análise da quantidade de pesquisa e detecção de vazamentos não visíveis requeridas por trecho e por tempo, tipos de comissionamento em VRPs etc.

Foram alcançados outros benefícios decorrentes das ações implantadas neste contrato, tais como, despesas menores com a manutenção e reparo das redes de distribuição após o início da implantação do escopo mínimo, devido a menor incidências de vazamentos.

Dentre as intervenções para o controle de perdas reais, onde se realizam as ações corretivas e preventivas focadas nas principais causas das perdas reais: vazamentos em ramais, vazamentos em redes, pressões altas, entre outras. Além da infraestrutura (material de ramal e rede, idade etc.) o fator físico de análise foram a pressão por zona ou área controlada por VRP (setorização).

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), como resultados dos investimentos em saneamento, temos os seguintes benefícios socioeconômicos:

- Cada R\$ 1 investido em saneamento gera R\$ 3,13 em riquezas à economia: Saneamento demanda grande quantidade de obras e serviços, movimentando áreas da indústria, comércio e setor de serviços em todo o ciclo que vai da captação ao abastecimento de água.
- Demanda e negócios para a indústria brasileira: Só a construção de uma estação de tratamento de água e esgoto, por exemplo, ativa pelo menos dez setores da indústria de transformação, como o químico, de borracha, metalurgia e máquinas e equipamentos.
- Geração de empregos: Para cada R\$ 1 bilhão investido em saneamento, 58 mil empregos diretos e indiretos seriam criados: sendo 27 mil na indústria, 25,1 mil no setor de serviços.
- Aumento da renda do brasileiro: A criação de novos postos de trabalho tem efeito direto sobre o rendimento da população. Cada R\$ 1 bilhão investido em saneamento resulta no crescimento de R\$ 545 milhões na massa salarial do país.
- Melhora na qualidade de vida: Acesso a água tratada e a rede de coleta de esgoto 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.
- Redução do desperdício: Hoje, 37,4% da água que circula pelas redes de abastecimento se perde no meio do caminho. A redução do desperdício permitiria abastecer um maior número de lares sem a necessidade de novos investimentos em captação.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (2015), o investimento em água potável e saneamento básico gera retorno econômico e justifica cada dólar investido. Atualmente estima-se que, 2,4 bilhões de pessoas no mundo não tenham acesso a saneamento básico, enquanto mais de 1 bilhão não tem água potável disponível. As metas para o desenvolvimento do milênio, estabelecidas em consenso pelos países membros da ONU, propõem que nos próximos anos mais 2 bilhões de pessoas tenham acesso a água potável e esgoto.

Os benefícios econômicos, dependendo da região do globo, podem ser de até 34 vezes o valor investido. Se considerarmos a economia por conta da disponibilidade de água potável, dispensando tratamento com produtos químicos, podemos chegar à poupança de 60 vezes o que for gasto para obter água limpa.

As populações que têm acesso a água potável e saneamento básico adoecem menos e terão uma vida mais produtiva. O retrato atual da falta de saneamento mostra que pelo menos mais de 1,5 milhão de pessoas morrem anualmente por não ter água potável e saneamento básico. Outras doenças estão associadas ao baixo índice de saneamento, como a malária que, por exemplo, mata quase 2 milhões de pessoas anualmente.

Esses dados mostram 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.

Segundo o Ministério da Saúde, as boas práticas em relação à rede de distribuição minimizam os riscos à saúde, como resultado da implantação das ações do presente projeto, teremos os seguintes benefícios quando comparado ao Manual Boas Práticas no Abastecimento: Procedimentos para a minimização de riscos à Saúde (2006):

- Garantir, no interior das tubulações, pressões dentro dos limites recomendados pela ABNT, ou seja, preferencialmente entre 10 e 50 mca (pressões elevadas favorecem perdas de água, enquanto pressões baixas dificultam o abastecimento domiciliar e facilitam a contaminação da água no interior das tubulações).
- Garantir, ao máximo possível, situações em que as tubulações não fiquem vazias ou despressurizadas, para não permitir a entrada de águas poluídas ou contaminadas.
- Dotar a rede de distribuição de registros de descarga adequadamente localizados para permitir as operações de limpeza que se façam necessárias, inclusive para combater a ocorrência de “água colorida” ou a formação de biofilme que favoreça o desenvolvimento de microrganismos patogênicos oportunistas no interior das tubulações.
- Limitar, ao mínimo incontornável, os trechos de rede de distribuição que não estejam interligados a outras tubulações, ou seja, que favoreçam a ocorrência de baixas velocidades, situação condenável por possibilitar o acúmulo de resíduos, com a consequente formação de “água colorida” e de biofilmes, bem como o consumo do residual de cloro livre.
- Substituir as tubulações muito antigas que sejam responsáveis pela frequente formação de “água colorida” ou pelo comprometimento da qualidade bacteriológica da água distribuída.
- Garantir que as tubulações estejam protegidas contra poluição ou contaminação durante serviços de reparos, substituições, remanejamentos ou prolongamentos.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Com a implantação das ações previstas no contrato de performance para redução das perdas reais no Município de Colombo, os resultados começaram a surgir de forma significativa. Os trabalhos tiveram início em setembro de 2021, contemplando a prestação de serviços de engenharia, no município de Colombo, vinculada a metas de eficiência, com objetivo de redução de perdas no sistema de abastecimento de água em abrangência da gerência regional Curitiba Norte.

Além dos ganhos indicados há um benefício intangível associado ao ganho de imagem de uma operadora focada em eficiência e preservação dos recursos naturais. É difícil imaginar algo mais incoerente com a missão empresarial de prestar serviços ambientais de uma operadora do que o registro de elevadas perdas de água e intermitência no abastecimento em qualquer etapa do processo de disponibilização ou uso dos sistemas.

Destaca-se ainda que há sinergias nas ações de redução de perdas de água e eficiência energética. A redução do índice de perdas leva à diminuição na necessidade de produção de água que, por sua vez, faz com que a energia consumida na produção de água caia e assim ocorra uma redução nos custos de energia.

Ressalta-se inclusive, a implantação de certificação de profissionais em pesquisa e detecção de vazamentos não visíveis por métodos acústicos. As teorias mais recentes a respeito das perdas reais estão igualmente implementadas, na medida em que é feita a adaptação dos parâmetros utilizados em outros países para a nossa condição local. Foram alcançados outros benefícios decorrentes das ações implantadas neste contrato, tais como, despesas menores com a manutenção e reparo das redes de distribuição após o início da implantação do escopo mínimo.

Destaca-se também a contratação por remuneração por desempenho, diferentemente dos contratos tradicionais de prestação de serviços, os contratos de eficiência oferecem uma nova abordagem para o desafio de redução de perdas de água. A essência destes contratos é a alteração da forma de medição para remuneração do contratado, que não é remunerado apenas pela entrega de serviços, mas também pelo cumprimento das metas estabelecidas em contrato. Além disso, essa prática visa a viabilização da execução, em curto prazo, das ações de redução de perdas de água, sem desembolso imediato de recursos e com o comprometimento da contratada com os resultados que acaba sendo a forma única de remuneração dos serviços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEVEDO NETTO, J.M.; FERNANDEZ Y FERNANDEZ, M.; ARAUJO, R.; ITO, A.E. Manual de hidráulica. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 669 p.
2. ABES. Manual de Contrato de Performance e Desempenho, 2021



3. CETRE do Brasil LTDA. Apostila do Curso de Detecção de Vazamentos Não Visíveis – Métodos Acústicos. 2003. 154p.
4. TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, São Paulo - SP. 2006. 643p.
5. Documentos Técnicos de Apoio – DTAs elaborados no âmbito do PNCDA (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água). Ministério do Planejamento e Orçamento – Secretaria de Política Urbana, 1998.