

XI-010 - METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE RESULTADOS DE INTERVENÇÕES EM LIGAÇÕES DE ÁGUA

Fabricio Mota Oliveira⁽¹⁾

Bacharel em Ciência da Computação pela Faculdade Ruy Barbosa (FRB). Mestre em Mecatrônica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Doutorando em Mecatrônica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Gerente da Divisão de Planejamento da Micromedição na Empresa Baiana de Águas e Saneamento S A (EMBASA).

Everaldo Magalhães Santos Júnior

Economista pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Analista de Saneamento na Empresa Baiana de Águas e Saneamento S A (EMBASA).

José Antônio França Marques

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Engenheiro Sanitarista pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Mestre em Planejamento Regional e Desenvolvimento Urbano pela Universidade Salvador (UNIFACS). Analista de Saneamento na Empresa Baiana de Águas e Saneamento S A (EMBASA).

José Roberto Gil de Oliveira Pinto

Bacharel em Arquitetura pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Gerente do Departamento de Gestão Comercial da Região Metropolitana de Salvador na Empresa Baiana de Águas e Saneamento S A (EMBASA).

Endereço⁽¹⁾: Rua Dom Eugênio Sales, S/N, Módulo 45 – Boca do Rio – Salvador – BA – CEP: 41.076-670 - Brasil - Tel: (71) 3373-7691 - e-mail: fabricio.oliveira@embasa.ba.gov.br

RESUMO

O *Volume Faturado de Água* consiste em uma das principais informações utilizadas pelas companhias de abastecimento de água e esgotamento sanitário para compor os valores de fatura de seus usuários. Tipicamente, este volume é compilado com base no consumo registrado nos hidrômetros destes usuários, e representa, resumidamente, o volume total de água em que cujos valores de tarifa serão aplicados para cobrança das contas.

As *Perdas Comerciais* compõem uma parcela representativa das perdas totais de água em um sistema de abastecimento, e assim se classificam pela incoerência dos mais diversos tipos de consumo de água não autorizado. Este tipo de perda, não apenas incorrem em problemas ambientais e aumento de despesas, mas possui como agravante o fato de também afetar as receitas financeiras das operadoras dos sistemas de abastecimento. Este problema pode levar a aumentos de tarifa, ou até mesmo, num caso extremo, comprometer a sustentabilidade destas empresas.

Estratégias de combate às perdas comerciais frequentemente implicam em intervenções que se traduzem na remoção de derivações fraudulentas, na instalação ou substituição de hidrômetros, bem como na regularização ou recuperação de ligações inativas, especialmente quando envolvidas em formas fraudulentas de abastecimento.

Este artigo apresenta uma metodologia de avaliação de resultados das intervenções que tenham como objetivo específico o aumento de volume faturado e de faturamento, bem como a redução de perdas comerciais. Trata-se de uma estratégia de separação, cálculo e análise de dados de medição de água e de informações comerciais, através do uso de tecnologia da informação, a fim de mensurar resultados de retorno financeiro e de combate a perdas na gestão dos sistemas de abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Volume Faturado de Água, Perdas Comerciais, Avaliação de Resultados de Intervenções, Ligações de Água, Resultados Financeiros.

INTRODUÇÃO

Para uma empresa de saneamento, o Volume Faturado de Água consiste em uma das principais informações, dentre as utilizadas para compor o valor da fatura dos usuários dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. Comumente, este volume é mensurado em função das leituras dos hidrômetros, e visa

que os valores cobrados nas contas sejam justos quanto ao consumo dos usuários, ao mesmo tempo em possibilitem custear a operação destes sistemas.

A diferença entre o volume distribuído e o volume faturado é com frequência computada como perdas, ou Águas Não Faturadas (ANF). Perdas de água e de faturamento representam um importante problema para a operação dos sistemas de abastecimento de água. As perdas de água são classificadas como perdas físicas e perdas comerciais. Perdas físicas incorrem em despesas sobre o transporte e o tratamento da água, além de promoverem impactos ambientais, através da captação excessiva dos mananciais de água (PIECHNICKI, 2011; UFCG, 2012).

As perdas comerciais assim se classificam pela inocorrência de consumo de água não autorizado. Perdas deste tipo estão frequentemente associadas a fraudes, ligações clandestinas, medidores defeituosos, imprecisos ou inexistentes, dentre outras condições. Este tipo de perda, além de também aumentarem despesas e causarem impactos ambientais, possui como agravante o fato de afetar as receitas financeiras das empresas que operam os sistemas de abastecimento. Este problema pode levar a aumentos de tarifa, ou até mesmo, em casos mais extremos, comprometer a sustentabilidade destas empresas.

A incidência das perdas comerciais, apesar de difícil mensuração ou estimativa, é um problema cada vez mais comum aos sistemas de abastecimento de água, sobretudo a aqueles que atendem às grandes metrópoles. Estratégias de combate às perdas de volume faturado de água frequentemente implicam em intervenções em remoção de derivações fraudulentas, bem como na instalação ou substituição de hidrômetros. Combater perdas de volume faturado, portanto, costuma exigir investimentos.

Este artigo apresenta uma metodologia de avaliação de resultados das intervenções que tenham como objetivo específico o aumento de volume faturado e de faturamento, e a redução de perdas comerciais. Trata-se de uma estratégia de separação, cálculo e análise de dados de medição de água e de informações comerciais, automatizadas por meio de tecnologia da informação. Assim, é possível se mensurar resultados de retorno financeiro e de combate a perdas na gestão dos sistemas de abastecimento de água.

O método aqui proposto apresenta-se como uma ferramenta de suporte às decisões que envolvem ações de incremento de volume faturado e de combate a perdas comerciais. Por fim, o artigo apresenta alguns resultados aferidos com base em intervenções realizadas em sistemas de abastecimento no estado da Bahia que atendem à Região Metropolitana de Salvador.

METODOLOGIA

Buscou-se com este trabalho estabelecer um método capaz de mensurar resultados financeiros e de volume faturado em função de determinadas intervenções realizadas em ligações de água. Enfatizou-se no projeto atuar em intervenções que buscassem recuperar volume faturado e reduzir perdas, tendo como objeto o monitoramento de variáveis associadas ao consumo de água (volume registrado e volume faturado) e de resultados econômicos de tais intervenções (faturamento e arrecadação das contas). O método aqui apresentado é fruto de um trabalho que teve como piloto a Região Metropolitana de Salvador (RMS) no Estado da Bahia.

O trabalho fez parte de um empreendimento maior, que envolveu a ampliação de recursos para investimento em ações de recuperação de volume faturado e de combate a perdas comerciais nos sistemas de abastecimento da RMS. Entretanto, a companhia responsável pela operação de tais sistemas estabeleceu, como premissa, que o retorno financeiro do empreendimento deveria ser assegurado. O orçamento definido garantiu a ampliação da capacidade de execução das intervenções, necessárias à execução deste trabalho.

Os tipos de intervenção que foram monitorados no âmbito deste trabalho foram:

- **Instalação de hidrômetro**, em ligações não medidas;
- **Substituição de hidrômetro**, onde os medidores existentes apresentavam imprecisões;
- **Retirada de fraudes**, identificadas em ligações de água ativas;
- **Recuperação de Ligações Inativas**, que passaram a atuar como usuários regulares dos sistemas de abastecimento;

- **Atualização Cadastral**, sobretudo quanto ao perfil de tarifa aplicada (Categoria Tarifária) e quanto às tarifas de serviços de esgotamento sanitário (Tarifa de Esgoto);
- **Incorporação de novas ligações** regulamentares às redes de abastecimento.

Visando atender à premissa básica de avaliação dos resultados financeiros e de combate a perdas em função das intervenções, buscou-se desenvolver uma estratégia para controlar a variação dos indicadores associados a estes resultados, avaliando isoladamente as ligações que sofreram tais tipos de intervenção. O trabalho desenvolveu-se pelo uso de bases de dados comerciais e rotinas de cálculo implementadas por meio de linguagens de programação.

Visando atender à premissa básica de avaliação dos resultados financeiros e de combate a perdas em função das intervenções, buscou-se desenvolver uma estratégia para controlar a variação dos indicadores associados a estes resultados, avaliando isoladamente as ligações que sofreram tais tipos de intervenção. O trabalho desenvolveu-se pelo uso de bases de dados comerciais e rotinas de cálculo implementadas por meio de linguagens de programação.

Os principais indicadores monitorados foram:

- **Volume efetivo**, significando o consumo registrado pelos medidores, ou o volume presumido, no caso da inexistência desses;
- **Volume faturado**, representando o volume de água considerado para emissão das faturas, presumindo um mínimo de 10 (dez) metros cúbicos por economia;
- **Faturamento de água e esgoto**, ou o cálculo final da fatura para estes dois serviços;
- **Arrecadação de água e esgoto**, correspondendo aos valores das contas que efetivamente foram pagos pelos consumidores.

O cálculo de resultados é feito individualmente, para cada ligação de água controlada, e o resultado final aferido pela soma dos resultados de todas as ligações. Para cada ligação, são passíveis de cálculo de resultados (incrementos) qualquer uma das quatro variáveis de controle (volume efetivo, volume faturado, faturamento e arrecadação). Para cada variável, resultado é obtido pelo somatório dos incrementos realizados, mês a mês, associados a esta mesma variável, e necessariamente nos meses ocorridos após a data de execução da intervenção. O resultado ou incremento total I_v , relativo à variável de grandeza v (volume efetivo, volume faturado, faturamento ou arrecadação) é, portanto, obtido pela fórmula da equação (1):

$$I_v = \sum_{i=1}^n I_v(i) \quad \text{equação (1)}$$

Onde n significa o total de meses faturados após a intervenção, e $I_v(i)$ refere-se ao incremento individual da variável (volume efetivo, volume faturado, faturamento, arrecadação) da ligação para o mês i . O *incremento realizado* da variável v para o mês i , ou $I_v(i)$, é por sua vez obtido pela diferença entre o valor que efetivamente foi realizado no mês i , ou $R_v(i)$ e o valor que seria previsto para aquele mesmo mês, $P_v(i)$, caso não houvesse a intervenção, de acordo com o perfil histórico da ligação, é demonstrado na equação (2) a seguir:

$$I_v(i) = R_v(i) - P_v(i) \quad \text{equação (2)}$$

Para obtenção dos valores de previsão sem intervenção de cada uma das quatro variáveis (volume efetivo, volume faturado, faturamento, arrecadação), utilizam-se as informações de comportamento histórico desta mesma variável para a mesma ligação de água, em períodos recentes, anteriores à intervenção. Em cada variável, foi utilizado como referência de valor para previsão histórica:

- Em **substituições de hidrômetros e revisões ou atualizações cadastrais**, os valores realizados (volume efetivo, faturado, faturamento e arrecadação) do mesmo mês no ano anterior, visando compensar variações de sazonalidade;
- Em **instalações de hidrômetro**, aplicou-se a tarifa mínima (10 m³ por economia para os volumes, e valores de cobrança correspondentes em faturamento e arrecadação);
- Em **retiradas de fraude**, utilizaram-se os valores históricos praticados antes da intervenção;

- Já para **ligações novas e ligações reativadas**, utilizou-se 0 (zero) como referência de previsão histórica, tanto para as variáveis de volume quanto para as de valores monetários. Desta forma, todos os volumes ou valores realizados após a intervenção são computados integralmente como incremento para estes casos.

Em todos os casos, considerou-se, no caso específico da arrecadação, o perfil de adimplimento do usuário em consideração, na composição da previsão histórica da arrecadação.

Para a aplicação do experimento aqui mencionado, foi utilizado um sistema de banco de dados Postgresql (POSTGRESQL, 2013), alimentado com dados comerciais originados de sistemas de gestão de leitura dos hidrômetros, faturamento e pagamento de contas (EMBASA, 2014). As rotinas que implementam os métodos de cálculo de avaliação foram desenvolvidas usando linguagem de programação em nível de banco de dados PL-SQL. Os dados são calculados e exportados para planilhas em Excel, em formato onde cada linha contém informações relacionadas à ligação, em termos de cadastro, de volumes, de faturamento e arrecadação. Os resultados, por fim, são apresentados através do recurso de *tabelas dinâmicas* do Microsoft Excel 2007 (EXCEL, 2014), ferramenta que oferece boa flexibilidade em análise para grandes massas de dados.

RESULTADOS OBTIDOS

O método aqui apresentado foi aplicado sobre um conjunto de 150.883 ligações de água da Região Metropolitana de Salvador, que sofreram intervenção durante o período compreendido entre 01/03/2013 e 31/12/2013. Estas ligações passaram a ter seus indicadores monitorados desde o mês de faturamento referente à execução do serviço até o mês de agosto de 2014, onde foram observadas as variações ocorridas de volume faturado, faturamento e arrecadação, principalmente.

A tabela da Figura 1 ilustra os resultados obtidos no período mencionado, onde é apresentado, para cada tipo de intervenção realizada, o número de ligações, além dos valores totais de incremento obtidos em termos de volume faturado (em metros cúbicos) na terceira coluna, e de faturamento e arrecadação (em R\$), respectivamente na quarta e quinta colunas da tabela. Ressalta-se que item identificado como “99 – Múltiplos Serviços” refere-se às ligações que sofreram mais de um tipo de intervenção no mesmo período (março a dezembro de 2013) e, como tal, não poderiam ser enquadradas simultaneamente em mais de um tipo de intervenção, a fim de evitar distorções nos valores totais de retorno.

Intervenção	Ligações	Increment. VOL FAT	Increment. FAT	Increment. ARREC	Increment. Unit. VOL FAT	Increment. Unit. FAT	Increment. Unit. ARREC
1 - Instalação de Hidrômetro	4.199	322.072	2.604.364,53	1.114.633,71	5,6	45,60	22,65
2 - Substituição de Hidrômetro	50.935	1.079.986	4.317.727,26	(3.631.582,60)	1,7	6,71	(6,23)
3 - Retirada de Fraude	2.717	44.016	368.537,64	106.155,67	1,3	11,14	3,93
4 - Recuperação de Inativas	8.156	847.861	4.244.552,07	1.983.147,07	9,0	44,94	26,26
5 - Revisão de Cadastro	55.062	954.358	4.599.774,13	1.425.946,25	1,3	6,36	2,33
6 - Ligação Nova	15.548	2.395.970	9.112.381,17	7.367.676,66	13,1	50,00	45,27
8 - Alteração de Tarifa de Esgoto	873	47.100	2.372.290,72	758.663,90	6,3	316,01	139,20
99 - Múltiplos Serviços	13.393	1.454.491	9.450.363,33	6.001.150,95	8,1	52,68	38,07
Total geral	150.883	7.145.854	37.069.990,85	15.125.791,61	3,7	19,30	9,05

Figura 1: Incrementos de volume faturado, faturamento e arrecadação por tipo de intervenção.

No âmbito geral, observou-se um incremento de volume faturado total de água superior a 7 milhões de metros cúbicos no período compreendido entre a execução do serviço de cada ligação e o mês de agosto de 2014. Este incremento promoveu um aumento de faturamento de água superior a 37 milhões no mesmo período, para as mesmas ligações. Em termos de arrecadação, observou-se um incremento menor, de aproximadamente R\$15 milhões, embora ainda positivo. Esta diferença entre os incrementos do faturamento e da arrecadação, incluiu não apenas a evasão de adimplência (efeito negativo da intervenção), mas também valores de contas emitidas recentemente, e que tendem a ser pagas após um período inferior a 120 dias.

Estratificando-se os valores de arrecadação por tipo de intervenção, pode-se notar que todos os tipos produziram incrementos positivos após a execução, excetuando-se as ligações que sofreram substituição de hidrômetros. Estas ligações apontaram decréscimo total de aproximadamente R\$3,6 milhões na arrecadação,

que conforme se investigou, foi associado principalmente a 849 ligações que abasteciam órgãos públicos, estes que possuem atipicidade em relação à frequência de pagamento, quando comparado aos usuários particulares. Além disso, era conhecido que estas mesmas ligações passavam por política de redução de consumo, no mesmo período em que foram apuradas, o que causou redução também no volume faturado. Utilizando-se das facilidades oferecidas pelo recurso de Tabela Dinâmica do Excel, foi possível remover os 849 órgãos públicos da listagem, e avaliar isoladamente os resultados das demais 150.034 ligações particulares que sofreram intervenções. Os resultados estão apresentados na tabela da Figura 2.

Intervenção	Ligações	Incram. VOL FAT	Incram. FAT	Incram. ARREC	Incram. Unit. VOL FAT	Incram. Unit. FAT	Incram. Unit. ARREC
1 - Instalação de Hidrômetro	4.195	321.146	2.593.489,19	1.104.668,08	5,6	45,46	22,47
2 - Substituição de Hidrômetro	50.355	1.223.197	7.071.989,49	2.497.113,85	1,9	11,12	4,33
3 - Retirada de Fraude	2.714	45.008	360.657,18	105.402,94	1,4	10,91	3,91
4 - Recuperação de Inativas	8.150	845.140	4.203.253,08	1.965.626,27	9,0	44,53	26,05
5 - Revisão de Cadastro	54.966	940.352	4.307.058,98	1.388.928,84	1,3	5,97	2,28
6 - Ligação Nova	15.520	2.387.724	9.024.591,86	7.289.246,95	13,1	49,61	44,87
8 - Alteração de Tarifa de Esgoto	805	49.792	1.946.833,80	670.437,67	7,2	281,82	134,22
99 - Múltiplos Serviços	13.329	1.456.703	9.235.093,61	5.662.656,97	8,2	51,74	36,10
Total geral	150.034	7.269.062	38.742.967,19	20.684.081,57	3,8	20,29	12,44

Figura 2: Incrementos de volume faturado, faturamento e arrecadação em ligações particulares.

Um aspecto importante do trabalho pode ser visto nas três últimas colunas da tabela 2. Nelas são apresentados os números de incremento unitário (volume faturado em m³, faturamento e arrecadação em R\$). Estes números referem-se aos incrementos médios por fatura emitida, e são úteis para a composição de planos posteriores de intervenção e de metas a serem atingidas.

CONCLUSÃO

O trabalho aqui apresentado consiste em uma metodologia útil ao monitoramento dos resultados financeiros e de incremento de volume faturado associados a intervenções realizadas nos hidrômetros e em ligações de água. O trabalho envolve metodologias de cálculo, com o uso de tecnologia da informação, e foi aplicado com sucesso em sistemas de abastecimento da região, operados pela principal companhia de saneamento que atende à região.

Através deste trabalho, possibilitou-se mensurar o retorno financeiro de intervenções realizadas nas ligações de água da Região Metropolitana do Salvador, entre os meses de março a dezembro de 2013, que tiveram como objetivo o aumento de volume faturado e o combate a perdas comerciais. Pôde-se, através da metodologia ora apresentada, monitorar os resultados de incremento de volume faturado, de faturamento e de arrecadação, especificamente nas 150.883 ligações monitoradas. O trabalho trouxe, por fim, contribuições pela capacidade de fornecer informações relevantes às decisões de planejamento e às ações de controle destas intervenções.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Lei no. 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm
- EMBASA. Sistema Comercial Integrado, Empresa Baiana de Águas e Saneamento S. A. Consulta em abril de 2014.
- EXCEL. Ferramenta de Edição de Planilhas Eletrônicas. Consulta em 2014. Disponível em:
- <http://office.microsoft.com/pt-br/excel/>
- IWA. International Water Association, 2012. Disponível em: <http://www.iwahq.org/1nb/home.html>
- PIECHNICKI, Ademir S. et al. Utilização da Metodologia de Análise e Solução de Problemas na Redução das Perdas de Água: um Estudo de Caso na Sanepar. Revista de Engenharia e Tecnologia, V3, No. 2, ago. 2011.
- POSTGRESQL. *The world most advanced open source database*, 2013. Disponível em:
- <http://www.postgresql.org/>
- UFCG. Sistema de Abastecimento Público de Água. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2012. Disponível em: <http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/A61.html>