

0175 - ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA AÇÕES DE CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA NA DISTRIBUIÇÃO

José Geraldo da Fonseca Júnior⁽¹⁾

Engenheiro Civil. Gerente do Setor de Distribuição e Coleta de São José dos Campos, SP. Cia. De Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Candace Quezia Andrade Vasconcelos⁽²⁾

Estagiária em Engenharia Civil. Setor de Distribuição e Coleta de São José dos Campos, SP. Cia. De Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Diego Felipe de Souza⁽³⁾

Estagiário em Engenharia Civil. Setor de Distribuição e Coleta de São José dos Campos, SP. Cia. De Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Jorge Maurício Sanabria⁽⁴⁾

Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Engenheiro Ambiental no Setor de Distribuição e Coleta de São José dos Campos, SP. Cia. De Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Euclides Miragaia, 126 - Centro – São José dos Campos – São Paulo - CEP: 12245-820-Brasil - Tel: +55 (12) 3904-3202 - Fax: +55 (12) 3904-3205 - *e-mail*: josefonseca@sabesp.com.br.

RESUMO

Vazamentos de água em sistemas de distribuição de água potável são responsáveis por impactos financeiros, ambientais e na credibilidade da empresa operadora dos serviços de saneamento. Investimentos financeiros e de tempo são necessários para manter índices adequados de vazamentos. No intuito de estabelecer uma estrutura analítica para o desenvolvimento de projetos acerca do gerenciamento de perdas, o presente trabalho tem como objetivo apresentar estrutura de análise de viabilidade econômica de ação projetada para gerenciamento de pressão em sistema de distribuição de água potável no município de São José dos Campos (SP). Neste sentido, são apresentados resultados (i) da aplicação da ferramenta de Balanço Hídrico na análise de perdas de água e (ii) da simulação hidráulica para avaliação das melhoras na pressão na rede. Principalmente, é dada atenção a avaliação econômica por meio de simulação de Monte Carlo para apoio da tomada de decisão quanto a viabilidade do projeto proposto. Conclui-se que o projeto apresentado é viável, apresentando taxa de retorno interessante para sua realização.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Econômica, Monte Carlo, Gerenciamento de perdas, Gerenciamento de Pressão.

INTRODUÇÃO

Sistemas de distribuição de água tratada (SDAT) necessitam de constante manutenção para manter sua eficiência. Dentre as principais fontes de ineficiência a perda de água por vazamentos se destaca por acarretar desperdício de recurso natural e financeiro. No sentido de mitigar tais ineficiências pode-se aplicar uma gama de ações que atingem o problema de vazamentos em diferentes níveis: (i) pesquisas por vazamentos, (ii) substituição de tubulações e ramais, (iii) setorização e (iv) gerenciamento de pressão.

Dentre estas ações, o gerenciamento de pressão é aplicado em setores munidos de monitoramento, abastecimento conhecido e controlado, também chamado de Distrito de Medição e Controle (DMC). Trata-se da instalação de equipamentos e adequação da rede de distribuição que permitam o controle da pressão da água na rede, aproveitando-se da relação que ocorre entre a alta pressão nas tubulações e a vazão de água vazamentos.

O subsetor de abastecimento de água estudado caracteriza-se pela topografia irregular, com variação de cota altimétrica superior a 50 metros, elevada ocorrência de reparos em rede e ramais e índices de perdas de água



altos. Concomitantemente, por estar localizado no limite da rede de distribuição de água do município abastecido, este setor opera próximo ao limite de sua capacidade de suprimento de água em períodos de grande consumo. Dado este contexto, o subsetor foi escolhido como estudo de caso para planejamento e desenvolvimento de ações de mitigação de perdas de água, visando principalmente a diminuição da vazão perdida, seguida de aumento da segurança de abastecimento do setor.

Este trabalho desenvolve-se em três principais etapas: (i) diagnóstico do SDAT quanto as perdas de água, (ii) projeto técnico de intervenção, (iii) análise de viabilidade econômica.

OBJETIVOS

Este trabalho visa apresentar a aplicação de ferramentas de planejamento, dimensionamento e análise econômica de viabilidade de projeto de gerenciamento de pressão desenvolvidas no combate às perdas no sistema de distribuição de água do em um bairro situado em município operado pela Sabesp.

METODOLOGIA

DIAGNÓSTICO DO SDAT DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

Foi realizado diagnóstico do sistema de distribuição de água do município de São José dos Campos por meio de aplicação do modelo de Balanço Hídrico (Melato, 2010), no período compreendido entre janeiro de 2018 e janeiro de 2019. A partir deste diagnóstico foi possível estabelecer os setores prioritários para implementação de ações de combate às perdas, conforme é apresentado na Figura 1.

Verifica-se na Figura 1, que 7 Distritos de macromedição e Controle (DMC) compõem aproximadamente 50% do volume perdido no município de São José dos Campos. Para o presente estudo, elegeu-se o DMC Putim, composto por subsetores de características diversas quanto a topografia, número de ligações, idade das tubulações etc.

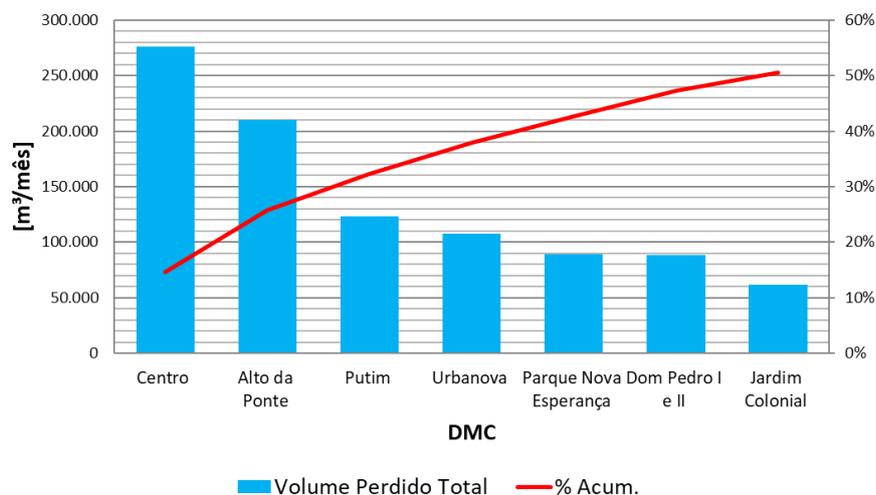


Figura 1-Gráfico de Pareto com volume Perdido Medio Mensal.

Por meio de levantamento do histórico de reparos de rede e em ramais, no período compreendido entre janeiro de 2014 e dezembro de 2018, foi possível indicar o subsetor estudado como uma região crítica de vazamentos (Figura 2), associados a alta pressão na rede de distribuição de água. Estas características direcionaram as intervenções no sentido do gerenciamento de pressão na rede de distribuição no bairro a fim de diminuir as perdas reais do subsetor estudado.

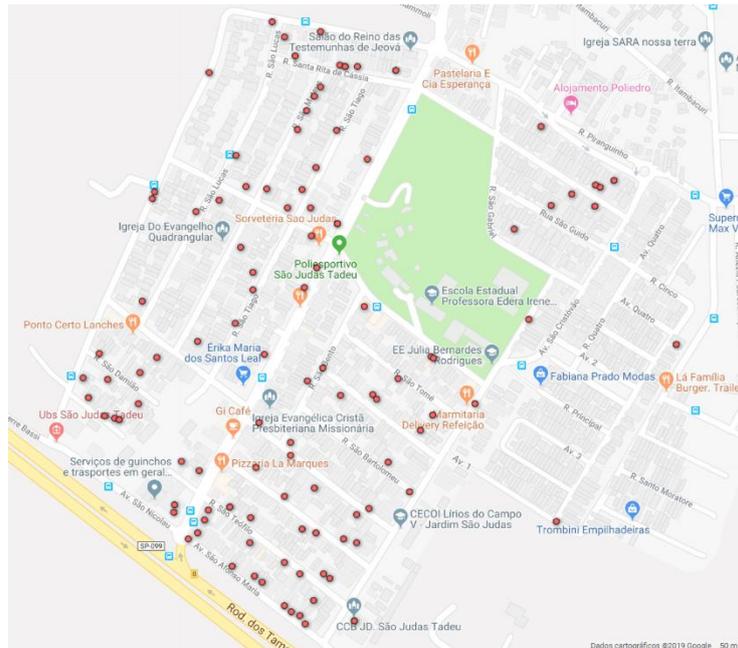


Figura 2 - Mapeamento de vazamentos no bairro estudado (2014/2018). Fonte: Google Fusion Tables.

Para a avaliação das perdas por meio do Balanço Hídrico, foram levantados dados disponíveis no sistema SISPERDAS (SABESP), para os dados compreendidos entre janeiro de 2018 e janeiro de 2019, procurando mitigar os efeitos de sazonalidade. Além, para determinar as perdas aparentes, adotou-se como hipóteses o percentual de 2% de perdas por fraudes e 14% de submedição (Melato, 2010). O diagnóstico realizado para o DMC Putim é apresentado na Figura 3.

CALCULADORA DE BALANCE HÍDRICO			
Número de conexões ativas de água:	10.461	jul/18	SETOR Putim
BALANCE HÍDRICO			
VOLUME DE ENTRADA 3.012.086 m³/ano	CONSUMO AUTORIZADO 1.541.122 m³/ano	CONSUMO AUTORIZADO	CONSUMO MEDIDO
		1.540.841 m³/ano	1.540.841 m³/ano
	CONSUMO AUTORIZADO NÃO FATURADO 281 m³/ano	CONSUMO ESTIMADO	0 m³/ano
		CONSUMO SOCIAL	- m³/ano
		USO OPERACIONAL	281 m³/ano
		USO EMERGENCIAL	- m³/ano
	VOLUME DE PERDAS DE ÁGUA 1.470.964 m³/ano 48,84% Perdas Totais 48,84% Perdas - IANF 385,2 L/ramal.dia	TOTAL DE PERDAS APARENTES	PERDAS DE SUB MEDIÇÃO INEVITÁVEIS
		205.935 m³/ano 14%	141.213 m³/ano
		TOTAL DE PERDAS REAIS	PERDAS DE SUB MEDIÇÃO RECUPERÁVEIS
		1.265.029 m³/ano 86%	35.303 m³/ano
		FRAUDES E OUTROS	
		29.419 m³/ano	
		PERDAS REAIS ANUAIS INEVITÁVEIS	
		69.907 m³/ano	
		PERDAS REAIS RECUPERÁVEIS	
		1.195.122 m³/ano	

IIE	18,10
-----	-------

Figura 3- Resultados do Balanço Hídrico no DMC onde se localiza o setor estudado.

GERENCIAMENTO DE PRESSÃO NO SETOR ESCOLHIDO

Devido a topografia acidentada e a disposição das redes do setor estudado exigiu uma ferramenta mais sofisticada para análise e desenvolvimento de cenários e opções de intervenções no objeto de estudo. Desta maneira, utilizou-se a ferramenta EPANET (ROSSMAN, 2000) para a simulação e desenvolvimento cenários de intervenções visando o gerenciamento de pressão na rede de distribuição.

Os dados utilizados para construção do modelo computacional e suas respectivas fontes são elencados a seguir:

- As cotas topográficas foram estimadas a partir do cadastro disponibilizado pelo programa Signos da SABESP;
- O comprimento, material e diâmetros das tubulações foram baseados no cadastro técnico de novembro de 2018;
- Rugosidade das tubulações, necessária para cálculos seguiram as recomendações do manual do programa EPANET (ROSSMAN, 2000);
- A demanda base (0,08818 l/s) foi adotada baseada no modelo elaborado no projeto anterior setorização para O MUNICÍPIO;
- O padrão de consumo, necessário para avaliar o comportamento dinâmico das pressões e vazões, foi adotado do modelo elaborado no projeto setorização para O MUNICÍPIO.
- A média da variação do nível da lâmina de água nos reservatórios foi adotada do boletim operacional diariamente emitido pelo Centro de Controle Operacional (CCO).

ANÁLISE ECONÔMICA DO GERENCIAMENTO DE PRESSÃO

Investimentos

Os custos das ações de gerenciamento de pressão no setor estudado, correspondem aos serviços de prolongamento de rede de distribuição, à instalação de Válvulas redutoras de pressão e à instalação de dispositivos de Macromedicação. A proposta de orçamento estima um investimento de R\$ 101.591,89.

Volume recuperável anual

A primeira abordagem realizada para mensurar o volume recuperável de água, foi a utilização da Equação (1) de FAVAD (Fixed and Variable Areas Discharges). Essa metodologia dispõe de parâmetros capazes de avaliar a frequência e a vazão de vazamentos, a partir de medidas de gerenciamento de pressão, isto é, dada uma variação de pressão de operação, em função das características intrínsecas à tubulação, calculou-se a variação da vazão de vazamentos na rede.

$$\frac{Q_1}{Q_0} = \left(\frac{P_1}{P_0}\right)^{N1} \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

Q_1 é a vazão final de vazamentos; Q_0 é a vazão inicial de vazamentos; P_1 é a Pressão final na rede; P_0 é a Pressão inicial na rede; $N1$ é o coeficiente de relação entre pressão/vazão do vazamento, relacionado ao tipo de material da tubulação.

A Tabela 1 apresenta os dados obtidos por meio da Equação de FAVAD:

Tabela 1- Volume recuperado pelas ações de gerenciamento de pressão proposto.



Cenário	Vazão Média Perdas (Q0) - l/s	Pressão Média (P0)	□p	N1	P1	Q1	□Q	Volume recuperado (L/Dia)	□IPD t
1 - Zona VRP 1	2,16	32,87	33 %	1,00	21,9 2	1,4 4	0,7 2	62.242,30	0,34
2 - Zona VRP 2	0,74	32,87	33 %	1,00	21,9 2	0,4 9	0,2 5	21.336,33	0,12

Estimativa de Economia por Reparo

Além de proporcionar um retorno financeiro por meio da recuperação de volumes produzidos, a redução das perdas permite também estimar economias relacionadas à redução na demanda por reparos em redes de distribuição e ramais prediais.

Para isso, foram levantadas todas as Solicitações de Serviço (SS) referentes ao bairro São Judas Tadeu, correspondentes ao período de 2014 a 2018, disponíveis no Sistema “Análise Crítica de Serviços”. O valor médio para os serviços de reparo foi obtido pela análise dos contratos de manutenção de rede vigentes no mesmo período. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 2 - Estimativa do custo médio por SS e custo anual médio de reparo de rede e troca de ramal no setor escolhido.

Tipo de SS	Custo médio/SS	Média de SS/ano	Custo anual médio
Reparo rede	R\$ 811,00	25	R\$ 20.274,92
Troca ramal	R\$ 788,50	122	R\$ 200.279,18

Simulação de Monte Carlo

Para estimar as expectativas de redução na demanda desses serviços, foi realizada uma análise probabilística através da Simulação de Monte Carlo. Este método consiste na geração de números aleatórios e pseudoaleatórios para retirar amostras de uma distribuição de probabilidade, tendo sido empregada para a análise de investimentos de capital desde o final da década de 1970 (CARDOSO; AMARAL, 2000). Sem o auxílio da simulação, é possível obter apenas um cenário médio, com uma simples saída. Com a simulação de Monte Carlo é possível simular variáveis incertas milhares de vezes, a fim de se obter os resultados como uma distribuição de probabilidade. Ainda, de acordo com Costa e Azevedo (1996), “*essas informações serão úteis na avaliação da dispersão total das previsões do modelo causada pelo efeito combinado das incertezas dos dados de entrada e na avaliação das probabilidades de serem violados os padrões das projeções financeiras*”.

À priori elaborou-se uma análise econômica de forma singular, a partir de valores médios. Com base em informações fornecidas pelo SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) de 2019, a despesa de exploração de água, por metro cúbico, envolvendo o custo para volume de água e esgoto faturados, estabelecida para o ano de 2017, foi de R\$ 1,87 por m³ de água. Os valores adotados são descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Estimativa da economia anual com a redução do volume de vazamento

	Volume recuperado (L/Dia)	Custo de produção (R\$)	Valor Anual Recuperável (R\$)
VRP 1	22.718,44	1,87	42.483,48
VRP 2	7.787,76	1,87	14.563,11
Total	30.506,20	-	57.046,60

A proposta de gerenciamento visa diminuição de perdas de água e, conseqüentemente, economia financeira devido menor demanda por água tratada e diminuição de necessidade de reparo nos ramais e na rede de distribuição de água, além de postergar investimentos no aumento da produção de água. Para determinar a expectativa de redução do número de ocorrências em reparo de rede e ramal, considerou-se um percentual de 41% da média dos reparos ocorridos entre janeiro de 2014 e janeiro de 2019, isto é, nos últimos 5, conforme sugerido por Gardinalli e Manzi (2015).

A Tabela 4 apresenta os valores calculados de economia de recurso financeiro devido a diminuição de serviços de reparo em ramal e rede, para o cenário médio.

Tabela 4 - Economia anual média com redução de reparo de vazamentos em ramal e rede.

	Ramal	Rede
Número de vazamento por ano (2014-2018)	148	30
Expectativa de redução	41%	41%
Nº de vazamentos a reduzir	61	12
Custo estimado do reparo (R\$)	788,5	811,0
Economia com a redução de vazamento (R\$)	47.846,22	9.731,96

Em seguida, procedeu-se ao cálculo do Fluxo de caixa considerando-se o *payback* descontado. Adotou-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), que mede o grau de retorno exigido em relação ao risco, de 8,11% a.a. ou 0,65% a.m., a qual corresponde ao Custo Médio Ponderado do Capital (WACC, sigla do inglês *Weighted Average Cost of Capital*), definido pela Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP), na revisão tarifária de 2018 (SÃO PAULO, 2018).

À posteriori, produziu-se valores aleatórios dos parâmetros iniciais, variando de um intervalo mínimo e máximo. Além, considerou-se o volume recuperado variando de 20% a 100% do cenário médio, valores estimados a critérios dos projetistas, por falta de dados anteriores. Assim, os parâmetros adotados são mostrados na Tabela 5 a seguir.

Tabela 5 – Parâmetros da distribuição de probabilidade para os reparos e volume recuperado

Parâmetro		Reparos Rede [un.]	Reparos Ramal [un.]	Volume Anual Recuperável [m³]
	Mín.	0	0	6.102
Máx.	13	63	30.507	

Dada essa situação de contorno, foi elaborada uma amostragem com 10.000 valores simulados a partir de um intervalo finito de variáveis aleatórias das ocorrências de vazamentos em redes e ramais. Para a gerar os valores aleatórios, é necessário definir a distribuição de probabilidade que melhor descreve o comportamento dos dados. Devido à escassez de referências para este tipo de projeto, procedeu-se de forma conservadora, adotando-se a distribuição uniforme dos valores.

Em seguida, também foram calculados os custos referentes a essa simulação, multiplicando-se o custo médio de cada serviço pela quantidade de ocorrências simuladas.

Valor economizado (Rede) = nº de ocorrências simuladas x R\$ 811,00

Valor economizado (Ramal) = nº de ocorrências simuladas x R\$ 788,50

Valor economizado (Volume recuperável) = volume recuperável simulado x R\$1,87



Por fim, para determinar a economia total de cada simulação, somou-se individualmente os valores economizados em cada um dos itens analisados.

$$\text{Economia anual esperada (R\$)} = \text{Valor economizado (Rede)} + \text{Valor economizado (Ramal)} + \text{Valor economizado (Volume recuperável)}$$

RESULTADOS

SETOR ESTUDADO

O subsetor estudado abastece aproximadamente 1.700 ligações majoritariamente residenciais, por gravidade, a partir do conjunto de dois reservatórios com capacidade total de armazenamento de 1050 m³. A diferença de cota topográfica máxima entre o ponto de armazenamento de água para abastecimento e o ponto na rede de distribuição com menor cota topográfica é de aproximadamente 55 metros. A Figura 2 apresenta o modelo gráfico elaborado no software EPANET e as isolinhas de elevação do terreno da área de estudo.

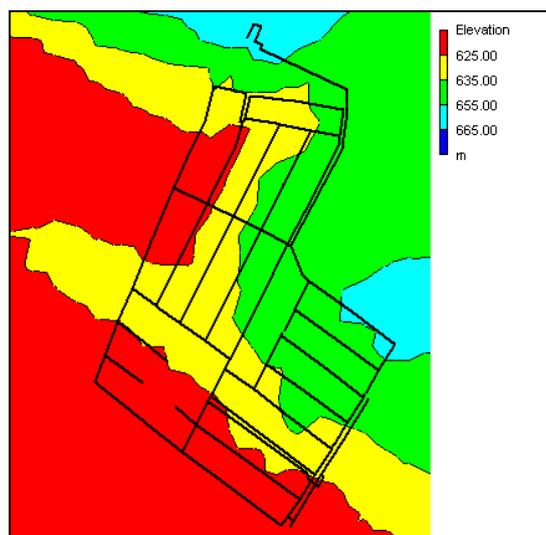


Figura 4-Isolinhas de elevação.

O modelo desenvolvido no EPANET foi comparado aos dados de pressão medidos em 4 pontos de monitoramento contínuo por 7 dias, representando faixas de baixa, média e alta pressão. O modelo representou adequadamente a dinâmica das pressões nos pontos de interesse. A correlação entre as pressões médias simuladas e monitoradas mostrou-se superior a 0,9.

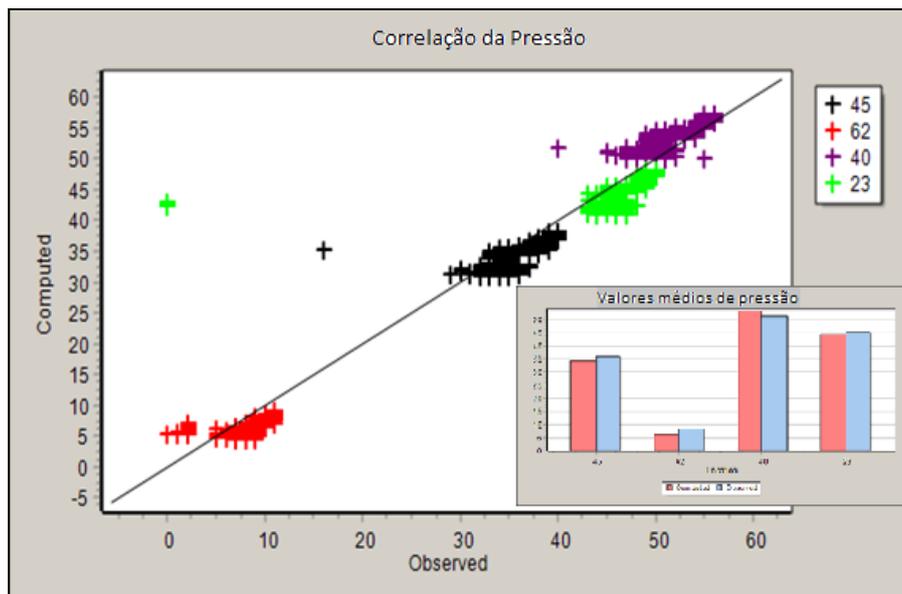


Figura 5-corelação entre as pressões medidas e simuladas.

O modelo computacional calibrado e representando adequadamente o sistema real estudado permitiu a avaliação de alternativas para o gerenciamento das pressões e, conseqüentemente, diminuição das perdas de água por vazamentos nas tubulações da rede de distribuição de água potável.

Optou-se pela instalação de duas válvulas redutoras de pressão (VRP) atuando sobre a mesma rede de distribuição, separando a região abastecida por gravidade em duas áreas: (i) área de atuação das VRPs (área em vermelho na Figura 6) e (ii) área sem atuação de VRPs.

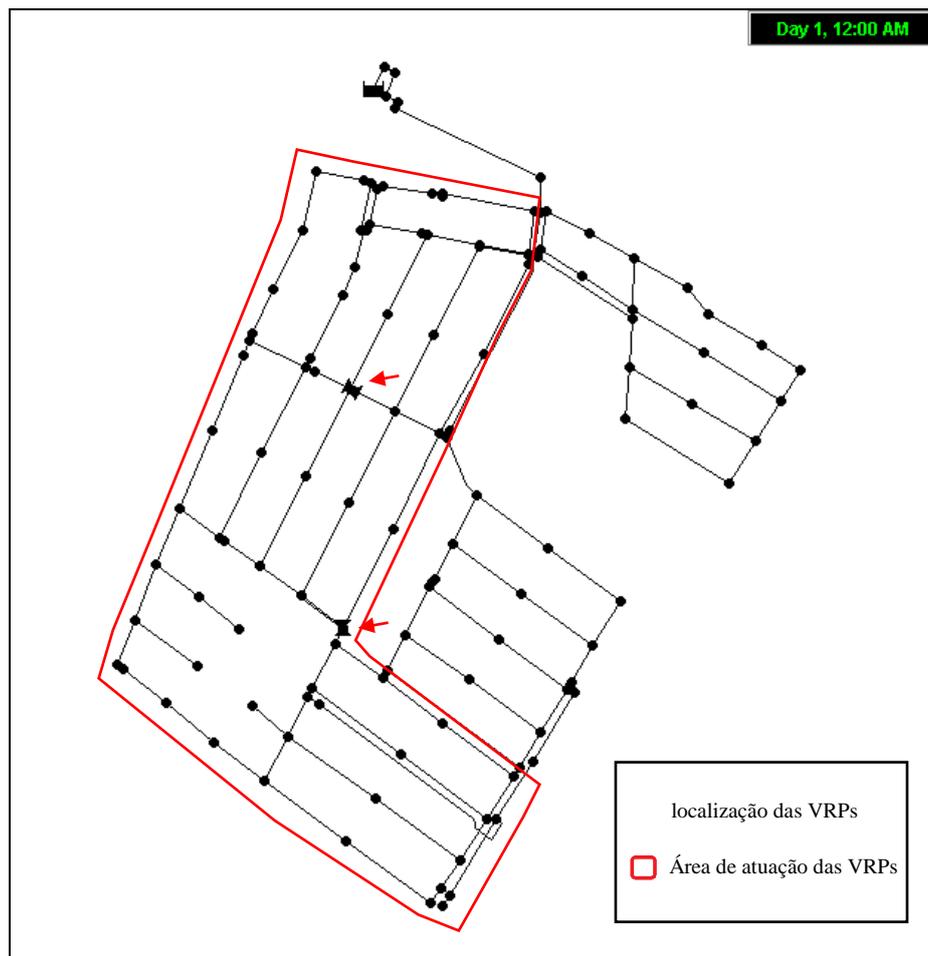


Figura 6 – Localização e área de atuação das VRPs.

A ação das VRPs é evidenciada na Figura 7 onde se observa isolinhas de pressão média na rede de distribuição de água na condição atual (Figura 7a) e na condição esperada após o gerenciamento de pressão planejado (Figura 7b) que consiste na instalação de 2 VRPs e remanejamento de tubulações para setorização da região de ação das VRPs.

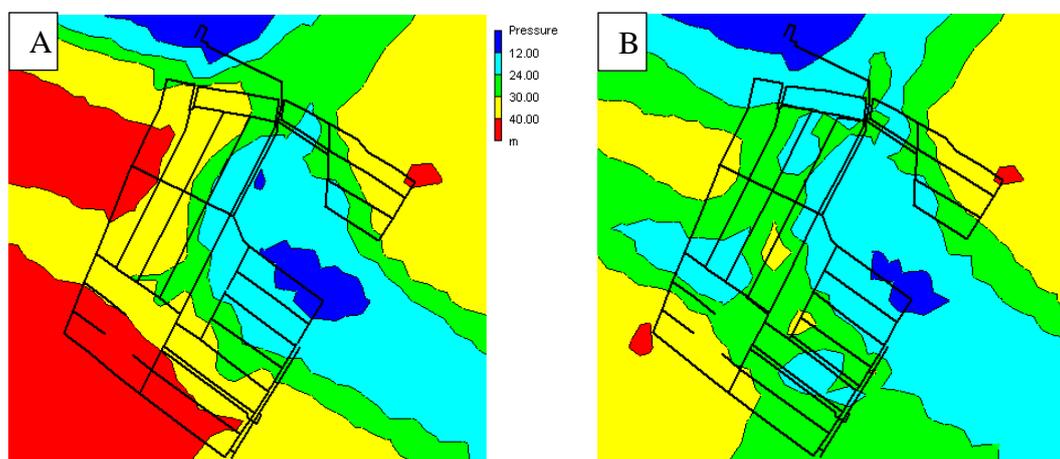


Figura 7 – Comparação entre as pressões médias antes e depois do gerenciamento de pressão no setor estudado.

A Tabela 6 apresenta a diminuição de pressão média na rede de abastecimento estimada por meio de simulação.

Tabela 6 – Valores de comparação entre situação atual, sem gerenciamento de pressão, e simulação com gerenciamento de pressão projetada.

LOCAL	PRESSÃO MÉDIA (mca)	
	antes do gerenciamento de pressão	depois do gerenciamento de pressão
Área de atuação das VRPs	35,33	25,98
Área total do modelo	30,63	25,3
Ponto crítico	53,42	41,82
Ponto médio	40,71	27,88

ANÁLISE ECONÔMICA

Com base nas premissas de desembolso (investimento) e economia anual (lucro) adotadas para a execução deste estudo, montou-se o fluxo de caixa para o período de 24 meses no cenário médio. Para tanto, ponderou-se os valores de economia anual esperada para

Tabela 7 - Cálculo do Fluxo de Caixa

	PERÍODO (MESES)							
	0	1	2	3	(...)	10	11	12
Receitas								
Volume Recuperado		R\$ 4.753,88	R\$ 4.753,88	R\$ 4.753,88		R\$ 4.753,88	R\$ 4.753,88	R\$ 4.753,88
Redução Reparo Ramal		R\$ 3.987,19	R\$ 3.987,19	R\$ 3.987,19		R\$ 3.987,19	R\$ 3.987,19	R\$ 3.987,19
Redução Reparo Rede		R\$ 811,00	R\$ 811,00	R\$ 811,00		R\$ 811,00	R\$ 811,00	R\$ 811,00
Investimento								
Prolongamento de rede	-R\$ 65.504,25							
Instalação de Válvulas redutoras de pressão	-R\$ 16.434,26							
Instalação de dispositivos de Macromedicação	-R\$ 19.653,38							
Saldo do Mês (Simples)	-R\$ 101.591,89	R\$ 9.552,07	R\$ 9.552,07	R\$ 9.552,07		R\$ 9.552,07	R\$ 9.552,07	R\$ 9.552,07
Saldo do Mês (Descontado)		R\$ 9.490,56	R\$ 9.429,45	R\$ 9.368,74		R\$ 8.954,54	R\$ 8.896,88	R\$ 8.839,59
Saldo Acumulado	-R\$ 101.591,89	-R\$ 92.101,33	-R\$ 82.671,88	-R\$ 73.303,14		-R\$ 9.389,49	-R\$ 492,61	R\$ 8.346,99



O período de retorno do investimento neste cenário, isto é, o período para que o saldo acumulado ficasse positivo foi 12 meses. Além, o valor economizado esperado anualmente foi de R\$ 114.624,78. Na Figura 6 tem-se a disposição do fluxo de caixa para 24 meses.

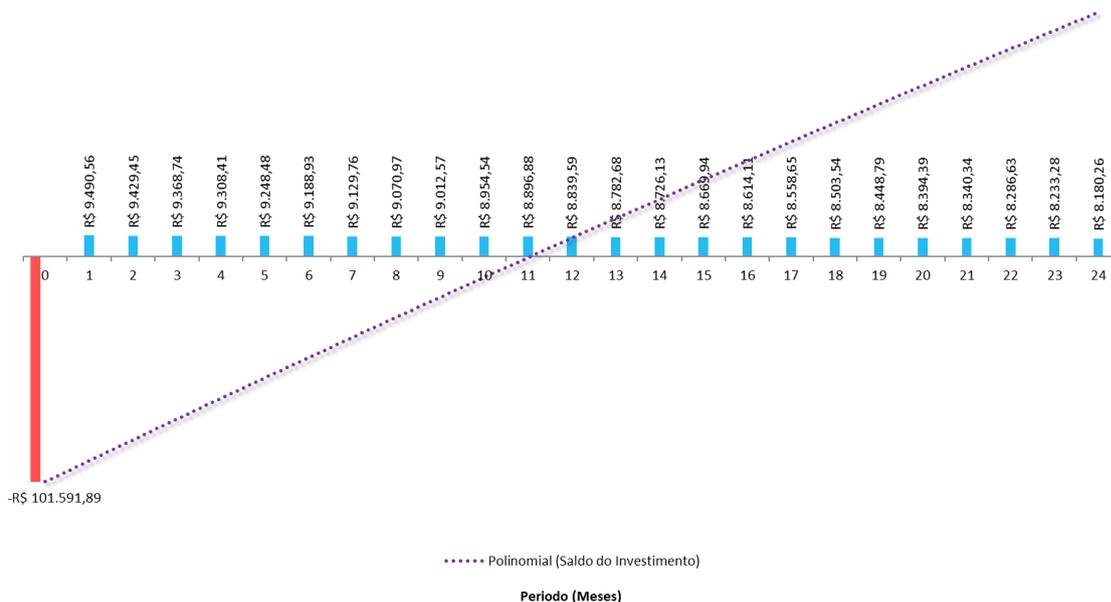


Figura 8 - Fluxo de caixa com *Payback* Descontado (Cenário médio).

Em paralelo, obteve-se os valores de economia anual simulado através do Método de Monte Carlo, dispondo-se no histograma da distribuição estatística exposto a seguir.

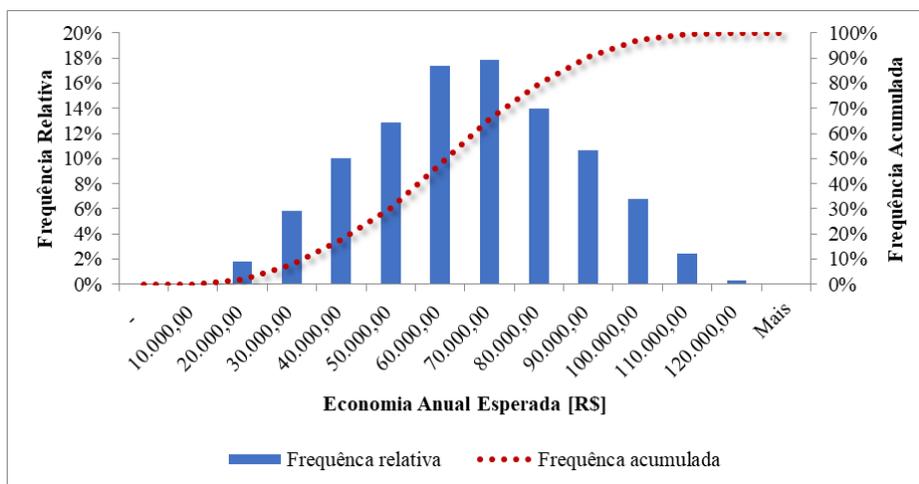


Figura 9 – Histograma da Economia anual esperada pelo Método de Monte Carlo.

A fim de comparação, obteve-se a média da distribuição da economia anual esperada, bem como o desvio-padrão associado. Ainda, verificou-se qual a faixa de valores teriam 90% de probabilidade de ocorrência. Os resultados estão dispostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Análise estatística pelo método de Monte Carlo.



MÉDIA DA ECONOMIA ANUAL (R\$)	DESVIO-PADRÃO	FAIXA DE VALORES (R\$) COM 90% DE PROBABILIDADE
R\$ 61.392,31	R\$ 21.037,54	R\$ 34.711,95 a R\$ 96.104,26

Por conseguinte, montou-se o fluxo de caixa, considerando-se os índices de incertezas associados ao período de retorno de 24 e 36 meses, respectivamente.

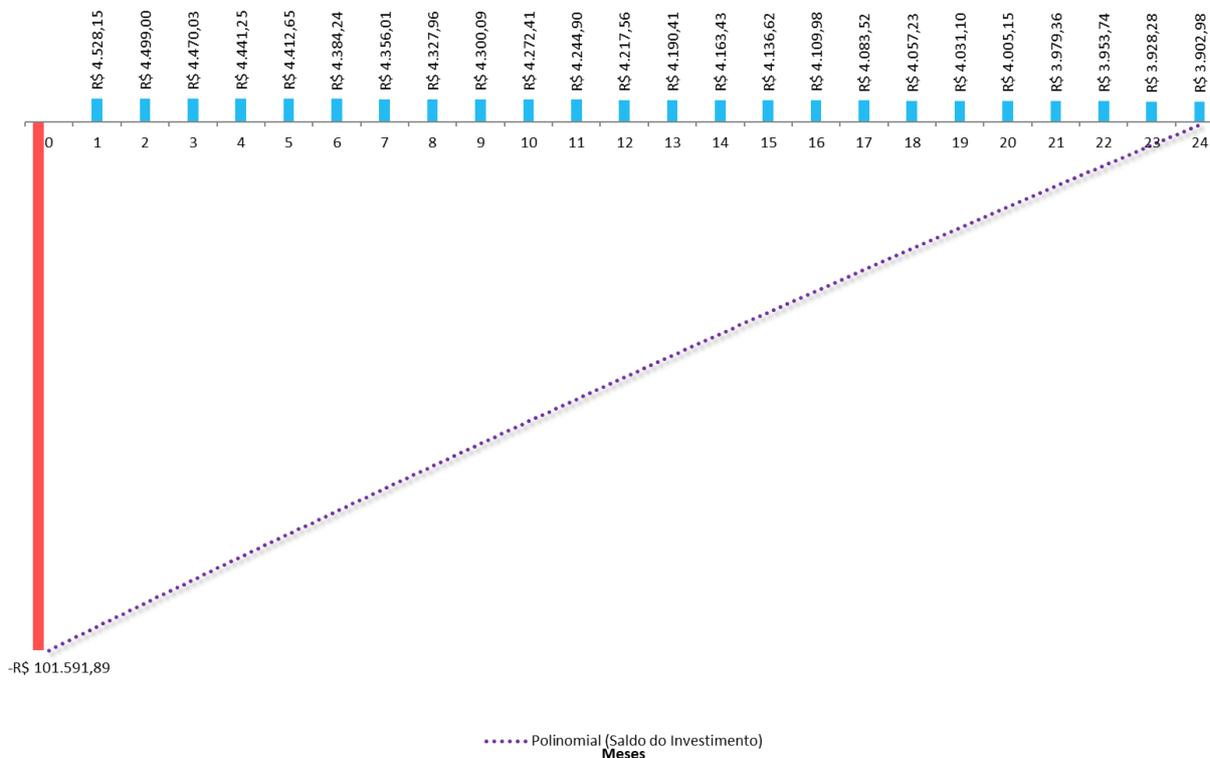


Figura 10– Fluxo de caixa com Payback Descontado (Período de retorno de até 24 meses).

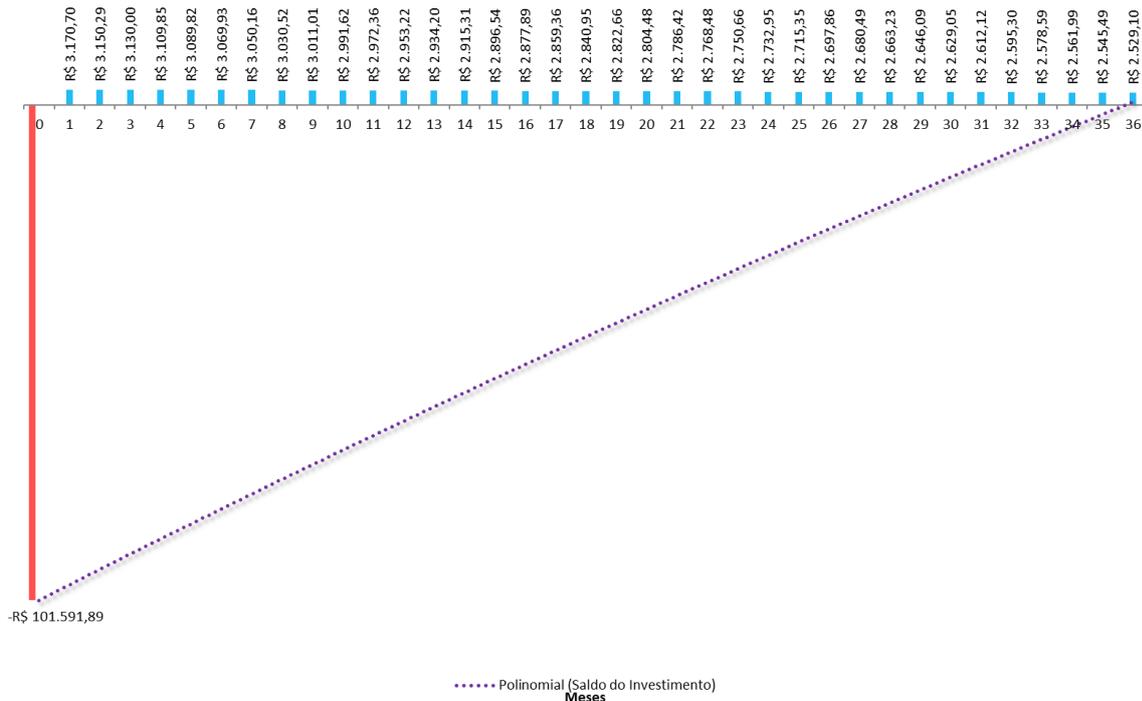


Figura 11 – Fluxo de caixa com *Payback* Descontado (Período de retorno de até 36 meses)

Por fim, comparou-se com os resultados obtidos na simulação de Monte Carlo. Os resultados estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados dos cenários testados em simulação de Monte Carlo.

CENÁRIOS	VPL	INCERTEZA SIMULADA
Cenário Médio	R\$ 56.321,55	desconhecida
Simulação 24 meses (período de retorno)	R\$ 0,00	39%
Simulação 36 meses (período de retorno)	R\$ 0,00	15%

Para o cenário médio, com uma simples saída, calculou-se o VPL para o período de retorno de 24 meses.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Observa-se que, nos cenários analisados, buscou-se a probabilidade máxima para que o VPL atingisse um valor não negativo, o que garantiria a existência de viabilidade econômica para a implantação do projeto. Com isso, obteve-se uma incerteza de 39% ou uma probabilidade 61% de o projeto apresentar viabilidade econômica em até 24 meses. De forma similar, observou-se 15% de incerteza ou 85% de probabilidade de apresentar viabilidade econômica em até 36 meses.

Para a faixa de valores de economia anual com 90% de probabilidade de ocorrerem, o período de retorno encontrado foi entre 40 meses para o limite inferior e 14 meses, para o superior. Isto é, existe 90% de probabilidade de o período de retorno do investimento estar entre 14 e 40 meses.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho pretendeu apresentar uma estrutura de análise técnica e econômica de um projeto de redução de perdas reais por meio de gerenciamento de pressão com setorização e instalação de válvula redutora de pressão em subsetor localizado em município de operado pela SABESP.

A aplicação desta estrutura analítica permitiu direcionar e avaliar o projeto desde sua posição no contexto da rede de distribuição de água do município como um todo, considerando a sustentabilidade ambiental e econômica.

A metodologia adotada para a análise econômica mostrou a viabilidade do projeto, sendo este aprovado e atualmente (11/05/2019) em fase de implantação. Os resultados das modificações projetadas serão comparados ao projeto e apresentados assim que disponíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALOISIO HILDEBRAND (Ed.). *Relatório de Sustentabilidade*. São Paulo: Sabesp, 2018. 105 p.
2. CARDOSO, D.; AMARAL, H. F. *O uso da Simulação de Monte Carlo na elaboração do Fluxo de Caixa Empresarial: uma proposta para quantificação das incertezas ambientais*. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 20., 2000, São Paulo. Anais... São Paulo: ABEPRO, 2000.
3. COSTA, Luiz Guilherme A.; AZEVEDO, Marcos C.L. *Análise Fundamentalista*. Rio de Janeiro: FGV/EPGE, 1996.
4. GARDINALLI, L.P.; MANZI, D. *Redução de vazamentos após instalação de vrp's na cidade de Itapira – SP*. XIX Exposição de Experiências Municipais em Saneamento – ASSEMAE, 2015.
5. MELATO, Débora Soares. *Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água: aplicação no sistema de abastecimento de água da região metropolitana de São Paulo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 133p. São Paulo, 2010.
6. ROSSMAN, L A. *EPANET 2 USERS MANUAL*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/R-00/057, 2000.