

## XI-025 - ESTIMATIVA DA REDUÇÃO DA EFICIÊNCIA DA MEDIÇÃO DE HIDRÔMETROS A PARTIR DE INVENTÁRIO DE VOLUME MICROMEDIDO E DE NÚMERO DE LIGAÇÕES

### **Romulo Ruiz Gasparini<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Especialista em Gestão e Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e em Gestão Empresarial pelo Centro Universitário Unifae (UNIFAE). Mestre em Engenharia Mecânica pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR). Engenheiro de Desenvolvimento Operacional da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

### **Júlio Kazuhiro Tino**

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Engenheiro de Desenvolvimento Operacional da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Avenida Higienópolis, 1.527 - Centro - Londrina - Paraná - CEP: 86.050-000 - Brasil - Tel: +55 (43) 3373-4133 - e-mail: romulorg@sanepar.com.br

### **RESUMO**

Conhecer-se a redução da eficiência da medição dos hidrômetros é de extrema importância para o aperfeiçoamento dos critérios para diagnóstico de perdas aparentes, bem como seu controle e sua redução. Este tipo de ação deve ser entendido como rotina operacional. A partir destas informações, é possível se prever substituição preventiva dos hidrômetros que seja sustentável sob a ótica técnica e econômica. Neste trabalho, a partir de um inventário do parque de hidrômetros, com informações do volume micromedido e o número ligações, observou-se que a adoção de uma taxa de redução da eficiência entre 0,5 e 1,1 % ao ano pode ser satisfatória.

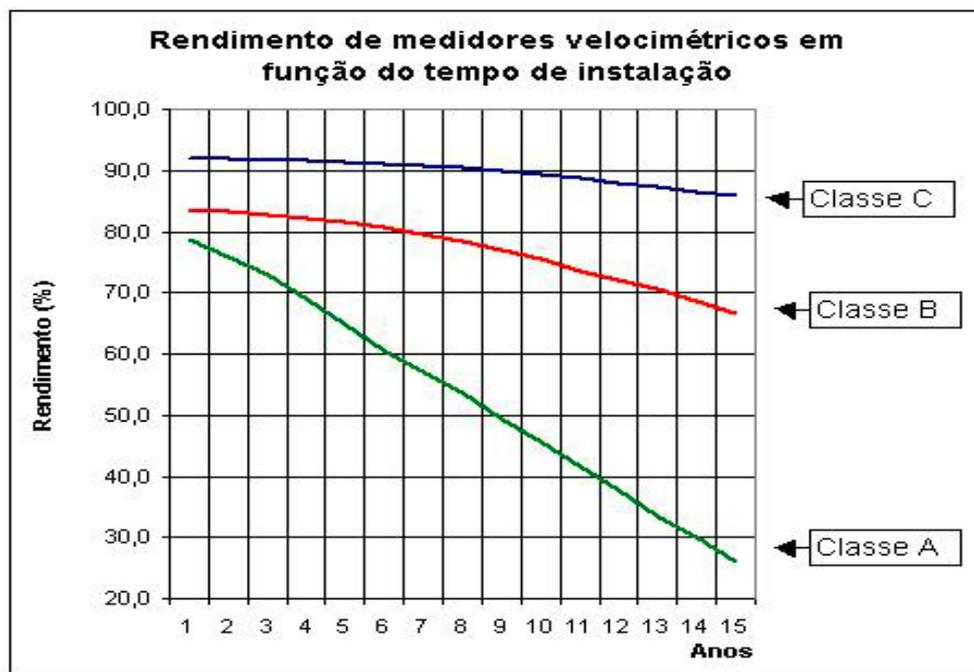
**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência da medição dos hidrômetros, perda aparente, troca preventiva.

### **INTRODUÇÃO**

As Empresas de Saneamento, em sua rotina operacional, necessitam de recursos e de ferramentas para redução de perdas aparentes, pela sua relação intrínseca com a perda de faturamento. A perda aparente é causada por fraudes, falhas de procedimento na medição e pela submedição nos hidrômetros.

A submedição nos hidrômetros é provocada, entre outros fatores, pelo seu dimensionamento de acordo com o perfil de consumo do cliente usuário, pela sua posição de instalação e pelo seu desgaste das partes móveis, sendo que, neste último, é evidente onde o princípio de funcionamento é o velocimétrico.

Neste sentido, alguns estudos demonstram que há redução da eficiência da medição dos hidrômetros em função do seu tempo de instalação. Nielsen *et al.* (2003) apresentam um estudo com as curvas de rendimento de hidrômetros classe A, B e C, conforme a Figura 01, baseado em levantamentos de campo e de laboratório, para ligações com consumo médio mensal entre 0 e 30 m<sup>3</sup>/lig.mês, em função do tempo de instalação.



**Figura 01: Curvas de rendimento dos hidrômetros, conforme Nielsen *et al.* (2003).**

De acordo com o estudo, a redução da eficiência dos hidrômetros não apresenta uma função linear e sim próximo a uma parábola. O conhecimento da taxa de redução da eficiência da medição, em função do tempo de instalação, é um instrumento para se estimar a submedição total do parque de hidrômetros das Empresas de Saneamento, além de um recurso para o aperfeiçoamento de critérios na substituição preventiva. Estas ações são importantes rotinas operacionais para diagnóstico de perdas aparentes, bem como seu controle e sua redução.

## OBJETIVO

Objetiva-se demonstrar a taxa de redução da eficiência da medição, em função do tempo de instalação, com base em inventário de Parque de Hidrômetros do Sistema de Abastecimento de Água de Londrina.

## METODOLOGIA

Conforme estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 2016, a população municipal de Londrina é de 553 mil habitantes. O abastecimento com água tratada, do núcleo urbano, é realizado pela Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar. Considerando o mês de dezembro de 2016, o número de ligações totais de água está em 153.642 lig.ag, enquanto o número de economias residenciais está em 199.470 econ.res.

Para a demonstração da taxa de redução da eficiência da medição, em função do tempo de instalação, elaborou-se um Inventário do Parque de Hidrômetros de Londrina, com base nos dados de 2016, considerando o número de ligações e o volume micromedido, para as seguintes faixas de consumo:

- 6 a 10 m<sup>3</sup>/lig.mês;
- 11 a 20 m<sup>3</sup>/lig.mês;
- 21 a 50 m<sup>3</sup>/lig.mês.

Não se considerou a faixa de consumo abaixo de 6 m<sup>3</sup>/lig.mês, pois há uma maior probabilidade de hidrômetros com necessidade de manutenção corretiva nesta amostra. Também não se considerou a faixa de consumo acima de 51 m<sup>3</sup>/lig.mês, denominados de grandes consumidores, devido ao critério de renovação dos hidrômetros para esta categoria de consumo, a qual não é objeto deste presente trabalho.

A Tabela 01 apresenta a distribuição do número de ligações, por faixa de consumo, do Parque de Hidrômetros da cidade de Londrina, considerando a média observada entre os meses de janeiro de 2016 e de novembro de 2016.

**Tabela 01: Número de ligações, por faixa de consumo, no ano de 2016, do Parque de Hidrômetros de Londrina.**

<b>INVENTÁRIO DO PARQUE DE HIDRÔMETRO – MÉDIA DO NÚMERO DE LIGAÇÕES - LONDRINA (2016)</b>														
<b>Faixa de Consumo (m³/lig.mês)</b>		<b>Idade do Hidrômetro (ano)</b>										<b>Distribuição por Faixa de Consumo</b>		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Volume (m³/mês)	Incidência (%)
6	10	5.055	7.183	9.355	5.062	3.985	4.095	4.306	4.442	2.444	1.204	1.225	48.357	32,1%
11	20	5.584	10.951	16.051	7.800	4.187	4.162	4.716	3.548	1.392	407	309	59.107	39,3%
21	50	2.624	2.479	4.053	2.807	1.151	1.084	784	327	90	28	21	15.449	10,3%
0	9999	18.122	24.859	33.528	18.478	11.545	11.437	11.783	10.494	5.292	2.502	2.501	150.542	100,0%

Observa-se que, para as faixas de consumo consideradas no inventário, o percentual do número de ligações está em 32,1%, 39,3% e 10,3%, respectivamente, totalizando 81,7% do número de ligações totais do sistema, podendo, desta forma, ser considerado um percentual significativo.

A Tabela 02 apresenta a distribuição do volume micromedido médio, por faixa de consumo, do Parque de Hidrômetros da cidade de Londrina, considerando a média observada entre os meses de janeiro de 2016 e de novembro de 2016.

**Tabela 02: Volume micromedido médio, por faixa de consumo, no ano de 2016, do Parque de Hidrômetros de Londrina.**

<b>INVENTÁRIO DO PARQUE DE HIDRÔMETRO – MÉDIA DO VOLUME MICROMEDIDO - LONDRINA (2016)</b>														
<b>Faixa de Consumo (m³/lig.mês)</b>		<b>Idade do Hidrômetro (ano)</b>										<b>Distribuição por Faixa de Consumo</b>		
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Volume (m³/mês)	Incidência (%)
6	10	40.545	59.304	78.010	41.657	32.490	33.345	35.202	35.806	19.514	9.462	9.405	394.740	14,4%
11	20	83.740	157.317	231.570	114.563	59.651	58.667	66.146	48.542	18.648	5.395	4.085	848.324	31,0%
21	50	71.358	66.617	110.689	75.804	31.730	31.095	21.920	8.436	2.293	772	541	421.255	15,4%
0	9999	465.748	504.176	618.925	413.896	199.038	155.471	148.423	134.240	60.998	19.433	18.241	2.738.588	100,0%

Observa-se que, para as faixas de consumo consideradas no inventário, o percentual do volume micromedido médio está em 14,4%, 31,0% e 15,4%, respectivamente, totalizando 60,8% do volume micromedido médio do sistema, podendo, desta forma, ser considerado um percentual significativo.

## RESULTADOS

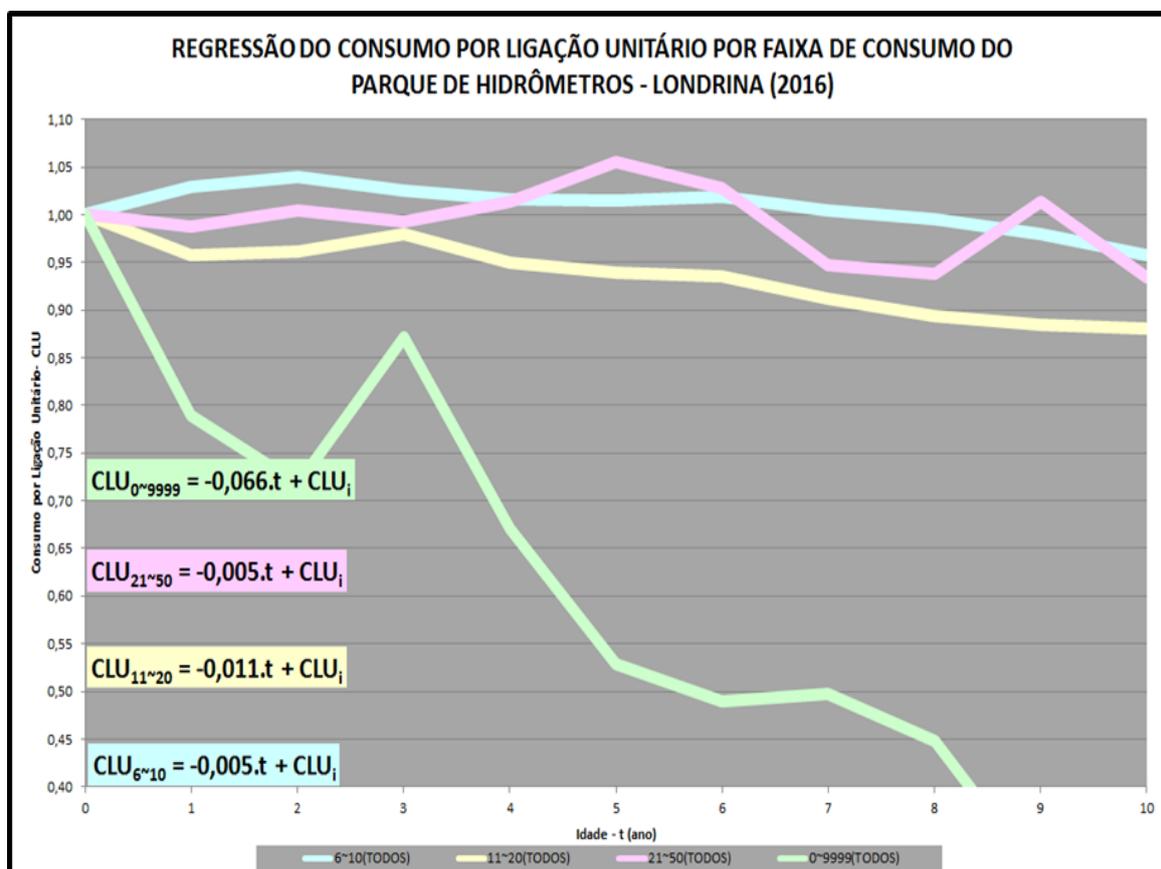
Relacionando-se as informações referente ao volume micromedido médio e o número de ligações, por faixa de consumo, através da divisão de ambas, pode-se observar o volume micromedido médio por ligação e por faixa de consumo, conforme é apresentado na Tabela 03 a seguir:

**Tabela 03: Volume micromedido médio por ligação, por faixa de consumo, no ano de 2016, do Parque de Hidrômetros de Londrina.**

<u>VOLUME MICROMEDIDO MÉDIO PER CAPITA POR FAIXA DE CONSUMO - LONDRINA (2016)</u>												
<u>Faixa de Consumo (m³/lig.mês)</u>		<u>Idade do Hidrômetro (ano)</u>										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	10	8,02	8,26	8,34	8,23	8,15	8,14	8,17	8,06	7,98	7,86	7,68
11	20	15,00	14,37	14,43	14,69	14,25	14,09	14,03	13,68	13,40	13,26	13,21
21	50	27,20	26,87	27,31	27,00	27,56	28,69	27,95	25,78	25,50	27,58	25,42
0	9999	25,70	20,28	18,46	22,40	17,24	13,59	12,60	12,79	11,53	7,77	7,29

A partir destas informações contidas na Tabela 03, através de uma linha de tendência com função linear, é possível observar a redução do volume micromedido médio por ligação e por faixa de consumo, em função da idade, que está relacionado com a eficiência da medição dos hidrômetros.

Com os dados do volume micromedido médio por ligação e por faixa de consumo, realizou-se a divisão, de ambas as faixas, pelo volume micromedido médio com idade de hidrômetro de zero ano, conforme pode ser observado na Figura 02 a seguir:



**Figura 02: Regressão linear do consumo por ligação unitário do Parque de Hidrômetros de Londrina.**

Onde o  $CLU$  é o consumo médio por ligação unitário, que é em função da idade  $t$  expressa em [ano] e o  $CLU_i$  é o consumo médio por ligação com idade de hidrômetro de zero ano. Ainda de acordo com a Figura 02, observou-se as seguintes reduções do volume micromedido médio unitário por ligação em função da idade:

- 6 a 10 m<sup>3</sup>/lig.mês: 0,5 % a.a.;
- 11 a 20 m<sup>3</sup>/lig.mês: 1,1 % a.a.;
- 21 a 50 m<sup>3</sup>/lig.mês: 0,5 % a.a.;
- todas as ligações: 6,6 % a.a.

Para todas as ligações do Parque de Hidrômetros analisados, a redução do volume micromedido médio ficou em 6,6 % a.a. Porém, para este valor, não se considera o critério de renovação do parque para os grandes consumidores, por faixa de consumo, existentes na maioria das Empresas de Saneamento.

Para as faixas de consumo estudadas neste trabalho, que correspondem a 81,7 % do número de ligações do Parque de Hidrômetros analisados, a redução do volume micromedido médio ficou entre 0,5 % a.a. e 1,1 % a.a., que está relacionado com a redução da eficiência da medição dos hidrômetros.

Apenas destaca-se que, neste trabalho, não se analisou a submedição inicial dos hidrômetros aplicados no parque em questão.

## CONCLUSÕES

Conhecer-se a redução da eficiência da medição dos hidrômetros é de extrema importância para o aperfeiçoamento dos critérios para diagnóstico de perdas aparentes, bem como seu controle e sua redução. Este tipo de ação deve ser entendido como rotina operacional. A partir destas informações, é possível se prever substituição preventiva dos hidrômetros que seja sustentável sob a ótica técnica e econômica.

A partir do inventário do parque de hidrômetros, com informações do volume micromedido e o número ligações, por faixa de consumo e idade dos medidores, observou-se que a adoção de uma taxa de redução da eficiência entre 0,5 e 1,1 % ao ano pode ser satisfatória.

Salienta-se que a observação da redução da eficiência da medição dos hidrômetros foi estimada a partir da redução da micromedição média por faixa de consumo e por idade do medidor. Há a possibilidade de haver casos individuais, que requeiram análise isolada, no Inventário do Parque de Hidrômetros. Outro aspecto é o comportamento da eficiência da medição ao longo do tempo, que neste trabalho se adotou uma taxa constante.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. NIELSEN, M.J.; TREVISAN, J.; BONATO, A.; SACHET, M.A.C. Medição de água: estratégias e experimentações. Curitiba: Sanepar, 2003. 218 p.
2. [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) – Site Oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.