



**IPR – ÍNDICE DE PERDAS RECUPERÁVEIS – NOVO INDICADOR QUE PERMITE IDENTIFICAR O RETORNO REAL DOS ESFORÇOS DE REDUÇÃO DE PERDAS E INDICA O NÍVEL ÓTIMO DE PERDAS DO PONTO DE VISTA ECONÔMICO/FINANCEIRO**

## RESUMO

O IPR é a proposição de um novo índice de gestão de perdas de água em sistemas de abastecimento, que permite explicitar a capacidade de se reduzir as mesmas por esforços próprios (independente de agentes externos) e desde que seja economicamente viável. O índice é anualizado (média dos últimos 12 meses), com cálculo mensal. Depende do cálculo de outros índices tradicionais de perdas, como o IPD (Índice de Perdas na Distribuição) ou IPL (Índice de Perdas por Ligação). O índice permite uma demonstração clara de onde o gerenciamento de perdas pode e deve realmente atuar, devido à extração apenas de ações possíveis de serem executadas internamente e economicamente equilibradas, além de demonstrar o nível ótimo de perdas do ponto de vista econômico/financeiro, ou seja, o patamar de perdas em que investimento para a redução a níveis inferiores não são economicamente viáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** perdas, viabilidade, indicador

## INTRODUÇÃO

O IPR foi criado a partir da necessidade de se detalhar melhor o retorno das ações de redução de perdas da CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará. Por muitos anos, era evidente que muitos investimentos e ações pontuais de redução de perdas eram questionadas em relação aos seus resultados justamente porque os índices tradicionais de gestão de perdas, como o IPD e IPL, muitas vezes não acompanhavam os esforços aplicados. Desta forma, muitas ações tinham seus resultados contestados e isso prejudicava muito a programação de novas ações. A criação do IPR possibilitou estratificar todas as causas relativas a perdas e classificá-las como sendo internas (causas onde há a possibilidade de ação por parte da operadora do sistema) e externas (causas onde não há a possibilidade de ação por parte da empresa) e economicamente viáveis (muitas vezes, na busca da redução de perdas, pode-se investir em determinada ação além do que esta possibilita de retorno, causando um desequilíbrio financeiro).

## OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho é proporcionar uma ferramenta que possibilite visualizar o retorno efetivo das ações de redução de perdas, assim como demonstrar um ponto ótimo de equilíbrio econômico financeiro, de forma que qualquer ação tenha seu retorno garantido e evitando que haja desequilíbrio econômico-financeiro na gestão financeira da operadora.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A primeira parte do trabalho foi estratificar e identificar todas as parcelas responsáveis pelas perdas. Para isso foi utilizado o balanço hídrico da IWA (*International Water Association*). A segunda parte foi classificar as perdas em recuperáveis e não recuperáveis, sempre levando em conta o equilíbrio econômico financeiro. O equilíbrio é muito importante principalmente na questão da submedição e da recuperação de ativos operacionais, ou seja, não adianta ter índices de submedição próximos a zero ou renovar redes e adutoras com frequência de forma que os investimentos não se recuperem.

A Fórmula proposta é apresentada pela expressão:

$$\text{IPR} = \text{IPD} - \text{SF} - \text{DH} - \text{CAI} - \text{Piner} - \text{Pinev} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

IPD = Índice de Perdas na Distribuição (anualizado últimos 12 meses) (%).



SF = Submedição de Fábrica = Tendência natural do hidrômetro de registrar menos volume devido a problemas construtivos intrínsecos ao equipamento. Já chegam de fábrica com esta imprecisão. Os valores aqui utilizados foram obtidos através de pesquisas em hidrômetros novos no laboratório da Cagece (anualizado últimos 12 meses) (%).

DH = Desgaste de Hidrômetros = Tendência natural dos hidrômetros de registrar menos volume devido ao desgaste. Premissa: é importante ressaltar que só é contabilizada no DH a parcela da submedição atribuída à parcela economicamente viável. Parte-se do princípio que o DH é o ponto ótimo de referência para substituição, ou seja, sabe-se que ainda há submedição, mas a substituição com a submedição inferior a DH não é economicamente viável. (anualizado últimos 12 meses) (%) Premissa: Adotado como ponto de equilíbrio 2,80% para Fortaleza e 3,30% para CE, baseado em estudos internos da Cagece, diferenças de custos logísticos, perfil de consumo que varia o faturamento devido à tabela progressiva de tarifação e plano decenal de substituição de hidrômetros.

CAI = Consumo em áreas de invasão = Consumo das áreas em que a Cagece não pode regularizar as ligações, convertido em % do VPC (Volume Produzido Comercial) (Fonte: Pesquisas de campo realizadas com intervalos de no máximo 1 ano; anualizado últimos 12 meses) (em %).

$$CAI = \frac{100 \times VPAI}{VPC_A} \quad (\%) \quad \text{(equação 2)}$$

Onde:

VPAI = Volume Perdido em Áreas de Invasão (m<sup>3</sup>/ano).

VPC<sub>A</sub> = Volume Produzido Comercial anualizado.

Piner = São as perdas advindas prioritariamente das propriedades dos materiais e inerentes às suas características de vedação (fórmula apresentada em *Tsutiya*). Oriundos de vazamentos pequenos nas tubulações pressurizadas, cuja magnitude não permite sua localização pelos métodos acústicos tradicionais de pesquisa e a aplicação de outro método mais sofisticado de detecção não se justifica economicamente. (%)

$$Piner = \left( \left( 0,48 \times L \times \left( \frac{P}{50} \right)^{N1} \right) + (0,1 \times \dots) \right) \quad (\%) \quad \text{(equação 3)}$$

Onde:

V<sub>i</sub> = Volume de vazamentos inerentes de referência (IWA).

L = Extensão da rede em km (média anualizada).

N = Número de ligações (Premissa: adotado ligações ativas totais) (média anualizada).

P = Pressão média da rede (Adotado 20 mca baseado em estudos de campo e de sistemas supervisórios).

N1 = Relação entre pressões e vazamentos (Para estimativa de vazamentos inerentes, adotar N1 = 1,5).

FCI = V<sub>p</sub> / V<sub>i</sub> = Fator de Condição da Infraestrutura = relação entre o menor volume possível de vazamentos inerentes em uma área de teste (V<sub>p</sub>) e o volume de vazamentos inerentes de referência da IWA (*International Water Association*) (V<sub>i</sub>); (Baseado em estudos de campo = 3).

VPC<sub>A</sub> = Volume Produzido Comercial anualizado (m<sup>3</sup>/ano).

Observação: Fórmula válida para hidrômetros instalados na testada do imóvel.

Pinev = Volume que se perde desde o início do vazamento até que o mesmo seja efetivamente localizado ou informado, mesmo com varreduras constantes (fórmula apresentada em *Tsutiya*). Premissa: Hidrômetros localizados na testada do imóvel. (%)

$$Pinev = \frac{(18 \times L + 0,8 \times N) \times P \times Ci}{VPC_A} \quad (\%) \quad \text{(equação 4)}$$

Onde:

L = Extensão de rede em km (média anualizada).

N = Número de ramais (média anualizada) (Premissa: adotado ligações ativas totais) (média anualizada).

P = Pressão média de operação, em mca (Premissa: adotado 20mca, baseado em estudos de campo).



Ci = Coeficiente de Intermitência no abastecimento. Para sistemas 100% do tempo pressurizado, adotar Ci =1; 50% do dia, Ci = 0,5.

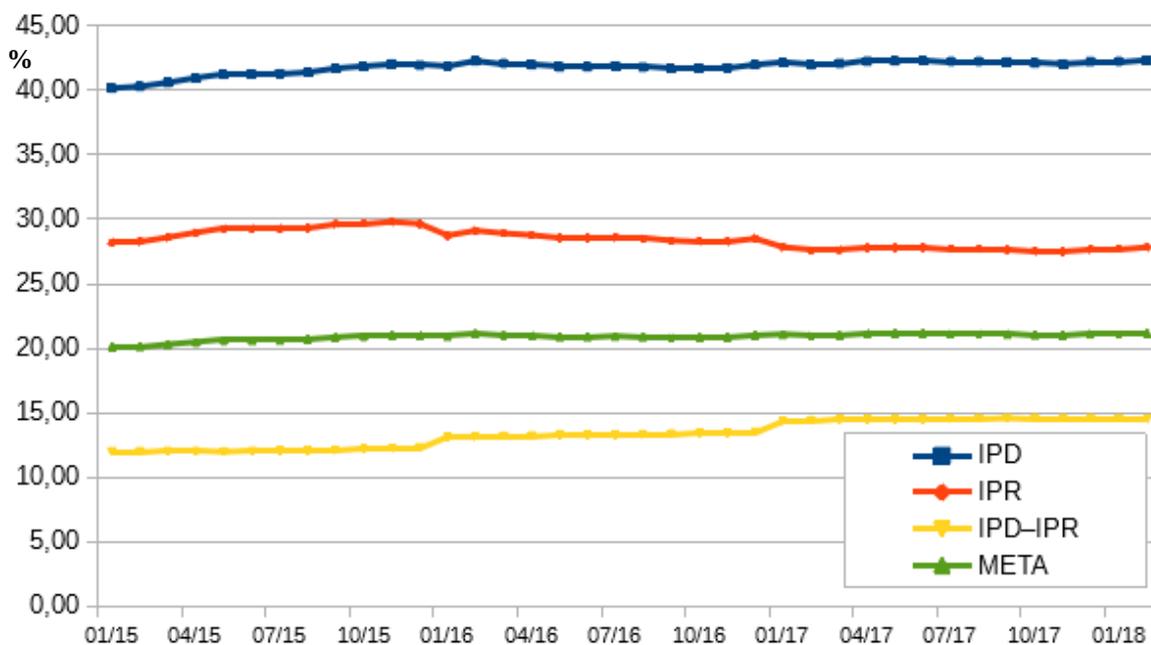
## RESULTADOS OBTIDOS

As fórmulas foram aplicadas aos dados da Cagece e os resultados podem ser visualizados na Tabela 1 e Figura 1.

**Tabela 1 – Composição do IPR**

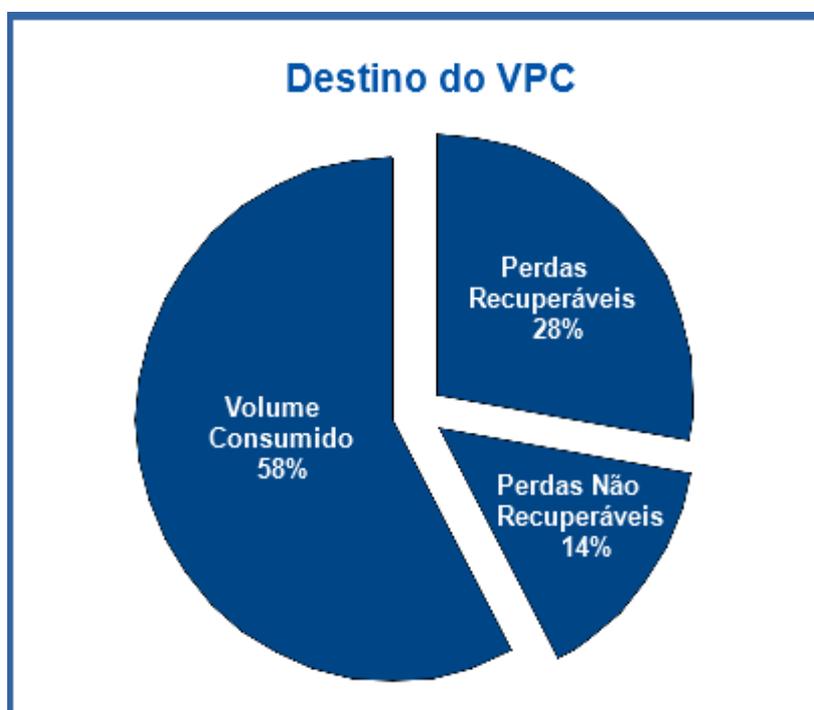
DATA	VPC MÊS ANUALIZADO	SF	DH	CAI	Piner	Pinev	IPD	IPR	IPD-IPR	META
01/15	31.875.689	0,42	3,30	1,66	3,80	2,80	40,17	28,19	11,98	20,08
02/15	31.909.699	0,42	3,30	1,66	3,81	2,80	40,30	28,31	11,99	20,15
03/15	31.919.695	0,42	3,30	1,66	3,81	2,80	40,60	28,61	12,00	20,30
04/15	31.957.090	0,42	3,30	1,66	3,82	2,81	40,97	28,97	12,00	20,49
05/15	32.035.315	0,42	3,30	1,65	3,80	2,79	41,24	29,28	11,96	20,62
06/15	31.968.990	0,42	3,30	1,66	3,81	2,80	41,25	29,25	11,99	20,62
07/15	31.879.158	0,42	3,30	1,66	3,84	2,82	41,29	29,25	12,03	20,64
08/15	31.799.097	0,42	3,30	1,67	3,85	2,83	41,40	29,33	12,07	20,70
09/15	31.794.488	0,42	3,30	1,67	3,86	2,84	41,71	29,62	12,09	20,85
10/15	31.740.614	0,42	3,30	1,67	3,92	2,89	41,87	29,67	12,20	20,94
11/15	31.705.797	0,42	3,30	1,67	3,94	2,91	42,05	29,81	12,24	21,02
12/15	31.599.268	0,42	3,30	1,68	3,97	2,92	41,94	29,66	12,29	20,97
01/16	31.460.771	0,42	3,30	2,48	3,99	2,94	41,87	28,75	13,13	20,94
02/16	31.412.123	0,42	3,30	2,48	4,00	2,95	42,27	29,12	13,16	21,14
03/16	31.381.447	0,42	3,30	2,48	4,01	2,96	42,09	28,92	13,17	21,05
04/16	31.336.804	0,42	3,30	2,49	4,03	2,97	41,98	28,78	13,20	20,99
05/16	31.231.715	0,42	3,30	2,50	4,04	2,98	41,81	28,57	13,24	20,90
06/16	31.151.035	0,42	3,30	2,50	4,05	2,99	41,82	28,56	13,26	20,91
07/16	31.146.801	0,42	3,30	2,50	4,06	2,99	41,89	28,61	13,27	20,94
08/16	31.085.192	0,42	3,30	2,51	4,07	3,00	41,80	28,49	13,30	20,90
09/16	30.987.043	0,42	3,30	2,52	4,09	3,02	41,70	28,35	13,35	20,85
10/16	30.877.956	0,42	3,30	2,52	4,11	3,03	41,70	28,31	13,39	20,85
11/16	30.748.088	0,42	3,30	2,53	4,13	3,05	41,74	28,30	13,44	20,87
12/16	30.666.062	0,42	3,30	2,54	4,16	3,07	41,99	28,50	13,49	20,99
01/17	30.590.923	0,42	3,30	3,36	4,17	3,08	42,18	27,84	14,34	21,09
02/17	30.424.838	0,42	3,30	3,38	4,19	3,09	41,98	27,59	14,39	20,99
03/17	30.225.494	0,42	3,30	3,41	4,22	3,11	42,09	27,63	14,46	21,05
04/17	30.099.607	0,42	3,30	3,42	4,22	3,11	42,25	27,78	14,47	21,13
05/17	30.001.413	0,42	3,30	3,43	4,22	3,11	42,28	27,80	14,48	21,14
06/17	29.953.110	0,42	3,30	3,44	4,21	3,11	42,31	27,83	14,48	21,15
07/17	29.846.431	0,42	3,30	3,45	4,23	3,12	42,24	27,72	14,52	21,12
08/17	29.800.143	0,42	3,30	3,45	4,24	3,13	42,24	27,70	14,54	21,12
09/17	29.772.068	0,42	3,30	3,46	4,25	3,14	42,20	27,63	14,57	21,10
10/17	29.758.852	0,40	3,30	3,46	4,26	3,14	42,11	27,55	14,56	21,06
11/17	29.889.926	0,41	3,30	3,44	4,25	3,14	42,04	27,50	14,54	21,02
12/17	29.932.060	0,41	3,30	3,44	4,26	3,15	42,23	27,67	14,56	21,12
01/18	29.995.124	0,41	3,30	3,43	4,25	3,14	42,24	27,71	14,53	21,12
02/18	30.024.346	0,41	3,30	3,43	4,24	3,13	42,34	27,83	14,51	21,17

Os dados gerados são comparados na Figura 1, a seguir.



**Figura 1 – IPD x IPR**

A Figura 2 demonstra os destinos de todo Volume Produzido que é disponibilizado para distribuição (ou VPC – Volume Produzido Comercial, já descontado o volume de lavagem de filtros).



**Figura 2 - Destino do Volume Produzido Comercial**

A Figura 3 demonstra a Composição das perdas e também as classifica em recuperáveis e não recuperáveis.

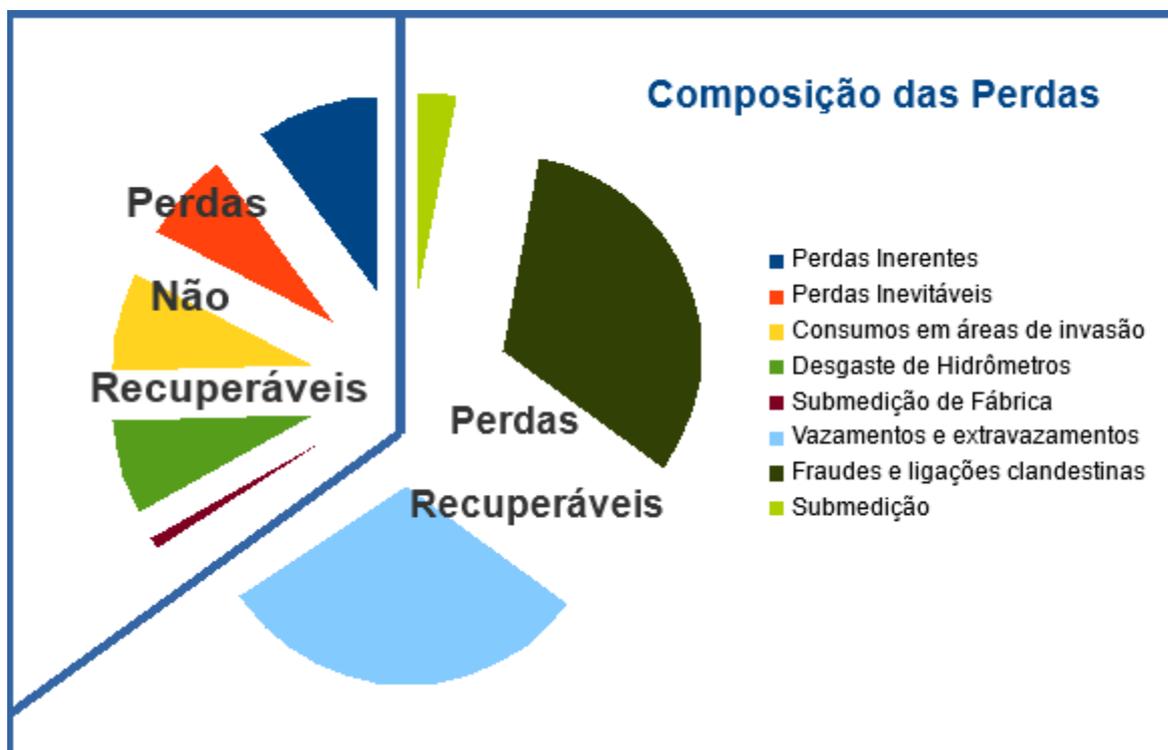


Figura 3 – Composição das Perdas

Os exemplos utilizados na aplicação do indicador têm como fonte de dados os sistemas de gestão de informações da Cagece, como por exemplo o PRAX e Siscope – Sistema de Controle de Perdas.

Exemplo de Aplicação e estratificação das perdas baseada nos dados da Cagece de abril de 2017:

Tabela 2 – Exemplo de Estratificação das Perdas Não Recuperáveis

Perdas Não Recuperáveis		Ceará abril /2017		
#	Tipo	Perda %	m3/mes	l/s
1	Perdas Inerentes	4,22	1.270.203	490
2	Perdas Inevitáveis	3,11	935.368	361
3	Consumos em áreas de invasão	3,42	1.029.360	397
4	Desgaste de Hidrômetros	3,30	993.287	383
5	Submedição de Fábrica	0,42	126.418	49
TOTAL		14,47	4.354.637	1.680



**Tabela 3 – Exemplo de Estratificação das Perdas Recuperáveis**

<b>Perdas Recuperáveis</b>				
	<b>Tipo</b>	<b>%</b>	<b>m3/mes</b>	<b>l/s</b>
<b>1</b>	<b>Vazamentos e extravazamentos</b>	<b>12,95</b>	<b>3.898.629</b>	<b>1.504</b>
<b>2</b>	<b>Fraudes e ligações clandestinas</b>	<b>13,58</b>	<b>4.087.573</b>	<b>1.577</b>
<b>3</b>	<b>Submedição</b>	<b>1,25</b>	<b>376.245</b>	<b>145</b>
<b>TOTAL = Índice de Perdas Recuperáveis</b>		<b>27,78</b>	<b>8.362.447</b>	<b>3.226</b>

## **ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

O resultado foi surpreendente e esperava-se índices mais baixos de IPR. Isso se deve ao fato de, em países em desenvolvimento, se ter um número expressivo de agentes externos que influenciam diretamente a capacidade de redução de perdas das operadoras de redes de abastecimento. Excesso de áreas de invasão, alto custo e baixa qualidade de hidrômetros são fatores que não permitem que índices de países em desenvolvimento não possam ser comparados a índices de países desenvolvidos. Os países em desenvolvimento têm uma carga muito maior nas perdas aparentes, além de ter de se preocupar com as perdas reais. Países desenvolvidos focam quase a totalidade de suas ações em perdas reais, devido à quantidade ínfima de fraudes e ligações ilegais, além do menor custo e maior qualidade dos medidores de água.

Com a geração do IPR, gerou-se também a parcela não recuperável (IPD – IPR), que é justamente o ponto de equilíbrio ou ponto ótimo de perdas, ou seja, trata-se do ponto a partir do qual não se justifica investimentos em ações de redução de perdas, a não ser que a justificativa seja a total escassez de água em determinada região. Neste caso, pode-se ultrapassar ponto ótimo, mesmo se tendo o conhecimento de que este investimento não será recuperado.

O ponto de equilíbrio varia principalmente por questão de variações do consumo em áreas de invasão e pode-se perceber graficamente a influência que o CAI tem no IPR e no IPD-IPR (ponto de equilíbrio). Visto isso, uma boa proposição de meta é justamente o valor médio entre o IPR e o IPD-IPR, representado como META no Gráfico 1.

Os estudos para levantamento do desgaste de hidrômetros devem ser realizados em períodos não inferiores a um ano, ou em momentos em que se adquire grandes lotes de marcas diferentes à composição do parque instalado. Uma boa metodologia para se ter dados mensais é se criar um ábaco idade do parque x submedição a partir dos ensaios por amostragem de hidrômetros de faixas de idade diferentes. Por exemplo, ensaiar a imprecisão de 100 amostras com 1 ano instalado, 100 de 3, 100 de 5, 100 de 7 e 100 de 10 anos. A partir destes dados, extrapolar valores para idades intermediárias até a casa decimal. Com o ábaco pronto, proceder também para o cálculo do ponto ótimo de substituição, que é calculado com o levantamento do pay-back. do parque atual. Deve-se levar em conta a dificuldade e custos extras para instalação e manutenção em áreas mais remotas, logística e diferenças de tarifas de áreas diferentes e/ou variações do perfil de consumo, que alteram o faturamento das operadoras que utilizam tabela progressiva de tarifação.



## CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

A criação do IPR explicita e mostra diretamente o retorno dos investimentos em ações de redução de perdas. Não é comum se investir e ter resultados invertidos quando se analisa diretamente o IPD. Com a análise do IPR, pode-se ver o retorno dos investimentos explicitamente, mesmo que o resultado geral do sistema seja de aumento de perdas, pois o resultado desfavorável pode estar sendo causado por outras causas, como por exemplo o aumento de consumo em áreas de invasão, ou piora da qualidade construtiva do parque de hidrômetros. Aumento de perdas inerentes ou inevitáveis, também colaboram para resultados desfavoráveis, aumentando as perdas não recuperáveis do sistema.

O IPR foi uma ferramenta tão bem recebida, que já faz parte dos indicadores estratégicos da CAGECE, inclusive fazendo parte do seletor rol dos indicadores que constituem a PLR (Participação nos Lucros e Resultados). Reduziram-se substancialmente as indagações a respeito do retorno das ações em que se houve investimento. A direção se sentiu com maior sustentabilidade e embasamento para aumentar os investimentos em redução de perdas por estar subsidiada por informações mais detalhadas.

Por outro lado, com o conhecimento do ponto ótimo economicamente sustentável (ou ponto de equilíbrio), as operadoras passam a ter um embasamento maior para a tomada de decisões, de forma que se possa ponderar e justificar melhor os investimentos destinados a redução de perdas. Passa a se ter um objetivo fixo, sem tomar decisões a partir de suposições e/ou premissas. Estas informações passam a ser imprescindíveis também para a negociação de tarifas com as agências reguladoras, pois pode-se argumentar a necessidade de tarifas que mantenham um nível adequado de perdas, visto conhecer as parcelas de perdas que não dependem de esforços da operadora e podem ser consideradas inerentes ou intrínsecas ao sistema. Passa-se a desmitificar o objetivo não alcançável na gestão de perdas e a se concentrar esforços e investimentos apenas nas ações que realmente trazem retorno.

A facilidade de aplicação da fórmula permite trabalhar em sistemas distintos isoladamente, dando ainda mais precisão ao resultado final. Recomenda-se que

No caso da aplicação do Ceará, verifica-se que em torno de 2/3 das perdas são recuperáveis e 1/3 não são. Essa relação pode mudar principalmente à medida que se consiga avanços das políticas públicas em relação a áreas invadidas e com a otimização da qualidade dos hidrômetros.

O indicador pode também ser aplicado ao IPL – Índice de Perdas por Ligação (litros / ligação.dia) como opcional ao IPD (%).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de Água. Departamento de Engenharia Hidráulica e sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Primeira Edição, 2004.
2. IWA – *International Water Association*. [www.iwa-network.org](http://www.iwa-network.org), 2017