

## **CALCPLAN - CALCULADORA PARA PLANEJAMENTO E ACOMPANHAMENTO DE AÇÕES DE COMBATE ÀS PERDAS DE ÁGUA EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO**

### **Edison Garcia da Silva Junior**

Engenheiro, formado pela Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Santa Cecília, tecnólogo em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo, pós-graduação em Engenharia de Controle da Poluição Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Atua da SABESP – Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, Unidade de Negócio Leste, desde 2000.

**Endereço:** Rua Najatu, 72 – Penha – São Paulo – SP - CEP: 03613-050 - País - Tel: +55 (11) 26813998 - mail: edisongsj@sabeso.com.br

### **RESUMO**

No planejamento para controle de perdas o desafio é mensurar os ganhos e pesos das diversas ações envolvidas, e conseqüentemente definir metas. A calculadora *CalcPlan* que se apresenta, utilizada a alguns anos pela Unidade de Negócio Leste, pretende possibilitar um planejamento tecnicamente mais bem embasado, de curto prazo, para um horizonte de um ano.

Nela pode-se preencher, para cada tipo de ação, um cronograma físico anual, com os quantitativos pretendidos. De acordo com estes quantitativos, e dos meses em que se prevê aplica-los, são obtidos os resultados mensais e os finais (metas). Os cálculos são feitos com base em dados históricos e parâmetros pré-definidos, informados na planilha eletrônica.

Permite também acompanhar o cronograma planejado ao longo do ano, substituindo os quantitativos previstos pelos realizados mês a mês, e os impactos nos indicadores finais. Desta forma, pode-se verificar a necessidade de correções de rumo nos meses subsequentes para garantir o atingimento das metas. Aqui o indicador utilizado nos resultados é o índice de perdas totais na distribuição, expresso em litros por ligação por dia.

É possível também, a partir da comparação entre os resultados esperados e os realizados, proceder ajustes nos parâmetros de cálculo, de forma a calibrá-los e melhorar as projeções.

### **PALAVRAS-CHAVE:**

Gestão de perdas; redução de perdas; planejamento de ações.

### **INTRODUÇÃO**

A Unidade de Negócio Leste atua na distribuição de água e na coleta, transporte e afastamento de esgoto de mais de 3,5 milhões de habitantes. Parte importante de suas atividades é a gestão de combate às perdas de água no sistema de distribuição, que envolve diversas áreas, como: engenharia da operação, manutenção e gestão comercial.

Anualmente no processo de planejamento para o combate às perdas de água, devem ser determinadas as metas a serem atingidas ao final do ano subseqüente, a partir das diretrizes advindas do planejamento estratégico da empresa e dos recursos disponíveis para tanto: a previsão de despesas e investimentos. Assim, como fruto deste planejamento, deve-se definir o conjunto de ações a serem realizadas, necessárias para o cumprimento das metas estabelecidas.

Um grande desafio neste sentido, é a estimativa de ganhos para as diversas ações, ganhos estes que devem ser variáveis de acordo com as características de cada um dos setores de abastecimento que compõem a Unidade de Negócio Leste, e que também podem ser complementares dentro deste conjunto. Outra consideração necessária é a de que, ao se projetar os ganhos das ações, deve-se entender que também há depreciação, ou aumento natural de perdas, principalmente nas partes não priorizadas dos setores, bem como a intensidade dos ganhos nem sempre resulta em redução de perdas, mas muitas vezes apenas arrefece as taxas de aumento, ou mantém os níveis existentes.

Viu-se, portanto, a necessidade de uma ferramenta, uma calculadora, que pudesse considerar os diversos aspectos envolvidos numa previsão de resultados, de forma a fornecer uma base mais sólida para auxiliar no processo de planejamento, e que possibilitasse os entendimentos entre as diversas áreas envolvidas. Esta calculadora deveria levar em conta os ganhos unitários de cada ação, considerando resultados históricos registrados, expectativas, e fundamentos técnicos consagrados ou frutos da experiência adquirida pelas equipes envolvidas.

## OBJETIVOS

Durante o processo de planejamento operacional, as ações para a redução de perdas eram propostas pelas áreas, sem uma devida relação de causa e efeito, com os resultados esperados associados às metas, mas sem uma análise da possibilidade de serem alcançados. O desafio era o de poder estimar os resultados esperados com um melhor embasamento, mesmo considerando a complexidade, e muitas vezes as incertezas, de se obtê-los.

A partir do desafio, foi desenvolvida na Divisão de Controle de Perdas da Unidade de Negócio Leste uma calculadora, denominada *CalcPlan*, que é uma série de planilhas eletrônicas para o apoio ao planejamento e ao acompanhamento dos resultados das ações.

Na sua construção buscou-se aprimorar as previsões de ganhos com as diversas ações planejadas, com estimativas calcadas na bibliografia disponível, dados históricos e em conhecimentos prévios adquiridos no dia a dia das áreas coparticipantes e fornecedoras de informações.

É composta basicamente na forma de cronogramas físicos para cada tipo de ação, e de informações e parâmetros de cálculo, apresentando então resultados, que podem ser simulados, de acordo com a composição das diversas ações previstas, tanto no tempo (meses em que são aplicadas) quanto na sua intensidade, considerando também as características próprias de cada setor de abastecimento.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A calculadora foi produzida utilizando um popular software de planilhas eletrônicas, que é o adotado pela empresa. Sua estrutura é composta por diversas planilhas, onde há a alimentação de dados históricos de setores de abastecimento, de parâmetros de cálculo, e das próprias ações previstas em cronogramas de 12 meses. As planilhas que compõem a calculadora são:

- **1. Introdução:** com dados de apresentação e onde se são mostrados os resultados em forma de indicadores de perdas anualizados, mês a mês (L/ligação/dia);
- **2. Dados básicos:** onde são informados os principais dados para controle de perdas, do período anterior ao do planejamento, para cada setor de abastecimento;
- **3. Parâmetros:** onde são informados parâmetros para o cálculo dos ganhos, ou seja, os ganhos unitários previstos para cada tipo de ação;
- **4. Crescimento vegetativo:** com a expectativa de crescimento de ligações e consumos regulares;
- **5. Ajuste do tempo de abastecimento:** onde se identifica possíveis alterações no período de abastecimento, que podem interferir no cálculo dos indicadores;

- **6. Renovação de infraestrutura de redes/ramais:** onde são informadas as extensões previstas para troca de redes/ramais;
- **7. Controle de pressão:** onde se identifica ações, principalmente para redução de pressões médias, para a estimativa de ganhos;
- **8. Pesquisa de vazamentos não visíveis:** para o preenchimento das extensões de redes pesquisadas no controle ativo de vazamentos;
- **9. Contratos específicos para redução de perdas reais:** onde se lançam os ganhos com redução de vazamentos esperados pelos contratos, do tipo “performance”;
- **10. Troca Preventiva de Hidrômetros:** para preenchimento das quantidades de trocas previstas de hidrômetros;
- **11. Eliminação de consumo não autorizado:** para o preenchimento das expectativas de eliminação de “fraudes”;
- **12. Contratos específicos para redução de perdas aparentes:** onde se lançam os ganhos esperados (aumento de consumo medido) pelos contratos, do tipo “performance”;
- **13. Regularização de domicílios:** para o preenchimento da expectativa de regularização de imóveis com consumo social (autorizado não faturado);
- **14. Aumento natural de vazamentos:** onde são calculados os volumes de vazamentos incidentes nas partes dos sistemas onde não são previstas ações;
- **15. Aumento natural de submedição:** onde são calculados os aumentos de submedição (perdas aparentes) dos hidrômetros que não foram trocados;
- **16. Aumento natural de fraudes:** onde são calculados os aumentos naturais de fraudes nas ligações onde não ocorreram ações, e a reincidência naquelas vistoriadas e com fraudes eliminadas;
- **17. Indicadores Regionais finais:** parte da planilha onde os diversos ganhos e os “atenuantes” (crescimentos naturais de vazamentos, submedição e fraudes) são contabilizados para as unidades regionais, para se obter os indicadores finais;
- **18. Indicadores Municipais finais:** parte da planilha onde os diversos ganhos e os “atenuantes” (crescimentos naturais de vazamentos, submedição e fraudes) são contabilizados para os municípios, para se obter os indicadores finais.

**Figura 1 – Planilha de abertura com identificação, índice e resultados**





**Figura 2 – Disposição das diversas abas com as planilhas**

|                           |    |  |                  |       |
|---------------------------|----|--|------------------|-------|
| Sistemas de abastecimento | 10 | 14. Aumento natural de vazamentos                | out/23           | 229   |
|                           | 11 | 15. Aumento natural de submedição de hidrômetros | nov/23           | 224   |
|                           | 12 | 16. Aumento natural de consumo não autorizado    | dez/23           | 223   |
|                           | 13 | 17. Resultados                                   | Erro admissível: | 2,00% |
|                           | 14 |  |                  |       |
|                           | 15 |  |                  |       |
|                           | 16 |  |                  |       |
|                           | 17 |  |                  |       |
|                           | 18 |  |                  |       |
|                           | 19 |  |                  |       |
| 20                        |    |  |                  |       |
| 21                        |    |  |                  |       |
| 22                        |    |  |                  |       |
| 23                        |    |  |                  |       |
| 24                        |    |  |                  |       |
| 25                        |    |  |                  |       |

**Abas de planilhas para dados, parâmetros e cronogramas de ações**

**Orientações:**  
Preencher somente as células de cor "branca";  
Os dados básicos (Aba 2), bem como todos os resultados, são *anualizados*;  
Os dados de entrada das ações (Abas 4 a 13) são *mensais*.

1. Introdução 2. Dados básicos 3. Parâmetros 4. Crescimento vegetativo 5. Renovação Infraestrutura 6. Variação de Pressão Média 7. Ajuste p

**Figura 3 – Planilha de dados básicos de entrada para cada setor**

| Setor                     | Extensão de rede (km) |                 |                 | Pressão média (mca) | Volumes (m³/ano)   |                             |                                 |                  | Ligações ativas médias (un) | Consumo médio (m³/lig.ano) | Parcela de Perdas Reais (%) | Perdas (m³/ano)   |                   |              | Vazamentos por km |              |                  |  |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|------------------|--|
|                           | Redes rígidas         | Redes plásticas | Total           |                     | Volume de entrada  | Consumo Autorizado Faturado | Consumo Autorizado não Faturado | Reais            |                             |                            |                             | Aparentes         | Redes             |              | Ramais            |              |                  |  |
|                           |                       |                 |                 |                     |                    |                             |                                 | Inevitáveis      |                             |                            |                             |                   | Recuperáveis      | Visíveis (1) | Não visíveis (2)  | Visíveis (1) | Não visíveis (2) |  |
| A1                        | 275,49                | 33,42           | 308,91          | 30                  | 16.209.634         | 10.648.607                  | 316.472                         | 61.893           | 172,05                      | 65%                        | 603.065                     | 2.805.896         | 1.835.594         | 0,04         | 0,03              | 0,46         | 0,38             |  |
| A2                        | 126,92                | 10,88           | 137,80          | 30                  | 5.213.723          | 4.542.175                   | 4.047                           | 23.925           | 189,85                      | 65%                        | 236.744                     | 197.132           | 233.625           | 0,06         | 0,01              | 0,22         | 0,44             |  |
| A3                        | 333,42                | 75,13           | 408,55          | 30                  | 18.286.145         | 11.580.809                  | 703.559                         | 67.524           | 171,51                      | 65%                        | 672.032                     | 3.229.124         | 2.100.621         | 0,04         | 0,05              | 0,96         | 0,64             |  |
| A4                        | 510,37                | 76,09           | 586,46          | 30                  | 37.898.034         | 20.572.168                  | 5.252.047                       | 126.228          | 162,68                      | 65%                        | 1.221.348                   | 6.626.648         | 4.225.845         | 0,06         | 0,08              | 0,23         | 0,92             |  |
| A5                        | 170,95                | 5,93            | 176,88          | 30                  | 7.205.975          | 5.457.607                   | 7.534                           | 94.713           | 157,22                      | 65%                        | 338.951                     | 792.592           | 609.291           | 0,03         | 0,10              | 0,23         | 0,69             |  |
| A6                        | 105,84                | 9,36            | 115,20          | 30                  | 6.147.274          | 4.407.874                   | 226.584                         | 15.473           | 284,87                      | 65%                        | 158.353                     | 633.193           | 538.435           | 0,06         | 0,01              | 0,17         | 0,44             |  |
| A7                        | 136,08                | 20,33           | 156,41          | 30                  | 9.470.709          | 4.305.631                   | 2.492.314                       | 27.603           | 155,54                      | 65%                        | 273.324                     | 1.469.193         | 938.277           | 0,06         | 0,07              | 0,20         | 0,50             |  |
| <b>A</b>                  | <b>1.659,06</b>       | <b>231,15</b>   | <b>1.890,21</b> | <b>30</b>           | <b>100.439.544</b> | <b>61.514.871</b>           | <b>9.005.557</b>                | <b>337.438</b>   | <b>172,10</b>               | <b>65%</b>                 | <b>3.503.717</b>            | <b>15.943.713</b> | <b>10.471.686</b> |              |                   |              |                  |  |
| B1                        | 355,07                | 47,31           | 402,38          | 30                  | 22.561.759         | 13.109.910                  | 466.911                         | 73.582           | 178,17                      | 65%                        | 723.883                     | 5.116.927         | 3.144.728         | 0,05         | 0,03              | 0,24         | 0,45             |  |
| B2                        | 66,12                 | 37,94           | 104,06          | 30                  | 5.404.355          | 2.917.693                   | 601.778                         | 16.853           | 173,12                      | 65%                        | 168.145                     | 1.057.030         | 659.709           | 0,02         | 0,03              | 0,16         | 0,28             |  |
| B3                        | 183,99                | 81,12           | 265,11          | 30                  | 17.539.466         | 10.161.516                  | 1.994.847                       | 99.235           | 258,99                      | 65%                        | 395.949                     | 3.103.688         | 1.884.086         | 0,06         | 0,10              | 0,40         | 0,55             |  |
| B4                        | 112,62                | 19,72           | 132,34          | 30                  | 6.472.411          | 4.025.188                   | 62.134                          | 24.578           | 163,77                      | 65%                        | 241.385                     | 1.308.923         | 834.781           | 0,06         | 0,09              | 0,48         | 0,90             |  |
| B5                        | 284,13                | 62,65           | 346,78          | 30                  | 19.263.665         | 11.466.094                  | 994.289                         | 67.217           | 170,58                      | 65%                        | 633.225                     | 3.768.909         | 2.381.148         | 0,04         | 0,09              | 0,29         | 0,60             |  |
| B6                        | 469,85                | 187,89          | 657,74          | 30                  | 33.292.498         | 21.363.206                  | 497.322                         | 110.674          | 193,03                      | 65%                        | 1.099.144                   | 6.370.637         | 4.022.189         | 0,04         | 0,05              | 0,37         | 0,60             |  |
| B7                        | 83,97                 | 9,60            | 93,57           | 30                  | 4.633.937          | 2.532.686                   | 672.437                         | 15.941           | 178,95                      | 65%                        | 154.139                     | 567.923           | 388.802           | 0,05         | 0,03              | 0,50         | 0,30             |  |
| <b>B</b>                  | <b>1.515,75</b>       | <b>446,23</b>   | <b>1.961,98</b> | <b>30</b>           | <b>109.170.141</b> | <b>65.896.293</b>           | <b>5.223.716</b>                | <b>348.078</b>   | <b>189,31</b>               | <b>65%</b>                 | <b>3.435.870</b>            | <b>21.292.817</b> | <b>13.315.443</b> |              |                   |              |                  |  |
| <b>7</b>                  | <b>3.174,81</b>       | <b>677,38</b>   | <b>3.852,19</b> | <b>30</b>           | <b>209.609.685</b> | <b>128.085.031</b>          | <b>14.233.275</b>               | <b>709.788</b>   | <b>180,46</b>               | <b>65%</b>                 | <b>6.939.587</b>            | <b>37.236.300</b> | <b>23.787.129</b> |              |                   |              |                  |  |
| C1                        | 74,18                 | 308,26          | 382,44          | 30                  | 7.135.829          | 5.313.557                   | 107.454                         | 29.008           | 183,17                      | 65%                        | 329.491                     | 785.141           | 600.186           | 0,04         | 0,02              | 0,15         | 0,35             |  |
| C2                        | 10,33                 | 72,67           | 83,00           | 30                  | 1.242.069          | 850.410                     | 43.906                          | 7.071            | 120,26                      | 65%                        | 78.303                      | 147.737           | 121.713           | 0,03         | 0,03              | 0,21         | 0,22             |  |
| C3                        | 85,72                 | 227,73          | 313,45          | 30                  | 13.862.674         | 8.873.451                   | 1.627.090                       | 52.708           | 168,35                      | 65%                        | 523.498                     | 1.661.889         | 1.176.746         | 0,04         | 0,05              | 0,35         | 0,30             |  |
| C4                        | 54,44                 | 183,02          | 237,46          | 30                  | 10.184.035         | 7.090.294                   | 1.301.497                       | 43.691           | 162,28                      | 65%                        | 429.538                     | 735.421           | 627.285           | 0,03         | 0,03              | 0,39         | 0,33             |  |
| C5                        | 10,93                 | 23,36           | 34,29           | 30                  | 921.355            | 609.431                     | 39.671                          | 3.694            | 164,96                      | 65%                        | 39.120                      | 137.845           | 95.288            | 0,04         | 0,05              | 0,23         | 0,44             |  |
| C6                        | 126,14                | 362,05          | 488,19          | 30                  | 10.647.224         | 8.090.154                   | 305.610                         | 45.345           | 178,41                      | 65%                        | 493.443                     | 970.006           | 788.011           | 0,04         | 0,05              | 0,22         | 0,44             |  |
| C7                        | 51,45                 | 106,13          | 157,58          | 30                  | 7.541.030          | 3.470.805                   | 1.316.879                       | 23.594           | 147,10                      | 65%                        | 237.743                     | 1.551.932         | 963.671           | 0,03         | 0,05              | 0,40         | 0,44             |  |
| C8                        | 62,00                 | 192,80          | 254,80          | 30                  | 8.529.316          | 5.570.971                   | 267.289                         | 34.508           | 161,44                      | 65%                        | 352.511                     | 1.396.676         | 941.869           | 0,04         | 0,03              | 0,35         | 0,30             |  |
| C9                        | 14,03                 | 49,97           | 64,00           | 30                  | 711.407            | 501.466                     | 713                             | 4.133            | 121,28                      | 65%                        | 48.834                      | 87.165            | 73.229            | 0,04         | 0,03              | 0,21         | 0,19             |  |
| C10                       | 133,40                | 582,97          | 716,37          | 30                  | 19.797.021         | 14.324.999                  | 1.237.840                       | 77.326           | 185,26                      | 65%                        | 822.510                     | 1.929.709         | 1.481.963         | 0,04         | 0,04              | 0,40         | 0,28             |  |
| <b>C</b>                  | <b>642,62</b>         | <b>2.108,96</b> | <b>2.751,58</b> | <b>30</b>           | <b>80.571.960</b>  | <b>54.695.538</b>           | <b>6.247.949</b>                | <b>321.080</b>   | <b>170,35</b>               | <b>65%</b>                 | <b>3.354.991</b>            | <b>9.403.521</b>  | <b>6.869.961</b>  |              |                   |              |                  |  |
| <b>Unidade de Negócio</b> | <b>3.817,43</b>       | <b>2.786,34</b> | <b>6.603,77</b> | <b>30</b>           | <b>290.181.645</b> | <b>182.780.569</b>          | <b>20.483.223</b>               | <b>1.030.866</b> | <b>177,31</b>               | <b>65%</b>                 | <b>10.294.578</b>           | <b>46.640.051</b> | <b>30.657.090</b> |              |                   |              |                  |  |

**Figura 4 – Planilha de ações em forma de cronograma físico para cada setor, com colunas de previsto (cinzas) e realizado (brancas)**

| Ano: 2022                 |       | PESQUISA DE VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |            |
|---------------------------|-------|-------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|
| Regionais                 | Setor | Extensão prevista (km)              |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | Ciclos/ano |
|                           |       | janeiro                             |           | fevereiro |           | março    |           | abril    |           | maio     |           | junho    |           | julho    |           | agosto   |           | setembro |           | outubro  |           | novembro |           | dezembro |           |            |
|                           |       | Previsto                            | Realizado | Previsto  | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado | Previsto | Realizado |            |
| A                         | A1    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | 1,44       |
|                           | A2    |                                     |           |           | 5,34      |          | 187,69    |          | 17,48     |          | 12,14     |          | 30,12     |          | 18,96     |          | 6,10      |          | 18,96     |          | 60,00     |          | 60,00     |          |           | 0,73       |
|                           | A3    |                                     |           |           |           |          | 29,78     |          | 10,30     |          | 16,20     |          | 11,83     |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | -          |
|                           | A4    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | -          |
|                           | A5    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | -          |
|                           | A6    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | 0,53       |
|                           | A7    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | -          |
|                           | B1    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | 1,84       |
|                           | B2    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | 0,37       |
|                           | B3    |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           | -          |
| B4                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 2,00      |            |
| B5                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,63      |            |
| B6                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,27      |            |
| B7                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 2,09      |            |
| C1                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,42      |            |
| C2                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,87      |            |
| C3                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,65      |            |
| C4                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 2,03      |            |
| C5                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,95      |            |
| C6                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,36      |            |
| C7                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,04      |            |
| C8                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 1,14      |            |
| C9                        |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,39      |            |
| C10                       |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          | 0,53      |            |
| <b>A</b>                  |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |            |
| <b>B</b>                  |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |            |
| <b>C</b>                  |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |            |
| <b>Unidade de Negócio</b> |       |                                     |           |           |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |          |           |            |

Com o preenchimento dos cronogramas há o cálculo dos ganhos de cada ação e o seu impacto no resultado final. Os resultados apresentados são expressos pelo Índice de Perdas na Distribuição total (litros/ligação por dia), além dos volumes que são reduzidos (m<sup>3</sup> por ano). Estima também fatores adversos, como ressurgência natural de vazamentos, aumento natural de submedição de hidrômetros e aumento de fraudes. O resultado final, portanto, é o balanço entre os resultados positivos e os fatores adversos, e pode ser ajustado também com a distribuição temporal das ações.

A criação da *CalcPlan* se deu a partir de meados de 2019, quando a proposta foi apresentada à Divisão de Controle de Perdas. A partir de então houve o desenvolvimento da planilha de cálculo, sua divulgação no Fórum Água e em Reunião de Análise Crítica, sendo sua primeira aplicação feita no mês de novembro/2019, na etapa de planejamento operacional para o ano de 2020, envolvendo todas as áreas de Engenharia e de Serviços. Em princípio a *CalcPlan* gerava o indicador previsto para o final do ciclo, mas durante sua aplicação foram também sendo incorporadas melhorias, como a apresentação também dos resultados mensais, além de uma divisão do cronograma entre ações previstas e realizadas.

Para a realidade da Unidade de Negócio, espera-se um resultado da *CalcPlan* frente ao realizado no final do ano, com percentual de acerto entre 97% e 98%. Esta diferença de 2% a 3% foi considerada em função dos erros de medição e algumas incertezas cadastrais. Cabe salientar que quanto menos incertos os dados de entrada, mais precisos serão os resultados. Assim, erros maiores podem ser considerados caso haja muitas suposições e estimativas sem bases mais bem fundamentadas.

O acompanhamento dos resultados é mensal, após a aplicação das ações realizadas, sendo feitas e apresentadas as conclusões nas reuniões de análise crítica. Caso se observe que as ações realizadas não sejam suficientes para o atingimento das metas finais, pode-se aplicar alterações no plano de ações, como a intensificação ou mesmo a antecipação das mesmas, e simular novos cenários que atendam às necessidades.

A calculadora permite, conforme os resultados apurados, fazer uma calibração dos ganhos unitários previstos, principalmente para as perdas aparentes, onde se obtêm as medições de consumo antes e depois das trocas preventivas de hidrômetros e eliminação de fraudes.

Para as perdas reais, os ganhos têm um grau de dificuldade maior de serem medidos, mas quando possível pode-se obtê-los, medidos ou estimados, para ações como a redução de pressões, pesquisas de vazamentos e renovação de redes.

Basicamente os resultados estão calcados na aplicação dos ganhos unitários para os quantitativos previstos de cada ação, e são potencializados ou amenizados de acordo com os meses em que são considerados, pois se acumulam mês a mês até o final do ano.

**Tabela 1 – Ações e unidades de medida**

| Ação  | Unidades da aplicação de recursos                       |
|---|---|
| Renovação de infraestrutura de redes/ramais | Extensão de rede renovada (km)                          |
| Controle de pressão                         | Valor da redução (mca) e extensão da área coberta (km)  |
| Pesquisa de vazamentos não visíveis         | Extensão de rede pesquisada (km)                        |
| Contratos específicos para perda reais      | Volume reduzido (m <sup>3</sup> /mês)                   |
| Troca preventiva de hidrômetros             | Quantidade de hidrômetros trocados (un)                 |
| Eliminação de consumo não autorizado        | Quantidade de fraudes detectada (un)                    |
| Contratos específicos para perdas aparentes | Aumento do consumo medido (m <sup>3</sup> /mês)         |
| Ajuste do tempo de abastecimento            | Quantidade de horas (h) e extensão da área afetada (km) |
| Regularização de domicílios (volume social) | Quantidade de domicílios regularizados (un)             |

**Tabela 2 – Ações e tipos de ganho unitário considerados**

| Ação  | Ganhos unitários   |
|---|--|
| Renovação de infraestrutura de redes/ramais | Redução de perdas reais por km renovado (m <sup>3</sup> /km)   |
| Controle de pressão                         | Redução de perdas reais de acordo com a redução de pressão média (FAVAD) (m <sup>3</sup> /km)                            |
| Pesquisa de vazamentos não visíveis         | Vazamentos detectados por extensão pesquisada (vaz/km) e vazão dos vazamentos às pressões médias (m <sup>3</sup> /h/vaz) |
| Contratos específicos para perda reais      | Volume reduzido informado – metas do contrato (m <sup>3</sup> /mês)  |
| Troca preventiva de hidrômetros             | Aumentos médios de micromedição por tipo de tecnologia de hidrômetros empregada (m <sup>3</sup> /ligação/mês)            |
| Eliminação de consumo não autorizado        | Aumentos médios de micromedição por fraude detectada (m <sup>3</sup> /fraude/mês)  |
| Contratos específicos para perdas aparentes | Aumento médio de micromedição informado – metas do contrato (m <sup>3</sup> /mês)  |

#### Condições de saída básicas consideradas

Como condição fundamental, considera-se os dados do ano anterior, por setor de abastecimento, e as suas condições operacionais, como base para os cálculos. Assim, características como pressões médias, período de abastecimento, quantidade de vazamentos, consumo médio por ligação, incidência de fraudes e consumos autorizados e não autorizados, são mantidos para o ano objeto do planejamento. Portanto, caso não houver nenhuma alteração durante o ano, apenas os aspectos de aumento natural das perdas são considerados, pois o sistema se manteria dentro de padrões inalterados.

Nesse sentido, todo o ganho com alguma ação prevista na calculadora implicaria numa alteração nos padrões admitidos, criando uma nova condição. Eventos não previsíveis, como grandes arrebentados, quedas de energia elétrica, alterações de temperatura, ou outros, também são considerados dentro de padrões com ocorrência similar em quantidade e amplitude, de um ano para o outro.

Portanto os ganhos ocorrerão para as ações previstas, tendo como base todo um padrão de ocorrências “naturais” e históricas dos setores considerados no planejamento.,

Como o planejamento é de curto prazo, admite-se esta condição como válida.

#### Ganhos considerados mês a mês

Todos os ganhos previstos são calculados pelo produto dos ganhos unitários esperados pelos quantitativos planejados. No primeiro mês da aplicação das ações, é considerada a metade do ganho, sendo considerado o ganho integral a partir do segundo mês, repetindo-se este ganho de forma acumulada até o final do ano, pois trata-se do cálculo de indicadores anualizados.

#### Ganhos unitários das ações comerciais

Estes ganhos são informados pela área comercial da empresa, baseados nos resultados históricos observados e registrados após as ações de troca preventiva de hidrômetros e de detecção e eliminação de fraudes, e são considerados em m<sup>3</sup> por ligação por mês, comparando os consumos médios anteriores e posteriores às ações. Representam na calculadora a redução de perdas aparentes.

Cabe informar que trocas corretivas de hidrômetros não são consideradas, pois admite-se, como já informado anteriormente, que seguem um padrão desde o ano anterior, e que são ações de manutenção, sem ganhos extras.

### **Aumento natural de perdas**

Além dos ganhos, são também considerados os aumentos naturais das perdas, como fruto da depreciação dos hidrômetros, da recorrência de vazamentos e de taxas de incidência e recorrência de fraudes. Na calculadora são chamados de “atenuantes”, pois atenuam os resultados das ações.

Para os hidrômetros é aplicada uma taxa de redução de eficiência na medição, obtida da bibliografia. Caso existam parâmetros mais específicos e particulares, estes podem e devem ser usados.

Para as fraudes é aplicada uma taxa de aumento de casos, para as ligações que não foram objeto de vistoria, de difícil obtenção, mas que pode ser admitida até que estudos mais específicos possam informar parâmetros melhores. Para as fraudes vistoriadas e com ações de eliminação, aplica-se uma taxa de reincidência, informada pela área comercial a partir do seu controle e acompanhamento, ou seja, considera-se que alguns destes clientes voltarão a fraudar.

No caso da reincidência de vazamentos, cabe uma abordagem mais detalhada da dinâmica considerada entre vazamentos eliminados e novos vazamentos, conforme item seguinte.

### **Dinâmica dos vazamentos**

Os vazamentos numa primeira classificação podem ser divididos em: inerentes, que não podem ser detectados por pesquisas acústicas; os visíveis ou reportados, em maior quantidade e com tempos de duração menores; e os não visíveis ou não reportados, com duração maior, detectados por pesquisas acústicas, e que tem sua quantidade e volumes perdidos dependentes da abrangência e intensidade dessas pesquisas.

Considera-se que os vazamentos visíveis e os inerentes possuem um padrão de ocorrência, que seria alterado com ações mais estruturadas, como a redução de pressões ou a renovação de redes e ramais.

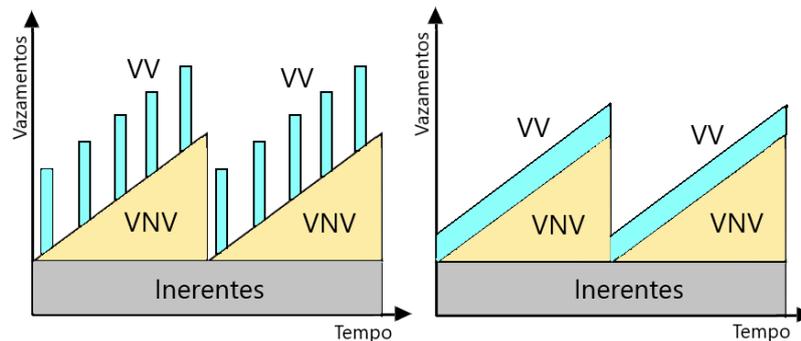
Quanto aos vazamentos não visíveis, estes também sofrem alterações com as reduções de pressão e renovação de redes e ramais, mas também com a intensidade das pesquisas. Para os vazamentos não visíveis incide uma taxa de aumento natural, ou RR – *Rate of Rise*, importante para os estudos do nível econômico de vazamentos.

A determinação da taxa de aumento natural de vazamentos exige a observação das variações das perdas reais durante determinado período suficientemente longo, em que todas as demais ações, como setorizações, redução de pressões e renovação de redes e ramais, estejam suspensas, para não superestimar os valores. Estas situações podem se dar em determinados momentos, mas num sistema de abastecimento são de difícil ocorrência, além das dificuldades em estabelecer balanços hídricos que identifiquem com maior clareza a parcela das perdas reais.

Na Figura 5, gráfico da esquerda, é mostrada a divisão tradicional das perdas, com os vazamentos visíveis (VV) segundo um padrão de grande intensidade e pequena duração, os inerentes constantes, dentro de uma condição estável dos sistemas, e os não visíveis (VNV) com crescimento constante até um patamar onde se dá a pesquisa, quando são reduzidos, voltando depois a crescer novamente, considerando a taxa de crescimento natural.

Na mesma figura, à esquerda, é mostrada uma outra visão dos vazamentos visíveis, desta vez distribuindo os volumes acumulados ao longo do tempo. Como se trata de volumes, os valores dos VNV são comumente mais significativos que os dos VV.

**Figura 5 – Esquema de volumes de vazamentos**



Para a *CalcPlan* foram admitidas algumas premissas, que serão consideradas apenas no cenário previsto de curto prazo (1 ano de planejamento), que são:

- As quantidades de vazamentos visíveis (VV), tanto de redes quanto de ramais, serão constantes, medidas em vazamentos por extensão de rede (km), segundo as mesmas taxas informadas por setor no anterior, apresentadas nos dados básicos (VV/km/ano);
- Ao se prever pesquisas de vazamento, os vazamentos encontrados e eliminados, respeitarão uma taxa histórica, informada também nos dados básicos para cada setor, expressa em vazamentos por extensão pesquisada (VNV/km), tanto para redes como para ramais. Portanto sobre as extensões previstas de pesquisa incidirão estas taxas, definindo as quantidades de vazamentos esperados;
- Admite-se que as extensões pesquisadas para os vazamentos não visíveis são descontadas das extensões para o cálculo dos vazamentos visíveis. Desta forma, a premissa é de que as redes pesquisadas não voltarão a ter vazamento visíveis a curto prazo. Esta hipótese é reforçada na medida em que, para os vazamentos eliminados em ramais por exemplo, ocorrem as trocas destes ramais, e não seu concerto, sendo, portanto, uma renovação de ramais, que não deverão vazarem mais por um bom período;
- Outra premissa é a de que os trechos de rede que forem renovados, ou seja, onde há previsão de renovação nos cronogramas de ações, também serão descontados das extensões nos cálculos de vazamento visíveis. Portanto, ao se renovar redes/ramais admite-se que os trechos renovados não terão vazamentos no curto prazo do plano;
- Os volumes reduzidos com as pesquisas de vazamentos não visíveis, em relação aos volumes de perdas reais originais, resultam em uma taxa, que é aplicada sobre os ganhos com redução de pressão. Portanto, quando se eliminam vazamentos não visíveis, os volumes desses vazamentos eliminados são considerados numa correção dos ganhos com as ações de redução de pressões;
- Os ganhos com a eliminação de vazamentos não visíveis são obtidos do produto entre: a quantidade de vazamentos encontrados; a vazão média unitária dos vazamentos (conforme as pressões médias informadas) e pelo tempo, sendo esse a metade do período entre pesquisas;
- O impacto dos vazamentos visíveis depende do padrão de vazamentos/km informado para o ano anterior, e considerado constante, e o tempo de atendimento para seu concerto. Assim, quanto menor o tempo de atendimento, menor será o impacto no resultado final. Como dito anteriormente, para as extensões consideradas, são descontadas aquelas objeto de renovação de infraestrutura e de pesquisa de VNV.

Entende-se que há nessa abordagem sobre vazamentos, oportunidades de melhoria no modelo de cálculo, quando for possível o conhecimento, ou a boa estimativa, das taxas de aumento natural de vazamentos – RR, bem como dos balanços hídricos.

Os vazamentos inerentes são considerados constantes, sendo calculados para cada setor de abastecimento, conforme suas características, segundo a expressão da IWA, que considera as extensões de rede, as quantidades de ramais, e as pressões médias.

### **Ganhos unitários das reduções de vazamentos**

Os volumes reduzidos com a eliminação de vazamentos não visíveis são calculados para uma expectativa de ganhos unitários, para redes e ramais, e pelo tempo previsto em que deixarão de vaziar, sendo a metade do intervalo entre pesquisas. Os ganhos unitários são informados para pressão padrão de 50mca, e são corrigidos para cada setor, de acordo com as pressões médias informadas. Na falta de dados mais específicos pode-se adotar os valores informados pela IWA, de 6 m<sup>3</sup>/h para redes e 1,6 m<sup>3</sup>/h para ramais. No caso da Unidade de Negócio, tem-se um estudo realizado a alguns anos, que definiu valores que foram utilizados nos trabalhos.

### **Ganhos unitários das variações de pressão**

As ações que trazem redução de pressão, como por exemplo a instalação de VRPs – Válvulas Redutoras de Pressão, ou mesmo setorizações, têm seus ganhos calculados de acordo com a expressão que correlaciona vazões iniciais e finais ( $Q_1$  e  $Q_2$ ) e pressões iniciais e finais ( $P_1$  e  $P_2$ ), com a utilização do coeficiente  $N_1$ , que depende do material das paredes da tubulação (*FAVAD – Fixed and Variable Area Discharge Paths*).

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \left( \frac{P_1}{P_2} \right)^{N_1}$$

Assim, tendo-se as pressões e perdas reais iniciais expressas de acordo com os dados básicos dos setores, em m<sup>3</sup>/km/ano, as reduções previstas, o material das tubulações e a extensão (km) da abrangência da área afetada, pode-se calcular os ganhos, e aplicá-los na redução dos indicadores de perdas.

Os ganhos com a redução de pressão, conforme já citado, são minimizados de acordo com a intensidade de pesquisa de vazamentos não visíveis no setor.

### **Variações do período de abastecimento**

Caso se preveja a ampliação ou redução do período de abastecimento de determinado setor, ou parte dele, em relação ao informado nos dados básicos, os indicadores serão alterados, considerando o aumento ou a redução das perdas reais. Caso não seja informado um tempo de abastecimento inferior a 24 horas/dia, o modelo adotará este período como padrão. Quando se tem reduções neste período deve-se informar a quantidade de horas da variação e a extensão em km da área afetada.

### **Renovação de redes e ramais (infraestrutura)**

A renovação de redes e ramais, entendidas aqui como a sua substituição, é uma ação que resulta em significativa redução de vazamentos. Considera-se na calculadora que, no curto prazo, os vazamentos são eliminados.

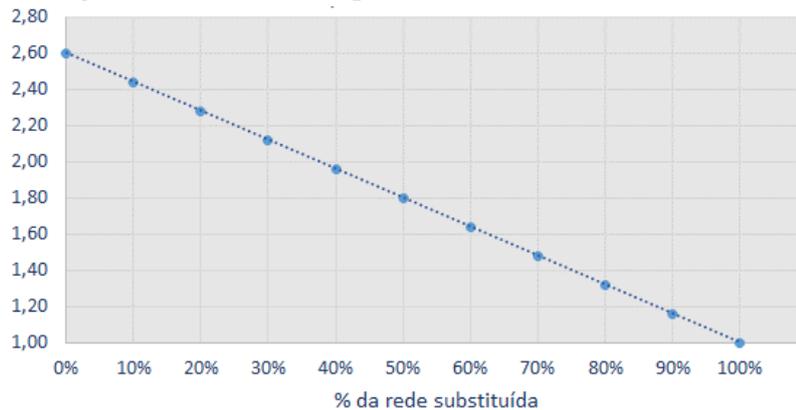
Os volumes de vazamentos eliminados com a renovação são calculados considerando os volumes de perdas reais médios de cada setor, por extensão de rede (km), conforme calculado e apresentado nos dados básicos do ano anterior.

Como os trechos de redes renovadas geralmente são os mais desfavoráveis dos setores de abastecimento, estes possuem índices de vazamentos por km superiores às médias. Neste sentido é aplicado um fator  $K$ , que majora os ganhos.

Para setores onde as redes possuem uma maior homogeneidade de condição, o fator  $K$  será menor. No caso extremo em que todas as redes possuem as mesmas condições de fragilidade, o fator  $K$  assumiria o valor 1,00.

O coeficiente  $K$  foi obtido do Programa Corporativo de Redução de Perdas de Água, a partir de projetos implantados em alguns municípios.

**Figura 6 – Fator K a ser aplicado sobre as vazões de vazamentos**



As extensões de redes renovadas são subtraídas dos cálculos de incidência de novos vazamentos, ou seja, da determinação do aumento natural de vazamentos, em curto prazo.

### **Crescimento vegetativo**

São considerados no cálculo dos indicadores, o aumento previsto das ligações, ou seja, o aumento da população consumidora, a partir do planejamento das áreas comerciais. Sobre a variação das ligações incide o consumo médio, para cada setor.

No decorrer do ano, para o acompanhamento dos resultados, pode-se corrigir as quantidades de ligações aplicando-se os aumentos efetivamente realizados.

### **Regularização de domicílios**

Podem ser previstas também regularizações de domicílios, que definem os consumos autorizados não faturados. Nesse caso a quantidade de domicílios regularizados passa a ser considerada como de ligações ativas, e os consumos sociais unitários, anteriormente considerados segundo as estimativas ou medições da empresa, são substituídos pelos consumos unitários das ligações ativas, para cada setor.

## **APOIO AO PROCESSO DE PLANEJAMENTO OPERACIONAL**

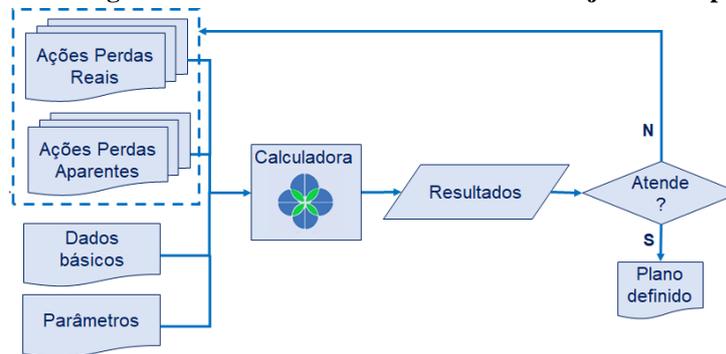
O Planejamento Operacional tem se dado de maneira participativa. Durante as reuniões são levantadas as ações previstas e seus quantitativos e, de forma bem objetiva, essas informações vão sendo inseridas nas planilhas das ações, verificando-se o efeito final, propiciando ajustes, incrementos ou antecipações de prazos, sempre simulando os novos cenários na própria reunião, até o ponto em que as metas se mostrem viáveis, com a concordância das áreas envolvidas. O resultado final do processo é, portanto, traduzido nos cronogramas físicos determinados ao final.

Uma vez definido o plano a ser seguido, as ações a serem tomadas são consolidadas para acompanhamento durante o ciclo de realização. O mecanismo de envolvimento e aplicação dos envolvidos é bastante ágil, resultando em planos consolidados de comum acordo. O Programa é realizado com a atualização mensal das informações, obtendo projeções de acordo com as ações realizadas e as previstas, e o acompanhamento se dá em reuniões periódicas de análise crítica.

Durante o acompanhamento das ações ao longo do ano, é possível identificar quais ações relevantes não foram realizadas de acordo com o planejado, possibilitando correções de rumos, intensificando as ações ou

estabelecer novas ações para atendimento das metas a curto prazo. Assim pode-se incrementar ações que mostrem maiores possibilidades de ganho.

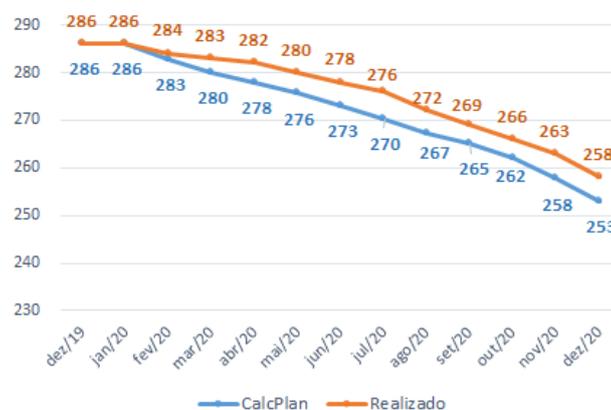
**Figura 7 – Fluxograma básico do uso da *CalcPlan* no Planejamento Operacional**



## RESULTADOS

A primeira aplicação da *CalcPlan* foi para o ano de 2020. Na medida em que as ações foram sendo realizadas, mês a mês, os valores foram sendo considerados, e ao final do ano, o resultado teórico, calculado para as ações realizadas, segundo os critérios adotados na calculadora, resultaram num indicador de perdas de 253 L/lig/dia, enquanto o indicador real obtido, registrado no Sistema de Perdas da empresa, ficou em 258 L/lig/dia. A precisão, portanto, ficou em 98,0%, ou seja, um erro de 2,0%, conforme evolução apresentada na Figura 8. Nota-se que, a partir do valor de saída, de 286 em dezembro/2019, houve uma pequena alteração nos primeiros meses, até maio, quando então os resultados se apresentaram constantes até o final.

**Figura 8 – Comparativo: previsto e realizado – 2020**

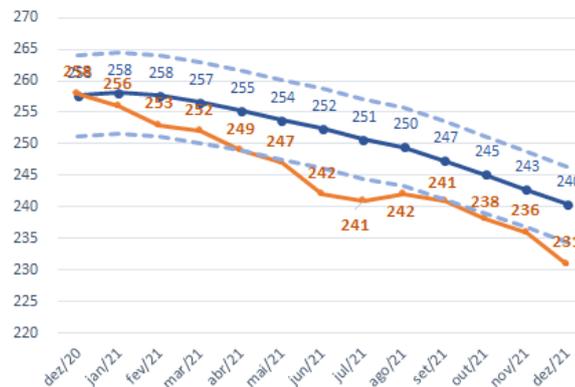


Para o ano seguinte, em 2021, o resultado final, mostrou uma diferença mais importante entre o calculado, de 240 L/lig/dia, e o realizado, de 231 L/lig/dia. A precisão, portanto, ficou em 96,3%, sendo o erro de 3,8%.

Nota-se que houve um grande descolamento entre os indicadores, já desde janeiro até julho, quando ocorreu uma reversão e depois uma estabilização até o final do ano. Atribui-se este movimento à mudança das bases de dados ocorrida na empresa durante o ano, o que trouxe maiores incertezas nas informações consideradas nos cálculos, principalmente dos dados comerciais, como os volumes consumidos e a quantidade de ligações ativas. A alteração dos bancos foi sendo paulatinamente corrigida, o que leva a crer que as informações passaram a ser anualizadas com menores erros, já para o ano seguinte.

A partir de 2021 foi incorporada aos resultados uma margem de erro, considerada neste caso de 2,5%, como pode ser observado pelas linhas tracejadas do gráfico da Figura 9.

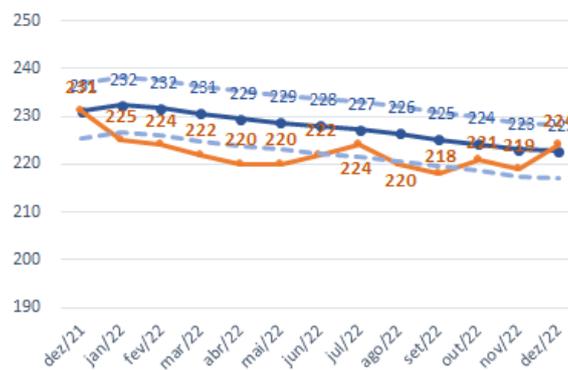
**Figura 9 – Comparativo: previsto e realizado – 2021**



Durante o ano de 2022, notou-se ainda a tendência de deslocamento, similar e como uma continuidade da observada no ano anterior, até abril, quando os valores da projeção passaram a se aproximar dos realizados, conforme Figura 10.

No final do ano, obteve-se uma aproximação muito boa, de 99,5%, com apenas 0,5%, ou 1 L/lig/dia de erro. Deve-se esta aproximação ao fato dos valores com maiores incertezas de 2021 terem sido substituídos no processo de analisar os indicadores, ficando dessa vez dentro da faixa de erro admitida de 2,5% (linhas tracejadas).

**Figura 10 – Comparativo: previsto e realizado – 2022**



**Tabela 3 – Comparativo: previsto e realizado**

| Ano  | Índice de Perdas (L/lig/dia) |           | Diferença (%) |
|------|------------------------------|-----------|---------------|
|      | Previsto                     | Realizado |               |
| 2020 | 253                          | 258       | + 2,0%        |
| 2021 | 240                          | 231       | - 3,8%        |
| 2022 | 223                          | 224       | +0,5%         |

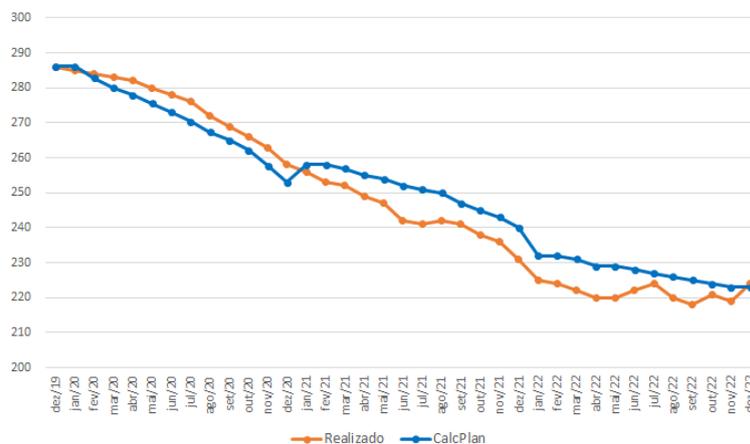
Uma das simplificações da calculadora é admitir que as ações previstas têm seus resultados anualizados durante o próprio ano, sem considerar ações realizadas no ano anterior, muitas vezes na sua parte final, e que trariam ainda ganhos no ano objeto do planejamento. Devido esta suposição, verifica-se uma maior variação durante o primeiro semestre, com a estabilização e aproximação do realizado, ao final do ciclo.

Como forma de verificar os resultados em tempo estendido, dos 3 anos de teste, foi elaborado o gráfico da Figura 12. Nele os resultados de 2020 a 2022 foram colocados juntos.

Fica evidente o resultado com menor precisão no ano de 2021 até o primeiro semestre de 2022, o que se entende, como já citado, como reflexo das alterações nas bases cadastrais e na compilação dos dados comerciais, com a mudança do sistema corporativo.

Ainda assim, comparando-se os resultados mensais, se obteve diferenças variando, em módulo, de 0,4% a 3,9%, com um erro médio de 2,2%, conforme Tabela 4. Já a Tabela 5 mostra que, dos 36 meses considerados, a grande maioria ficou com erro menor que 2%.

**Figura 11 – Comparativo dos resultados acumulados de 3 anos (2020 a 2022)**



**Tabela 4 – Diferenças no acumulado**

| Diferenças em módulo (%) |      |
|--------------------------|------|
| Mínima                   | 0,4% |
| Média                    | 2,2% |
| Máxima                   | 3,9% |

**Tabela 5 – Quantidade de meses por faixas de diferença**

| Faixas de diferença | Quantidade de meses |
|---------------------|---------------------|
| Menor que 2%        | 17                  |
| Entre 2% e 3%       | 9                   |
| Maior que 3%        | 10                  |

## CONCLUSÕES

Entende-se que, com o uso da ferramenta *CalcPlan*, tem sido possível estabelecer ações e seus impactos, de forma menos subjetiva, pois há embasamento em parâmetros mais técnicos, e mesmo em resultados típicos.

Permite também avaliar os parâmetros adotados, e a sua melhoria a partir dos resultados, para uma mais ajustada calibração para os ciclos seguintes de planejamento. Assim, as projeções tendem a ser melhoradas na medida em que se mantem o uso da ferramenta.

Para além da estimativa de resultados, e a possibilidade de definição de um planejamento mais assertivo, o uso da calculadora de perdas propiciou uma maior interação das áreas e profissionais envolvidos nas ações de redução de perdas, e a possibilidade de mostrar de forma clara os impactos relativos de cada tipo de ação, ou seja, o peso de cada tipo de ação no conjunto planejado.

Os resultados nos três ciclos realizados mostram que houve uma boa estimativa de ganhos, mesmo quando se considera a totalidade desses 3 anos.

Deve-se considerar que a ferramenta é um apoio ao planejamento e acompanhamento das ações, com níveis de incertezas que impedem qualquer afirmação mais categórica sobre os resultados. Qualquer previsão considerando um grupo de ações de redução de perdas é certamente complexa, pois além das incertezas na obtenção de dados, e a suficiência desses dados, há toda uma sinergia entre as diversas ações, como entre os ganhos com a eliminação de vazamentos nas renovações de redes combinados com ajustes de pressão e intensidade de pesquisas ativas de vazamentos. Como exemplo, com a redução de pressão, os ganhos com eliminação de vazamentos, e mesmo a quantidade desses, serão menores. Na *CalcPlan* se procurou correlacionar da melhor maneira estas questões, mas ainda seria possível avanços.

Questões operacionais atípicas ou eventos inesperados também podem distorcer resultados, e não podem ser previstos. Assim entende-se que esses fatores atípicos não ocorrerão.

Entende-se que algumas evoluções são possíveis, como a incorporação dos custos das ações, e o cálculo dos retornos financeiros, podendo-se estabelecer uma pequena análise de viabilidade econômica.

Pode-se futuramente inclusive evoluir para a definição dos níveis econômicos para ações de manutenção, como as pesquisas de vazamentos, trocas de hidrômetros ou mesmo de combate às fraudes.

Importante ressaltar que a qualidade dos resultados sempre será proporcional à qualidade dos dados de entrada.

## RECOMENDAÇÕES

Deve-se buscar sempre a melhor qualidade das informações a serem consideradas nos cálculos, tanto a partir dos cadastros técnico e comercial, quanto da qualidade dos parâmetros de cálculo.

Entende-se que pode haver evolução em relação às considerações sobre vazamentos, sua dinâmica e os ganhos unitários esperados, desde que se busque novas informações como taxas de recorrência, ou mesmo o aprimoramento de informações como pressões médias e balanços hídricos.

## AGRACECIMENTOS

Fica aqui os sinceros agradecimentos à toda a equipe da Divisão de Controle de Perdas e demais colegas e amigos da empresa, pelo incentivo, apoio e colaboração no desenvolvimento deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H. et al., *Performance Indicators for Water Supply Services. IWA Publishing. Second edition, 2001.*
2. TSUTYA, M.T. et al. Abastecimento de água. São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2º Edição, p.457-525, 2005.
3. TARDELLI FILHO, J., GALVÃO. J.R.B., ROCHA FILHO, C.M., Plano de ações para redução de perdas na M-Sabesp. Diretoria Metropolitana, 2009.
4. DEPEXE, M.D., GASPARINI, R.R., Determinação de taxas anuais de redução de eficiência da medição de hidrômetros. Revista SANEAS, AESABESP, ano XII, n.45, 2012.
5. SILVA JUNIOR, E.G., CABRAL, R.C., Indicador de vulnerabilidade da infraestrutura – uma proposta para o diagnóstico e tomada de decisões no combate às perdas reais; Revista SANEAS, AESABESP, ano XIII, n.55, 2015.