

# Caderno temático

1

Perdas de água e  
eficiência energética



PLANSAB



# 1 Perdas de água e eficiência energética<sup>1</sup>

## **Autores**

Rita Cavaleiro de Ferreira  
André Galvão Silveira  
Carolina Cabral  
Jessica Rocha Gama  
Bruno Silva

## **Colaboradores**

Jonas Gonçalves  
Ernani Miranda Ciríaco  
Marcelo Barreto

## **Revisão**

Gabriel Alves

## **Introdução e abordagem conceitual**

Investir em eficiência operacional por meio de redução de perdas de água e energia auxilia na preservação do meio ambiente e aumenta a competitividade do setor de saneamento. O uso eficiente da energia elétrica e a redução das perdas de água, além de permitir um retorno financeiro pela diminuição dos custos de produção e distribuição de água, possibilitam o melhor aproveitamento da infraestrutura existente e a postergação da aplicação de recursos para ampliação dos sistemas.

Sob a perspectiva ambiental, o uso de água sem considerações de eficiência contribui para uma escassez em nível local e regional, enquanto que o uso de energia de modo ineficiente contribui para a emissão de gases de efeito estufa evitáveis com impactos nas alterações climáticas em escala global. Em termos de acesso, o aumento do custo de exploração dos serviços traz como consequência a exclusão de determinadas parcelas da população com menor poder aquisitivo da possibilidade de melhoria de qualidade de vida e suas atividades econômicas.

Neste caderno temático são descritas as estratégias para incentivar a redução de perdas de água e melhoria da eficiência energética para o horizonte de 2033.

---

<sup>1</sup> Caderno elaborado pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH* (GIZ) ao serviço do Ministério da Cooperação da Alemanha (BMZ) e pelo Ministério das Cidades, no âmbito do Projeto de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento de Água (ProEESA).

### ***Economia e Desempenho – o conceito de custo evitado***

A economia resultante de um aumento de eficiência é a redução no consumo de energia ou de água. Ela pode ser expressa como a quantidade de “energia não consumida”, de “água não consumida”, de “água não perdida”, etc. Ou seja, podemos medir o custo que não se efetivou em decorrência de uma melhoria na eficiência operacional, denominado “custo evitado”. Esta economia resultante de eficiência utilizada no *Protocolo Internacional de Medição de Performance 2* não é a simples diferença entre o consumo antes e depois da ação de eficiência. A aferição da melhoria de desempenho requer a realização de modelos de operação antes da ação de eficiência energética para comparar com a situação posterior e poder verificar a dimensão do impacto da eficiência ocorrida.

O protocolo estabelece requisitos para medir a performance de projetos de eficiência energética. Esses conceitos foram transpostos neste caderno temático para medir impactos de vários anos de políticas públicas (como programas de combate a perdas ou de eficiência energética), de contextos e condições de enquadramento (como, por exemplo, o aumento de preços de energia ocorrido no país de modo mais acentuado a partir de 2015).

No âmbito deste caderno temático e na área de atuação de redução de perdas de água e energia no abastecimento de água, as grandezas a medir são:

- Redução de água consumida expressa em 1.000m<sup>3</sup> de água não consumida
- Redução de perdas reais de água evitáveis expressa em 1.000m<sup>3</sup> de água não perdida
- Redução de energia expressa em kWh de energia evitada
- Despesas evitadas por redução de perdas de água e de melhoria de eficiência energética expressas em R\$1.000.

Neste caderno temático não foram calculados benefícios resultantes da redução de perdas aparentes de água (1.000m<sup>3</sup> de água faturada) nem receitas adicionais arrecadadas por redução de perdas aparentes (R\$1.000), pois do ponto de vista da sociedade não constituem benefícios adicionais. A redução de perdas aparentes resultantes de furto e fraude beneficia a tarifa dos usuários adimplentes por meio do pagamento dos usuários que eram inadimplentes. Se considerarmos que a sociedade de um prestador de serviço é o conjunto de usuários adimplentes e inadimplentes não é gerado um ganho adicional, apenas uma redistribuição. Se consideramos que a sociedade é constituída pelo usuário e o contribuinte existe de fato um ganho adicional para o contribuinte na medida que irá subvencionar menos o serviço. Para efeitos de caderno temático não foram calculadas as economias ganhas por redução de furtos e fraudes de água que podem desonerar em parte a necessidade de subsídios suportadas pelos contribuintes.

Os custos de produção de água relativos às perdas aparentes por submedição e perdas reais inevitáveis são cobertos pela sociedade, como referido anteriormente seja pela tarifa paga

---

2 Disponível em <https://evo-world.org/en/products-services-mainmenu-en/protocols/ipmvp> (inglês) e em <https://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/proesa/pdf/pimvp.pdf> (português).

pelos usuários adimplentes ou pelos contribuintes por meio de impostos arrecadados e da realização de subsídios cruzados.

### ***Relação com instrumentos de planejamento***

Focando a articulação entre atores e políticas setoriais se identificam instrumentos de planejamento nacionais e internacionais.

No âmbito dos nacionais se contam com os seguintes:

- Plano Nacional de Energia PNE2030
- Plano Nacional de Eficiência Energética
- Plano Decenal de Energia 2026
- Plano Nacional sobre Mudança do Clima-PNMC

No âmbito de instrumentos de planejamento internacionais se contam com os seguintes

- Agenda 2030 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS
- Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática (UNFCCC)
- Nova Agenda Urbana – Habitat III

No caderno temático completo podem ser consultados os resumos dos vários instrumentos no que diz respeito à eficiência energética.

## **Diagnóstico e Projeção para 2033**

O presente capítulo analisa com base nos dados do SNIS 4 vertentes relacionadas com a eficiência hídrica e energética:

- Água consumida pelo usuário final;
- Perdas de água na distribuição;
- Consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento;
- Despesas com energia elétrica.

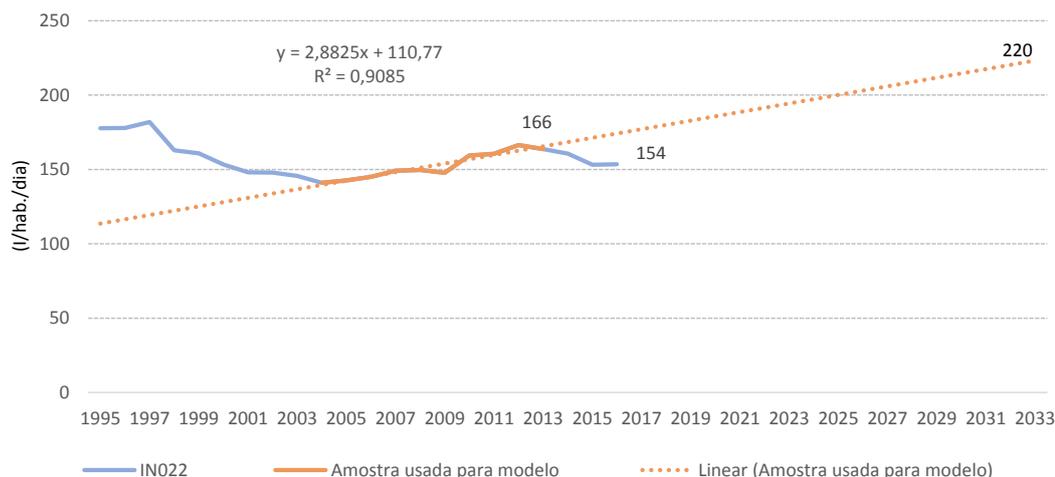
### ***Água consumida pelo usuário***

A vertente de água consumida pelo usuário final é analisada abordando o consumo de *per capita* e do volume total consumido.

## **IN022 - Consumo médio *per capita* de água (l./hab./dia)**

### ***Projeção e evolução prevista para 2033***

Para efeitos de elaboração da linha base se desconsiderou os anos atípicos da crise hídrica do Estado de São Paulo de 2013- 2016. Com base na tendência verificada anteriormente à crise se prevê um *per capita* de 220 l/hab./dia em 2033.



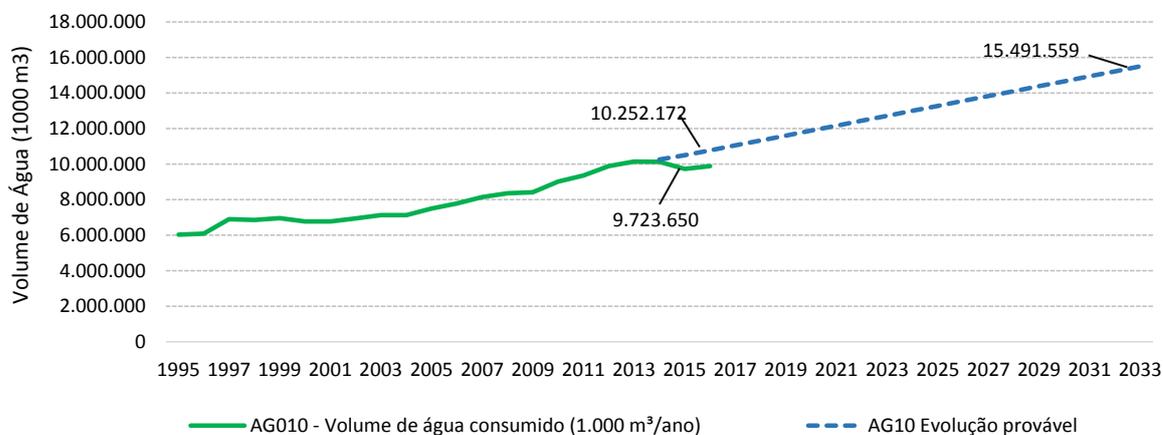
Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 1. Modelo de projeção do per capita IN022 (l./hab./dia).

## AG010 - Volume de água consumido (1000m<sup>3</sup>)

### Projeção e evolução prevista para 2033

Utilizando a linha base e as seguintes premissas constantes no caderno temático completo, espera-se que em 2033 se consuma cerca de 15.500.000 mil m<sup>3</sup>.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 2. Projeção de água consumida AG010 (1.000 m<sup>3</sup>).

### Perdas de água na distribuição

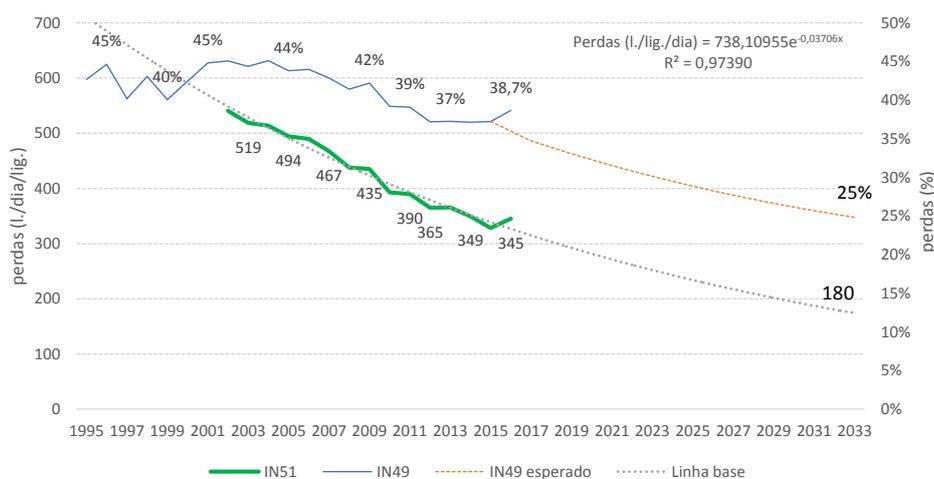
A vertente de perdas de água na distribuição foi analisada pela perspectiva do volume de perdas totais (1000m<sup>3</sup>) e em vazão por ligação (l./dia/lig.). Adicionalmente se fazem observações ao indicador em forma de (%).

## Perdas de água em litros por ligação por dia (IN051)

### Projeção e evolução prevista para 2033

Com base na tendência verificada entre 2001 e 2016 se prevê a continuação da redução de perdas e se espera que se possa atingir perdas na ordem de 180 l./dia/lig. em 2033. Este fato se explica pelo aumento considerável de construção de novas redes e ramais verificado nos últimos 20 anos. Novas infraestruturas tendem a um menor nível de perdas. O combate ativo a perdas de água certamente também é um fator de redução no indicador.

Em 2016 houve, pela primeira vez desde 2001, uma inflexão da curva, este aumento poderá estar associado à recente crise hídrica de São Paulo. Aguardam-se ainda os dados de 2017 para verificar se é um valor derivado de práticas adotadas durante a crise hídrica ou se é uma nova tendência. O volume de perdas relativos a 180 l./dia/lig. corresponde a uma previsão entre 26% e 29% de perdas (IN49) em 2033 dependendo, no entanto, de premissas externas como população atendida, consumo *per capita*, ligações existentes e comprimento de rede, assim como o número de habitantes por ligação. 26% de perdas corresponde a um comportamento mais esbanjador da população no consumo de água (220 l./hab./dia. em 2033) e 29% de perdas corresponde a um consumo mais racional da água pela população (187 l./hab./dia em 2033) Ambos os valores percentuais estão abaixo da meta de 31%.



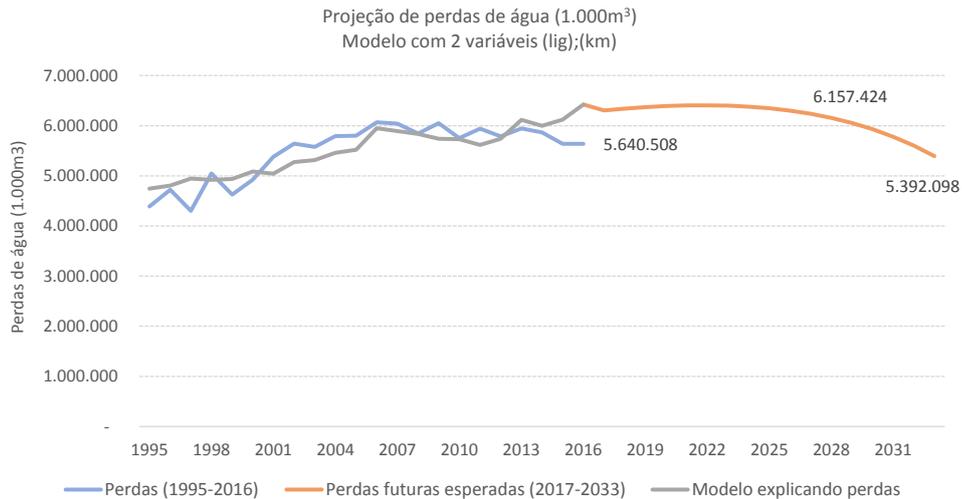
Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 3. Modelo de projeção de IN51 (l./dia/lig.), de IN49(%) e a trajetória esperada.

## Perdas de água (1000m<sup>3</sup>)

### Projeção e evolução prevista para 2033

Utilizando a linha base e as seguintes premissas que podem ser consultadas no caderno temático, espera-se que em 2033 haja 6.057.057 mil m<sup>3</sup> de perdas de água. Este volume de perdas previsto corresponde a cerca de 26-29 % de perdas (IN49) em 2033 dependendo, no entanto, de fatores como população atendida, ligações existentes e extensão de rede.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 4. Volume de perdas esperadas 2033 (1000m<sup>3</sup>).

Neste modelo o que mais tem influenciado as perdas em volume tanto no passado como na projeção futura é a quantidade de ligações existentes. O aumento de novas ligações (com baixo nível de perdas) tem contribuído para manter o nível de perdas das ligações mais antigas, assim, a projeção se verifica relativamente estável, com ligeiro rebaixamento em 2033 devido ao incremento de ligações.

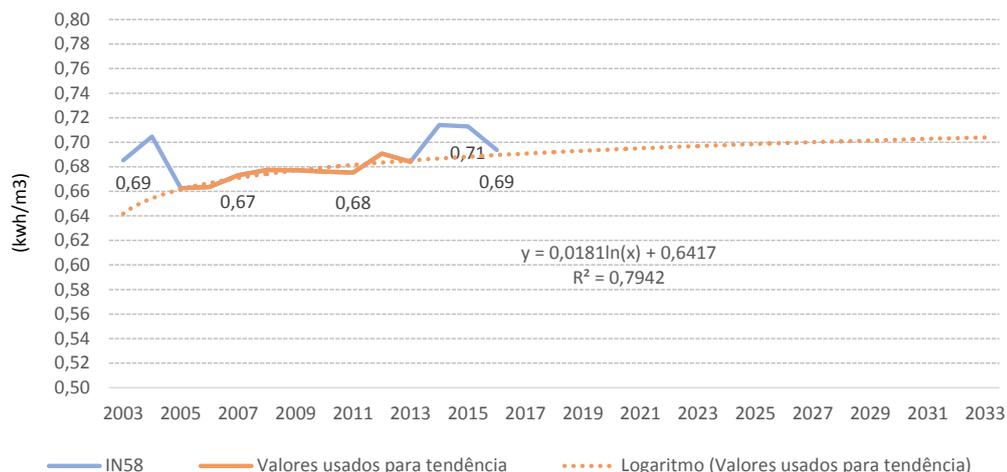
### ***Vertente energia elétrica em sistemas de distribuição de água***

A vertente de energia elétrica em sistemas de distribuição é analisada pelo aspecto de consumo específico e de energia total consumida.

### **Consumo específico de energia (kWh/m<sup>3</sup>)**

#### ***Projeção e evolução prevista para 2033***

Para efeitos de elaboração da linha base se desconsiderou os anos atípicos da crise hídrica do Estado de São Paulo (2014-2016). Também se desconsideraram os anos de 2003 e 2004, visto que havia um comportamento serrote. Com base na tendência verificada anteriormente à crise se prevê um consumo específico de 0,70 kWh/m<sup>3</sup> em 2033.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

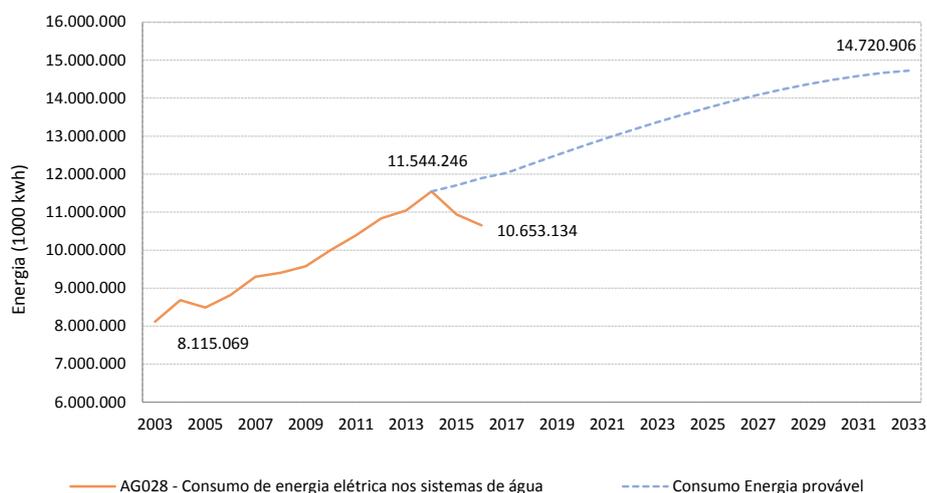
Figura 5. Modelo de projeção de consumo específico de energia IN58 (kWh/m<sup>3</sup>).

## AG028 – Consumo de energia elétrica nos sistemas de água (1.000 kWh/ano)

### Projeção e evolução prevista para 2033

Utilizando a linha base para água produzida e as premissas que podem ser consultados no caderno temático completo, espera-se que em 2033 se consuma 14,7 TWh.

A crise hídrica nos anos 2013 e 2016 provocou uma redução no consumo de água e por consequência no consumo de energia, que se observa na Figura 6.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

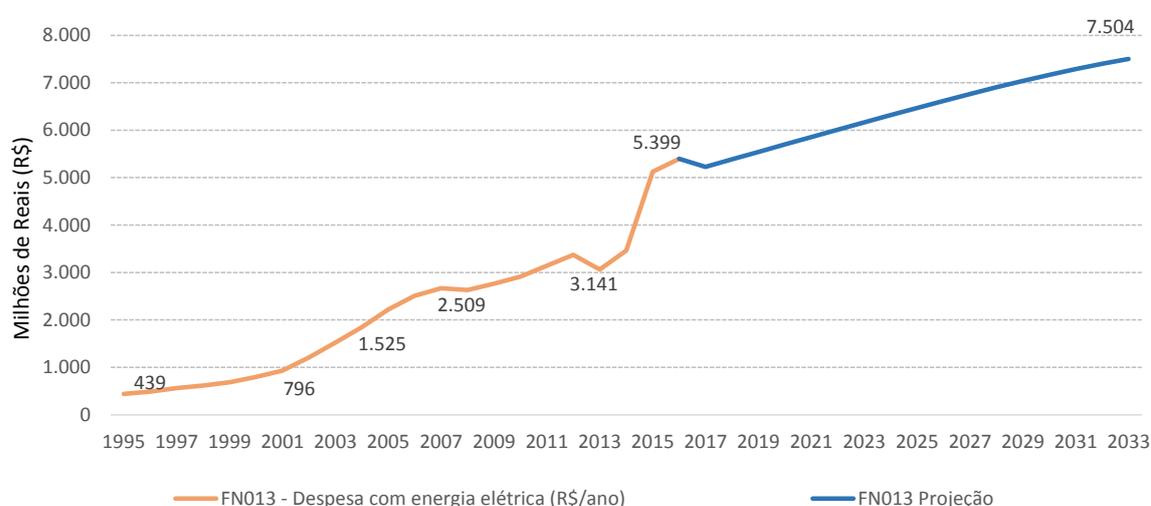
Figura 6. Projeção de energia elétrica AG028 (1.000 kWh).

## FN013 - Despesas com energia elétrica (R\$)

### Projeção e evolução prevista para 2033

Utilizando a linha base e as e as premissas que podem ser consultados no caderno temático completo, espera-se que em 2033 se gaste R\$7,5 bilhões com energia elétrica em sistemas de abastecimento.

Para o ano de 2017 prevê-se uma pequena redução da despesa de energia decorrente do reestabelecimento de condições de normalidade no estado de São Paulo, especificamente em relação ao indicador IN58 (kWh/m<sup>3</sup>).



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 7. Projeção de despesa com energia no abastecimento de água (R\$).

## Propostas de ação

A diretriz que norteará a construção das medidas é a criação de uma escala maior de eficiência energética e hídrica no saneamento básico. Para detalhar a proposta, propõe-se 4 eixos de atuação complementados onde um é transversal. Os eixos são subdivididos em medidas e ações operacionais conforme resumido na Tabela 1.

Tabela 1. Resumo dos eixos e medidas por eixo de atuação.

Eixo de atuação	Medidas	Ações operacionais
Redução de consumo de água no usuário final	Comportamental e social	Sensibilização e informação para redução do consumo de água junto do consumidor (mídia) Regulamentos tarifários visando a redução de consumos

		Substituição gradual de tarifários com valores mínimos de consumo (10m <sup>3</sup> ) para tarifas de disponibilidade, incentivando um consumo mais racional
	Tecnológica e normativa	Instalação de equipamentos mecânicos ou eletrônicos para evitar o desperdício de água em banheiros; Instalação de medidores individualizados em condomínios;
	Infraestrutura	Desenvolvimento e desdobramentos de normas ABNT Etiquetagem de dispositivos de vazão de água e eletrodomésticos Universalização da micromedição
	Transferência de conhecimento e aceleração de adoção de boas práticas	Incentivos para recursos humanos de prestadores de serviços de água Gestão de pressões na rede de distribuição de água e centros de controle operacional para monitoramento à distância Medição e verificação da informação sobre perdas físicas de água Detecção ativa de vazamentos
Redução de perdas de água nos sistemas de distribuição	Tecnológica e regulatória	Desenvolvimento e disseminação de boas práticas regulatórias na área de eficiência (Revisão de modelos tarifários junto de agências reguladoras que incentivem a redução de perdas físicas de água) Revisão das normas de construção ABNT associadas a redes de distribuição (ligações de casas, ensaios de estanqueidade em redes, etc.) Disseminação e aplicação das Normas revistas pela ABNT
	Infraestrutura	Substituição de redes de distribuição e ramais Aprimoramento do controle operacional da rede Aplicação de um percentual do financiamento em ações de redução de perdas.
Melhoria da eficiência eletromecânica em sistemas de bombeamento de água nos sistemas de distribuição	Transferência de conhecimento e aceleração de adoção de boas práticas	Indução de comportamentos de operação e manutenção, preditivas e preventivas, que mantenham a eficiência eletromecânica - Incentivos para gerentes Campanhas de capacitação e qualificação de profissionais
	Tecnológica e regulatória	Normatividade regulatória que induza eficiência energética (modelos tarifários, reconhecimento contábilístico de ganhos de eficiência, etc.)

		Normatividade técnica que induza eficiência energética
		Campanhas de capacitação
		Incentivos à implementação de sistema de gestão de energia (ISO50001)
		Para o financiamento de obras de expansão do sistema ou de reabilitação, exigir a aplicação de um percentual do financiamento em ações de eficiência.
	Infraestrutura	Mecanismos legais para direcionamento de uma percentagem das receitas do setor de abastecimento para combate às perdas, redução do consumo e eficiência energética (a exemplo da Lei 9991/2000 – PEE ANEEL)
		Equipamentos de monitoramento, supervisão e substituição de equipamentos eletromecânicos e disposições de sistemas menos intensivos no uso de energia
Eixo transversal - Melhoria de informação para gestão aprimorada dos sistemas	Validação da informação e modernização de gestão de prestadores (ACERTAR)	Monitoramento, medição, verificação, certificação da informação relevante nas áreas de eficiência

No caderno temático poderá ser consultado as propostas de ação para cada eixo de atuação indicando atores envolvidos.

## Metas de perdas de água e de eficiência energética

As metas colocadas derivam da situação atual e dos potenciais de economia técnicos, econômicos e de mercado. Alguns indicadores mostram que as políticas públicas e o contexto de enquadramento são favoráveis à melhoria contínua como no caso de redução de perdas de água. Outras metas e indicadores necessitam de ações reforçadas na implementação de boas práticas para uma aceleração do alcance das metas.

A Tabela 2 resume as seguintes metas para 4 indicadores em nível nacional:

Tabela 2. Metas para 2023, 2028 e 2033 relacionadas a eficiência operacional.

	IN049	IN051	IN058	IN022
Ano	Perdas na distribuição	Perdas na distribuição	Consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	Consumo médio <i>per capita</i> de água
	(%)	(l./dia/lig.)	(kWh/m <sup>3</sup> )	(l/hab./dia)

Ano	IN049	IN051	IN058	IN022
	Perdas na distribuição	Perdas na distribuição	Consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água	Consumo médio <i>per capita</i> de água
	(%)	(l./dia/lig.)	(kWh/m <sup>3</sup> )	(l/hab./dia)
Valor ocorrido em 2016	38,7%	345 l./dia/lig.	0,69 kWh/m <sup>3</sup>	154 l/hab./dia
2023	35,4 % *	261 l./dia/lig.	0,66 kWh/m <sup>3</sup>	167 l/hab./dia
2028	-	217 l./dia/lig.	0,65 kWh/m <sup>3</sup>	177 l/hab./dia
2033	31,0% *	180 l./dia/lig.	0,62 kWh/m <sup>3</sup>	187 l/hab./dia

\*Ressalte-se que em relação a perdas de água em litros por dia por ligação IN051 (l./dia/lig.) em percentual IN049(%) não é absoluta, ou seja, uma meta em uma unidade pode ser atingida e a outra não. As perdas de água na distribuição expressas em percentual dependem da água consumida pelos usuários, fator independente do desempenho operacional dos prestadores de serviço.

Em seguida se fazem considerações sobre cada uma das metas estabelecidas, o potencial de conservação, evoluções de desenvolvimentos prováveis, análises regionais para cada meta e o impacto esperado pela redução de perdas de água e energia.

## Meta de IN058 - Consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (kWh/m<sup>3</sup>)

### **Análise em nível nacional**

O nível econômico de consumo específico de energia foi estimado entre 21 e 26% por meio de dois estudos diferentes. Isto significa que é economicamente viável uma redução de 21-26% do kWh/m<sup>3</sup> tendo em conta os preços de energia vigentes em 2016 assim como taxas de retorno de 12 % e *paybacks* simples de 36 meses. O nível econômico do consumo específico de energia é variável em função de taxas de retorno e preços de energia e equipamentos.

O nível técnico do potencial de economia é incerto, porém poderá ascender a 40% de redução.

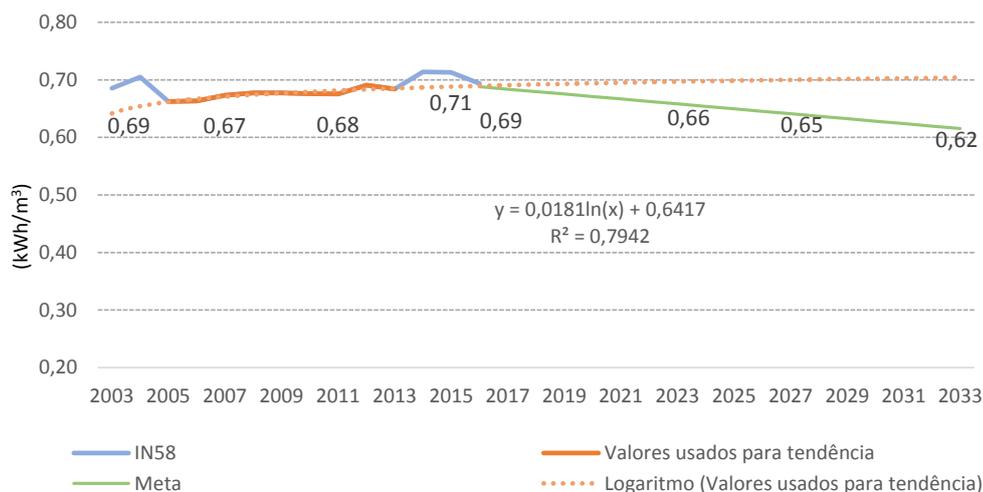
Como meta alcançável para 2033 se considerou que os prestadores de serviço conseguem aproveitar cerca de metade do potencial economicamente viável. A meta nacional 2033 (0,62 kWh/m<sup>3</sup>) foi calculada 12,5 % abaixo da tendência expectável (0,70 kWh/m<sup>3</sup>).

Isto corresponde a reduzir 12,8% inferior à linha base. Os valores meta intermediários são 0,66 kWh/m<sup>3</sup> para 2023 e 0,65 kWh/m<sup>3</sup> para 2028.

A meta de eficiência energética expressa em kWh/m<sup>3</sup> é orientativa. Não é possível distinguir para as várias regiões o potencial de economia, nem o correspondente nível econômico de IN58 (kWh/m<sup>3</sup>). Os potenciais de conservação variam regionalmente, em cada prestador de serviço e em cada equipamento eletromecânico.

A Figura 8 mostra a evolução provável do IN58 e a meta orientativa estabelecida para 2033. Verifica-se que o IN58 registra uma variância significativa no passado. Um segundo objetivo qualitativo é a melhoria dos dados, reduzindo oscilações derivadas de dados menos consistentes. Espera-se que com a certificação de informação ACERTAR, a informação ganhe maior consistência.

No futuro, com uma série história mais consistente e com informação sobre o nível econômico do consumo específico se poderá avaliar se esta meta foi ambiciosa ou pouco exigente.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 8. Projeção e Meta para consumo específico de energia IN58 (kWh/m<sup>3</sup>)

### **Análise em nível regional**

A Tabela 13 mostra o IN58 em 2016. O valor de 2033 correspondente ao valor estimado e também das metas progressivas propostas para a região. As metas regionais propostas não consideram o nível econômico de consumo específico em cada região que pode ser diferente do valor proposto.

As metas de IN58 em nível nacional e regional foram determinadas do seguinte modo:

1. Seleção da amostra representativa
2. Delineamento da evolução provável até 2033, tendo em conta o modelo que melhor se ajusta aos valores da série histórica.
3. Determinação da meta: Redução de 12,5% em relação ao valor expectável de 2033.

Tabela 3. Metas regionais para IN58 – Consumo específico de energia (kWh/m<sup>3</sup>).

IN058 (kWh/m <sup>3</sup> )	2016	Meta 2023	Meta 2028	Meta 2033	Tendência IN58 em 2033
Nacional	0,69	0,66	0,64	0,62	0,70
Norte	0,62	0,57	0,54	0,51	0,51
Nordeste	0,77	0,78	0,78	0,77	0,88

Centro Oeste	0,79	0,76	0,73	0,71	0,81
Sudeste	0,66	0,62	0,60	0,58	0,67
Sul	0,69	0,64	0,61	0,59	0,67

Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria (Arquivo Metas regionais\_C\_IN58, aba Quadro resumo)

Com exceção da região Norte onde verificam-se tendências muito favoráveis, não foram propostas metas contrárias à evolução atualmente constatada.

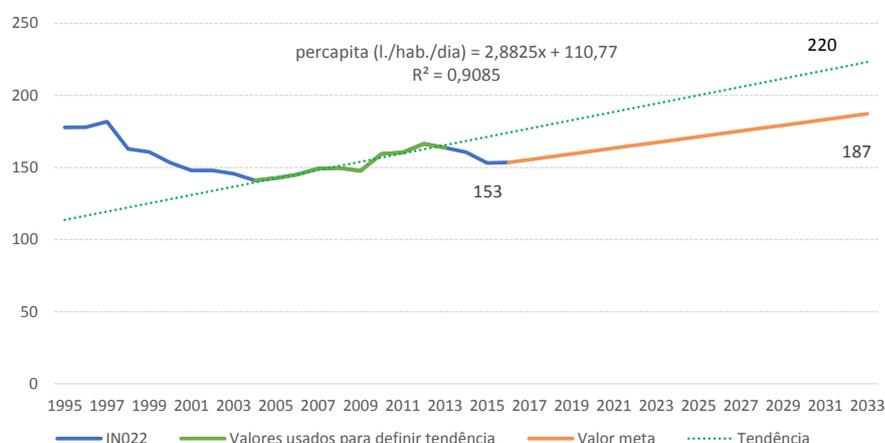
As análises regionais inclusivamente os gráficos de tendências poderão ser consultadas no caderno completo.

## Meta de IN022 - Consumo médio per capita de água (l./hab./dia)

### Análise em nível nacional

Segundo a ONU (Organização das Nações Unidas), 110 litros de água por dia são suficientes para atender às necessidades básicas de uma pessoa. Todas as regiões do Brasil superaram este valor em 2016 e a tendência verifica-se crescente para os próximos anos.

A Figura 9 mostra a evolução provável do *per capita* e a meta estabelecida para 2033. A meta proposta é um consumo 15% inferior à linha base. Verifica-se que a crise hídrica do estado de São Paulo provocou alterações nos padrões de consumo que se mantêm mesmo depois do seu fim, fazendo com que a meta seja mais acessível. A projeção prevê que em 2033 o *per capita* seja de 220 l./hab./dia e a meta é de 187 l./hab./dia. Os valores meta intermediários são 167 l./hab./dia para 2023 e 177 l./hab./dia para 2028.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 9. Projeção e Meta para per capita IN022 (l./hab./dia).

### Análise em nível regional

A Tabela 4 mostra o *per capita* atualmente em 2016, o valor de 2033 correspondente a evolução expectável e também metas progressivas propostas para a região. Todos os valores meta superam bastante o *per capita* considerado suficiente pela ONU (110 l./hab./dia), porém,

tendo em conta o histórico e disponibilidades hídricas regionais, cada região terá metas diferenciadas.

Verificam-se assimetrias muito acentuadas no país, sendo que o Nordeste tem o menor *per capita* (112 l/hab./dia), e o Sudeste o mais elevado (179 l/hab./dia). As tendências de aumento são mais acentuadas na região Norte.

Tabela 4. Metas regionais para IN022 – Consumo per capita (l./hab./dia).

<b>IN022 (l./hab./dia)</b>	<b>2016</b>	<b>Meta 2023</b>	<b>Meta 2028</b>	<b>Meta 2033</b>	<b>Tendência natural em 2033</b>
Nacional	154	191	206	187	220
Norte	155	192	223	219	258
Nordeste	112	163	173	140	184
Centro Oeste	147	152	153	155	155
Sudeste	179	203	212	187	220
Sul	144	163	173	156	184

Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

As análises regionais inclusivamente os gráficos de tendências poderão ser consultados no caderno completo.

## **Meta de Perdas na distribuição - IN51 (l./dia/lig.) e IN49 (%)**

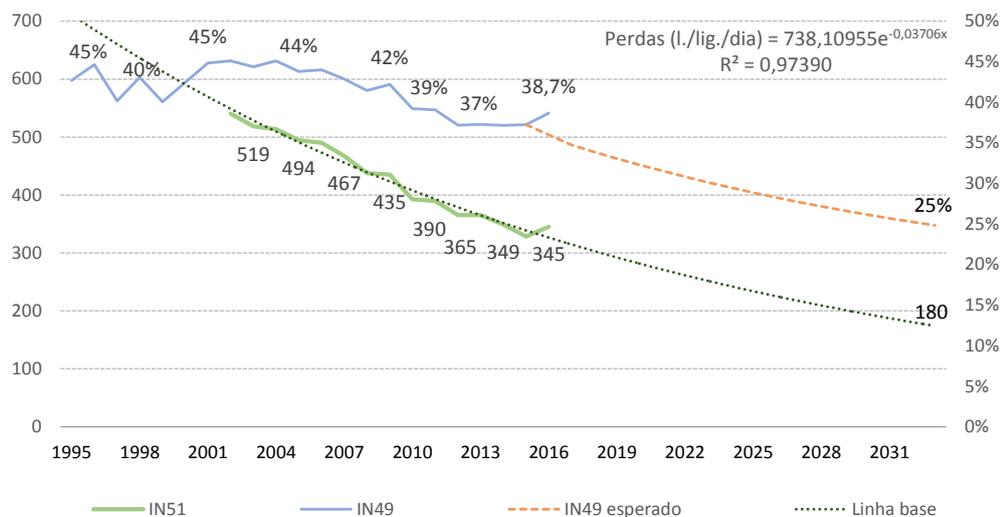
### ***Análise em nível nacional***

A meta de perdas na unidade (l./dia/lig.) ou na unidade (%) em nível nacional e regional é orientativa. Gradualmente deve ser melhorado o nível de perdas tendo em conta o nível econômico de perdas de água. Este nível é diferente de cada prestador de serviço e de cada região dependendo de disponibilidades hídricas na região, custos de produção e preços de venda da água.

A Figura 10 mostra a evolução provável das perdas em (l./dia/lig.) que poderá ser superada se o sistema de abastecimento nacional expandir com novas redes até à plena universalização. A meta estabelecida, que pode ser superada é de 180 l./dia/lig.. Corresponde a patamares 48% inferiores ao valor verificado em 2016.

Os valores meta intermediários são 261 (l./dia/lig.) para 2023 e 217 (l./dia/lig.) para 2028.

A meta de 180 l./dia/lig. corresponde a 25% de perdas se o número de ligações tiver a evolução prevista como descrito na seção Perdas de água em litros por ligação por dia (IN051). Caso contrário, o valor de perdas em porcentual poderá diferir.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 10. Projeção e Meta para perdas de água IN051 (l./dia/lig.).

### Análise em nível regional

A Tabela 5 mostra as perdas de água em (l./dia/lig.) em 2016, o valor de 2033 correspondente a evolução expectável e também metas progressivas propostas para a região.

Os seguintes valores são orientativos. Supõe-se que todas as metas propostas estejam próximas do nível econômico de perdas e, que isso traga um benefício econômico e ambiental balanceado para sociedade.

Tabela 5. Metas regionais para IN051 – Perdas de água na distribuição (l./dia/lig.).

IN051 (l./dia/lig.)	2016	Meta 2023	Meta 2028	Meta 2033	Tendência natural em 2033
Nacional	345	262	218	180	181
Norte	591	487	419	250	361
Nordeste	362	323	289	180	259
Centro Oeste	259	207	180	157	157
Sudeste	345	231	176	128	128
Sul	303	294	296	215	298

Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Verifica-se que a Região Norte e Nordeste são as Regiões onde é necessário realizar mais esforços para sair da sua trajetória de evolução natural.

As análises regionais inclusivamente os gráficos de tendências poderão ser consultados no caderno completo.

## Impacto esperado das metas

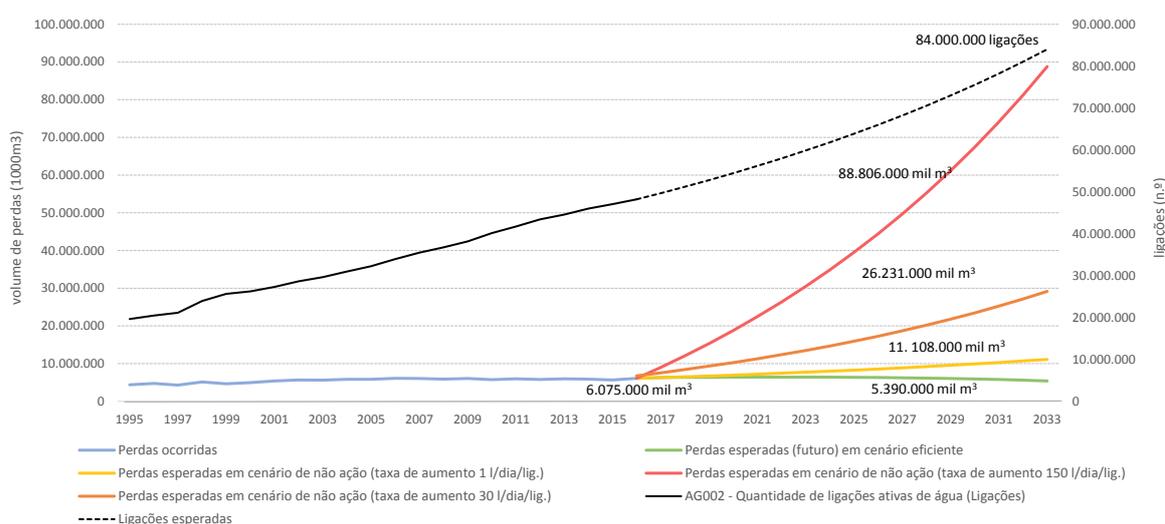
O presente capítulo analisa o impacto esperado em dimensões ambientais e econômicas. Em termos ambientais são contabilizadas a água economizada e a energia evitada. Na dimensão econômica são analisados os custos evitados em comparação com os valores esperados.

### Dimensão ambiental – água e energia

#### Componente Volume de Perdas (1.000m<sup>3</sup>)

A Figura 12 mostra as perdas de água esperadas se a situação atual de 2016 se mantiver em termos de IN51 (345 l./dia/lig.) acrescido de um agravamento de uma perda de 1 l./dia/lig. por cada ano que não houver combate a perdas de água. Esta taxa de agravamento é considerada excessivamente otimista, sendo mais comum taxas de agravamento entre 30 e 200 l./dia/lig..

De acordo com os dados, o número de ligações em cada ano até 2016 assim como o número de ligações esperadas até 2033. A real economia de água terá de ser ajustada ao número de ligações que irão existir no futuro.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 11. Impacto esperado da meta de perdas de água IN051 (l./lig./dia) no volume de água (1.000m<sup>3</sup>).

Para efeitos de cálculo não foram feitas análises regionais. Utilizaram-se os valores nacionais de redução de perdas.

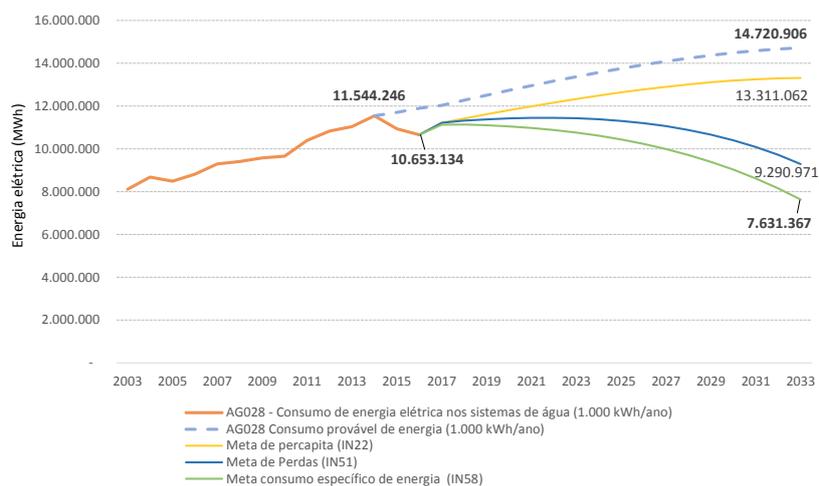
#### Componente Energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (1.000 kWh)

A Figura 12 mostra o impacto das 3 metas – relativas ao IN58 (kWh/m<sup>3</sup>); ao IN022 (l./hab./dia) e ao IN051 (l./dia/lig.) – no consumo de energia no abastecimento de água.

No caso de não ação, isto é, uma estabilização da situação atual (2016) no controle de perdas de água e energia, o consumo de energia será de 14,7 TWh em 2033. Alcançando as 3

metas, o consumo de energia poderá ficar próximo do registrado em 2003, com 7,6 TWh. A economia de energia acumulada em 2033 será de 61,8TWh, tendo em conta o ano de referência de 2016.

No futuro, na fase de monitoramento, far-se-á uma retrospectiva dos valores ocorridos e poderá constatar-se a real economia de água e energia ajustando o modelo ao volume de água realmente produzido, às perdas ocorridas e ao consumo *per capita* ocorrido.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 12. Energia economizável (TWh) aplicando o conjunto das 3 medidas: IN058 (kWh/m<sup>3</sup>), IN051 (l./dia/lig.) e IN022 (l./hab./dia).

De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE 2026, página 219)<sup>3</sup> para o setor de serviços prevê-se a conservação de energia, em 5% do consumo projetado para 2026, reduzindo o consumo final em aproximadamente 10TWh. Destes 10 TWh de economia, o setor de abastecimento de água tem capacidades para contribuir com cerca de 3 a 4 TWh de economia.

### ***Dimensão econômica - custos a evitar***

Os benefícios econômicos compõem-se de 4 elementos que serão apresentados em seguida:

- Custos evitados de produção de água por redução de perdas reais;
- Custos evitados por água não consumida (redução do consumo *per capita*);
- Investimentos postergados de ampliação do sistema de captação e produção de água;
- Custos evitados de energia por melhoria do IN58.

Estes quatro itens de custos evitados constituem uma redução de custos para a sociedade.

Adicionalmente existe um benefício econômico temporário na perspectiva do prestador de serviço, nomeadamente as receitas relativas às perdas aparentes que podem ser arrecadadas

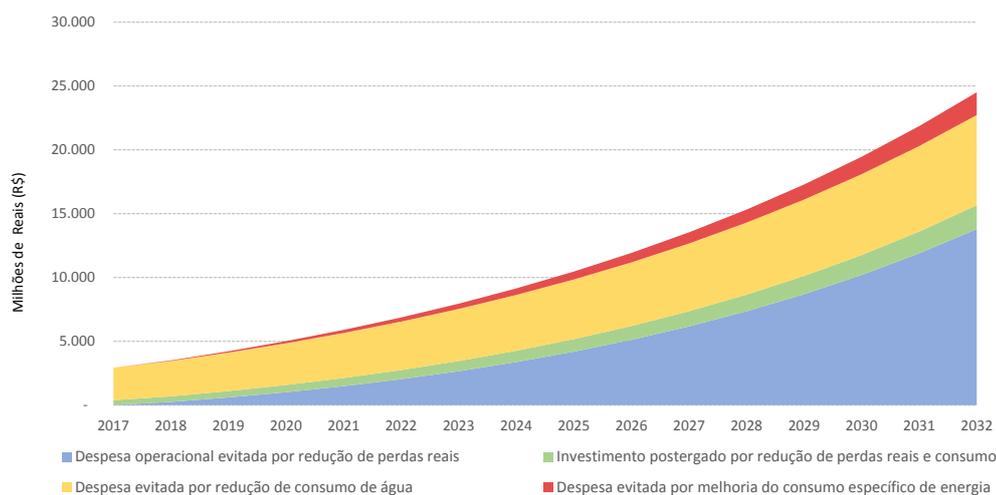
<sup>3</sup> <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>

se elas forem reduzidas. O benefício para o prestador de serviço se considera temporário, pois estes recorrem periodicamente ao reequilíbrio tarifário sendo os seus déficits cobertos por aumento de tarifas ou subsídios cruzados de outras atividades ou receitas municipais ou regionais.

Da perspectiva dos usuários ou da sociedade os custos de produção e distribuição da água considerada perda aparente são cobertos por usuários e ou contribuintes. Uma redução das perdas aparentes atende ao princípio utilizador pagador, sendo que o usuário paga a água consumida, e os demais usuários e contribuintes não têm de cobrir esse custo. Assim a redução de perdas aparentes constitui apenas uma redistribuição do pagamento entre os usuários e ou contribuintes fiscais e não um aumento de receita para os prestadores de serviço numa perspectiva em que os reequilíbrios tarifários recorrentes.

Da perspectiva do prestador de serviço apenas se poderão considerar benefícios econômicos se o prestador tiver um teto de despesa ou se houver alguma regulação que o impeça o reequilíbrio tarifário.

A soma de despesas evitadas, pode-se resumir do seguinte modo:



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 13. Despesas economizáveis (R\$) aplicando o conjunto das 3 medidas IN058 (kWh/m<sup>3</sup>), IN051 (l./dia/lig.) e IN022 (l./hab./dia).

A Figura 13 mostra que a despesa evitada pela redução de energia tem um peso menor que no gráfico de economia de energia (Figura 12). A razão é que a economia é multiplicada pelo preço de energia e as demais componentes são multiplicadas por custos unitários bastantes superiores que incluem mais despesas operacionais.

Em seguida se procede ao detalhamento da economia de cada uma das componentes.

### **Componente água não consumida**

---

Economia	$\text{Custo evitado (R\$)} = \frac{\text{Água não consumida (m}^3\text{)}_{\text{ano } n}}{\text{produzido}_{\text{ano } n}} \times \text{IN03 Despesas (R\$/m}^3\text{)}$
----------	---

---

Para efeitos de cálculo da água não consumida se utilizou a meta IN022 com 187 l./hab./dia de âmbito nacional e não as metas regionais.

Esta economia constitui um custo evitado para a sociedade. Na perspectiva do prestador de serviço, esta economia é frequentemente interpretada como redução de receitas e de liquidez no curto e médio prazo. Estas situações são sanadas com reequilíbrios tarifários para balanceamento do caixa do prestador de serviço.

### ***Componente redução de perdas reais***

---

Economia	$\text{Custo evitado (R\$)} = \frac{\text{Água não perdida (m}^3\text{)}_{\text{ano } n}}{\text{produzido}_{\text{ano } n}} \times \text{IN03 Despesas (R\$/m}^3\text{)}$
----------	---

---

Para efeitos de redução de perdas reais se utilizou a projeção de 176 l./dia/lig que supera um pouco a meta de IN051 com 180 l./dia/lig. de âmbito nacional. Não foram usadas as metas regionais, nem os valores em %. Maior detalhamento do cálculo pode ser consultado no caderno temático completo.

### ***Componente melhoria do consumo específico IN58 (kWh/m<sup>3</sup>)***

Os custos evitados foram quantificados através da seguinte fórmula:

---

Economia	$\text{Custo evitado (R\$)} = \text{Energia (1.000kWh) economizada}_{\text{ano } n} \times \text{IN060}_{\text{ano } n} \text{ (R\$/kWh)}$
----------	--

---

Para efeitos de melhoria do consumo específico se utilizou a meta IN058 com 0,62kWh/m<sup>3</sup> de âmbito nacional e não as metas regionais. Os benefícios econômicos da redução de perdas reais e de água não consumida já foram computados anteriormente, pelo que os custos de energia associados já estão incluídos dentro da parcela despesas evitadas. Maior detalhamento do cálculo pode ser consultado no caderno temático completo.

### ***Componente postergação de investimentos em ampliação do sistema de captação e produção de água***

---

Economia	$\text{Custo evitado (R\$)} = \frac{\text{Água não perdida (m}^3\text{)}_{\text{ano } n}}{\text{ano } 2016} \times \text{Custo marginal de produção (R\$/m}^3\text{)}$
----------	--

---

O custo marginal de produção obteve-se com base em 17 projetos de investimento em ampliação de infraestruturas (Chamada pública – Avançar Cidades 2017 e 2018), com maior ênfase em captação, adução, estações elevatórias e reserva. Estimou-se uma vida útil de 30 anos para essas infraestruturas, e um tempo médio de operação de 18 horas. Com base na capacidade instalada ou capacidade aumentada em (l/s) se estimou a produção ao longo dos 30 anos. O custo médio unitário de expansão de infraestrutura resultou em 0,32 R\$/m<sup>3</sup> de água produzida. Maior detalhamento do cálculo pode ser consultado no caderno temático completo.

## Necessidades de investimentos em eficiência

Ao contrário de investimentos de expansão que ocorrem uma única vez e o abastecimento de água fica sanado até à degradação total da infraestrutura, o investimento para controlar perdas de água e eficiência energética é realizado constantemente e por tempo indeterminado. Identificando o nível econômico de perdas de água e o nível econômico de consumo específico de energia, os investimentos são contínuos para manter esses níveis de desempenho.

Existem tecnologias que melhoram substancialmente o desempenho (gestão de pressões e setorização para controle de perdas de água, inversores de frequência em estações de bombeamento ou alterações de layout dos sistemas na eficiência energética), porém é necessário um investimento contínuo e estável para contrariar o desgaste e degradação dos materiais.

Assim, o investimento em eficiência energética ou no controle de perdas de água é um esforço contínuo e não um ato único. Existe um nível econômico de perdas e de eficiência energética que deve ser encontrado e que é diferente para cada região e cada sistema. Enquanto não houver informação suficiente para a determinação desse nível econômico, a necessidade de investimento apresentada nas seguintes tabelas é uma estimativa embasada em uma meta desejável.

Os investimentos associados a uma melhor gestão, à manutenção, e reposição das infraestruturas existentes são uma condição base para a prestação do serviço eficiente e é classificado no Plansab como um investimento estruturante e não um estrutural. No entanto, dentro da classificação estruturante distinguem-se i) investimentos de gestão com caráter menos material e mais processual; e ii) investimentos de manutenção e reposição, com características mais infraestruturais.

Os quatro conjuntos das medidas requerem investimentos de gestão e de manutenção e reposição quantificadas na tabela seguinte.

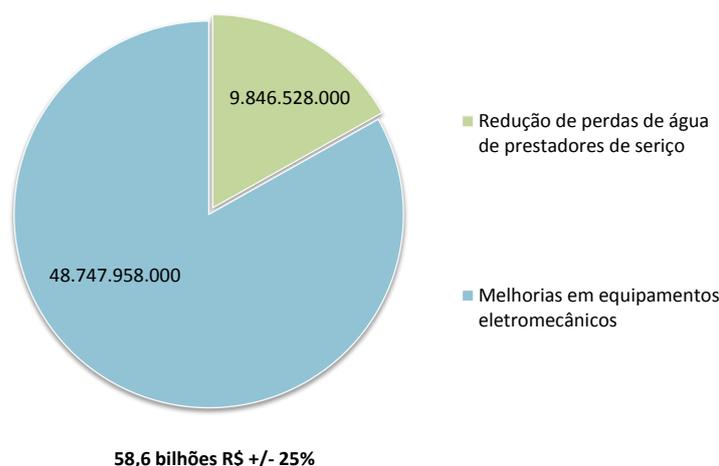
Foram estimados os seguintes valores, porém estão relacionados com alguma incerteza, tendo sido atribuído uma variação de + e – 25% conforme últimas duas linhas da tabela.

Tabela 6. Custos de investimento estruturante – dividido em gestão e manutenção/reposição por medidas 2019-2033.

Medidas	Investimentos de gestão	Investimentos de manutenção e reposição	Total (até 2033)
Redução de consumo de água no usuário final	R\$ 14.800.000	R\$ -	R\$ 14.800.000
Redução de perdas de água de prestadores de serviço	R\$ 168.193.000	R\$ 48.747.958.000	R\$ 48.916.151.000
Melhorias em equipamentos eletromecânicos	R\$ 167.443.000	R\$ 9.846.528.000	R\$ 10.013.971.000
Monitoramento, validação e certificação da informação - incentivos à melhoria processual	R\$ 710.928.000	R\$ -	R\$ 710.928.000
<b>Total</b>	<b>1.061.364.000</b>	<b>R\$ 58.594.486.000</b>	<b>R\$ 59.655.850.000</b>
<b>Valor superior</b>	<b>1.326.705.000</b>	<b>R\$ 73.243.107.500</b>	<b>R\$ 74.569.812.500</b>
<b>Valor inferior</b>	<b>796.023.000</b>	<b>R\$ 43.945.864.500</b>	<b>R\$ 44.741.887.500</b>

Fonte própria

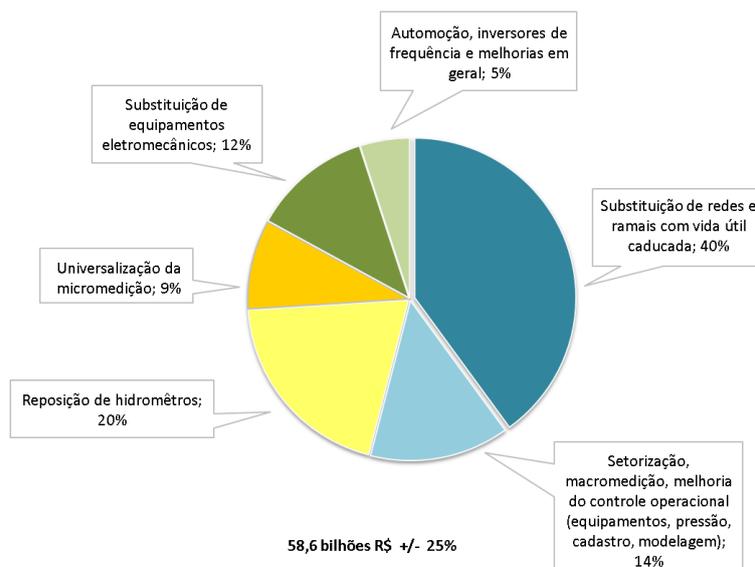
Para uma melhor percepção se apresenta o investimento com características de manutenção e reposição na Figura 14, sendo que a maior fatia se destina à conservação de redes de distribuição e água e de ligações e reposição de hidrômetros.



Fonte própria

Figura 14. Custos de investimento estruturante com características de manutenção e reposição por eixo de atuação até 2033.

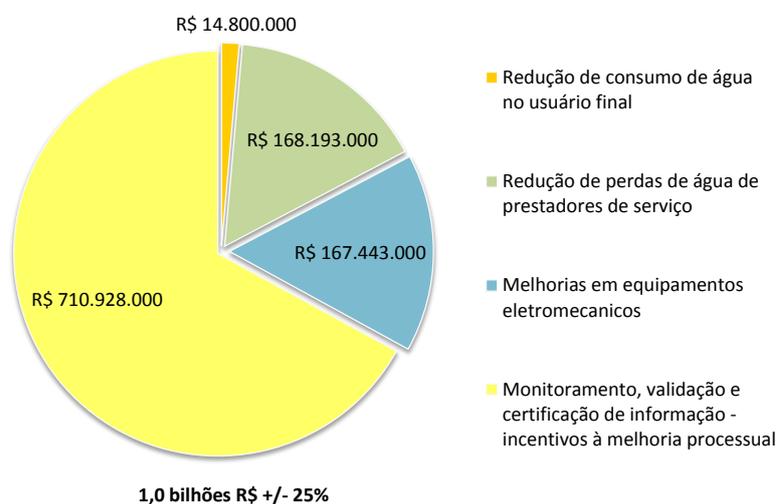
O mesmo valor é apresentado por tipologia de investimento na Figura 15:



Fonte própria

Figura 15. Custos de investimento estruturante com características de manutenção e reposição por tipologia de investimento.

Para uma melhor percepção se apresenta o investimento estruturante com características de gestão na Figura 16, sendo que a maior fatia se destina à validação de informação, monitoramento e certificação que conduzem a melhorias processuais dentro dos prestadores de serviço.



Fonte própria

Figura 16. Custos de investimento estruturante com características de gestão por eixo de atuação até 2033.

De acordo com o PIMVP, a medição, verificação e reporte pode chegar até 10% da economia verificada. 3-5% dos ganhos para efeitos de medição, verificação e reporte é um valor aceitável.

Nos capítulos seguintes será apresentado o detalhamento dos valores, e possíveis fontes de recursos humanos, tecnológicos e financeiros. Os pressupostos para o cálculo dos valores podem ser consultados no caderno temático completo.

## Eixo - Redução de consumo de água no usuário final

### ***Medidas de gestão e possíveis fontes de recursos***

A Tabela 7 lista conjuntos de ações e resume os respectivos custos:

Tabela 7. Custos de investimento de gestão das medidas de redução de consumo de água no usuário final.

<b>Redução de consumo de água no usuário final</b>	<b>R\$ 14.800.000</b>
Campanha de informação através de Procel marketing junto do usuário final	R\$ 13.800.000
Regulamentação de normas técnicas - ABNT	R\$. 1.000.000

Fonte própria

Também se consideram como medida de redução do consumo no usuário a correta medição da água distribuída com hidrômetros, porém os custos relativos a esta medida estão contabilizados no eixo de redução de perdas de água apresentados mais à frente.

Os recursos humanos, tecnológicos e financeiros necessários poderão ser cobertos pelas seguintes fontes:

- PROCEL
- Programa de P&D ANEEL
- Colaboradores da ABNT
- Potenciais incentivadores de projetos (MME, MCidades, Universidades)
- Agências de Cooperação Internacional
- Agências reguladoras de serviços de água e esgotamento sanitário (disponibilizando o tempo de trabalho de seus técnicos)

## Eixo - Redução de perdas de água nos sistemas de distribuição

### ***Medidas de gestão e possíveis fontes de recursos***

A Tabela 8 lista conjuntos de ações e resume os respectivos custos:

Tabela 8. Custos de investimento de gestão das medidas de redução de perdas de água de prestadores de serviço.

<b>Redução de perdas de água de prestadores de serviço</b>	<b>R\$ 168.193.000</b>
Campanha de informação junto dos prestadores de serviço de água	R\$ 138.000
Regulamentação de normas técnicas - ABNT	R\$ 1.375.000
Melhoramento de resoluções normativas da área de regulação do setor de saneamento	R\$ 1.680.000
Qualificação, capacitação e profissionalização de pessoal	R\$ 165.000.000

Fonte própria

Os recursos humanos, tecnológicos e financeiros necessários poderão ser cobertos pelas seguintes fontes:

- Agências reguladoras de saneamento
- Agências de bacias hidrográficas
- PROCEL SANEAR
- ABNT
- Entidade de qualificação capacitação (SENAI, Universidades, etc. Redes de aprendizagem)
- Potenciais incentivadores dos projetos (MME, MCidades, Universidades, SENAI)
- Agências de Cooperação Internacionais
- Fundo Verde do Clima
- PEE – ANEEL
- P&D – ANEEL
- Prestadores de serviço, na componente de capacitação e qualificação

***Medidas de manutenção e reposição de infraestruturas e possíveis fontes de recursos***

A Tabela 9 lista conjuntos de ações e resume os respectivos custos:

Tabela 9. Custos de investimento em manutenção e reposição das medidas de redução de perdas de água de prestadores de serviço.

<b>Redução de perdas de água de prestadores de serviço</b>	<b>R\$ 48.023.217.000</b>
Substituição de redes e ramais com vida útil caducada	R\$ 22.906.773.000
Setorização, macromedição, melhoria do controle operacional (e equipamentos, pressão, cadastro e modelagem)	R\$ 7.989.599.000
Reposição de hidrômetros	R\$ 11.943.512.000
Universalização da micromedição	R\$ 5.183.333.000

Fonte própria

Faz-se uma ressalva que os custos aqui elencados sejam suficientes para atingir as metas indicadas de IN49 – Perdas de água na Distribuição (%) e IN51 – Perdas de água por ligação (l./dia/lig.) principalmente preconizando medidas de controle operacional e mudança de paradigma tecnológico.

Deve ser dada prioridade às medidas de alto impacto na redução de perdas relativas ao controle operacional, onde se inclui a pesquisa ativa de vazamentos, gestão de pressões e a setorização. Após estas medidas esgotarem o potencial de redução de perdas segue necessariamente a reposição de ramais e redes onde a fadiga e desgaste dos materiais atingiu a sua vida útil. Especialistas apontam que 80% das perdas ocorrem em ramais de ligação pela duração do vazamento, pelo que deve ser priorizada esta reabilitação.

Os recursos financeiros para cobrir este conjunto de medidas poderão ser cobertos pelas seguintes fontes:

- Tarifas de abastecimento de água
- Introdução de mecanismo para setor água semelhante ao recurso – Programa de Eficiência Energética ANEEL (Transposição Lei 9991/2000). No caso do setor de saneamento seria o programa reposição de ativos, onde se aloca um percentual das receitas operacionais líquidas para reposição de ativos
- FGTS / FAT

Por uma questão de sustentabilidade dos sistemas se preconiza que sua reposição deve ser sustentada pela tarifa de origem local e não por subsídios federais.

## Eixo - Melhoria da eficiência eletromecânica

### ***Medidas de gestão e possíveis fontes de recursos***

A Tabela 10 lista conjuntos de ações e resume os respectivos custos:

Tabela 10. Custos de investimento de gestão das medidas de melhorias em equipamentos eletromecânicos.

<b>Melhorias em equipamentos eletromecânicos</b>	<b>R\$ 167.443.000</b>
Campanha de informação junto do prestador de serviços de água	R\$ 173.000
Regulamentação de normas técnicas - ABNT	R\$ 1.250.000
Etiquetagem de equipamentos - ensaios de laboratórios metrológicos	R\$ 1.020.000
Qualificação, Capacitação e Profissionalização de pessoal	R\$ 165.000.000

Fonte própria

Os recursos humanos, tecnológicos e financeiros necessários poderão ser cobertos pelas seguintes fontes:

Os recursos para cobrir este conjunto de medidas poderão ser cobertos pelas seguintes fontes:

- Agências reguladoras de saneamento
- PROCEL SANEAR
- ABNT
- Potenciais incentivadores dos projetos (MME, MCidades, Universidades, SENAI)
- Agências de Cooperação Internacionais
- Fundo Verde do Clima
- PEE - ANEEL

### ***Medidas de manutenção e reposição de infraestruturas e possíveis fontes de recursos***

A Tabela 11 lista conjuntos de ações e resume os respectivos custos:

Tabela 11. Custos de investimento de manutenção e reposição das medidas de melhorias em equipamentos eletromecânicos.

<b>Melhorias em equipamentos eletromecânicos</b>	<b>R\$ 9.846.527.510</b>
Substituição de equipamentos eletromecânicos	R\$ 6.738.760.000
Automação, inversores de frequência e melhorias em geral	R\$ 3.107.767.510

Fonte: própria

Faz-se uma ressalva que os custos aqui elencados sejam suficientes para atingir as metas preconizadas de IN58 – Consumo específico de energia em sistemas de distribuição de água (kWh/m<sup>3</sup>) principalmente preconizando medidas de controle operacional e mudança de paradigma tecnológico.

Os recursos financeiros para cobrir este conjunto de medidas poderão ser cobertos pelas seguintes fontes: Municípios,

- Prestadores de serviço, tarifa
- PEE
- Introdução de mecanismo para setor água semelhante ao recurso – Programa de Eficiência Energética ANEEL (Transposição Lei 9991/2000), no caso do setor de saneamento seria o programa reposição de equipamentos eletromecânicos, onde se aloca x % de receitas operacionais líquidas para reposição e ativos
- FGTS / FAT
- Fundo Verde do Clima, para soluções de mudança de paradigma

Por uma questão de sustentabilidade dos sistemas se preconiza que a sua reposição deve ser sustentada pela tarifa de origem local e não por subsídios federais.

## Eixo transversal – Melhoria da confiabilidade da informação para gestão aprimorada

### **Medidas de gestão e possíveis fontes de recursos**

Esta medida constitui a validação e certificação de informação, podendo seguir a procedimento preconizado na metodologia ACERTAR ou outra necessária para acompanhar projetos de eficiência e de controle operacional como por exemplo a componente de Medição Verificação no Programa de Eficiência Energética como ocorre no setor elétrico.

Tabela 12. Custos de investimento de gestão das medidas de melhorias da confiabilidade da informação e gestão aprimorada.

<b>Monitoramento, validação e certificação da informação - incentivos à melhoria processual</b>	<b>R\$ 710.928.000</b>
Auditorias à informações por agências reguladoras	R\$ 323.149.000
Modernização dos prestadores de serviços na produção de informação	R\$ 387.779.000

Os recursos humanos, tecnológicos e financeiros necessários poderão ser cobertos pelas seguintes fontes:

- Municípios
- Prestadores de serviço
- Agências reguladoras do setor de saneamento
- Ministério das Cidades
- ANA
- Custos integrados em projetos de financiamento (entidades creditícias e financiadoras)
- Programas federais de eficiência

### **Relação custo benefício das medidas**

A relação custo benefício é a razão entre os custos de implementação das medidas de redução de consumo ou perdas de água e melhoria da eficiência dos equipamentos e os benefícios financeiros alcançados durante a vida útil dessas ações, mensurados a partir de técnicas de medição e verificação de resultados abordadas mais adiante nesse caderno temático. Resultados inferiores a 1,0 indicam que os benefícios são superiores aos custos, portanto, quanto menor essa relação, melhor o *payback* da medida e melhor o benefício para a sociedade.

A presente análise deve ser apreciada com alguma precaução, pois existe algum nível de incerteza associado. Os benefícios financeiros alcançados por projetos de redução de perdas, por exemplo, são altamente influenciados pela taxa natural de aumento de perdas utilizada resultante da degradação e desgaste intrínseco dos sistemas (aumento de perdas de 1 l/dia/lig./ano, ou 30 l/dia/lig./ano ou 200 l/dia/lig./ano). Os cálculos utilizados consideram uma taxa de degradação de 1 l/dia/lig./ano.

Os benefícios econômicos foram calculados conforme o capítulo relativo ao impacto esperado das metas e à dimensão econômica - custos evitados - e assentam no pressuposto de que as metas são alcançadas. Os custos assentam mais na premissa da capacidade de implementação e de adesão pelos municípios e usuários às medidas preconizadas para o período do Plansab 2019-2033.

Assim os presentes cálculos nos dão aproximações e faixas no qual a relação custo benefício possa andar. Apesar da incerteza associada, se pode afirmar que todas as medidas têm uma relação custo benefício favorável para a sociedade.

A Tabela 13 apresenta a relação custo benefício para o conjunto das três medidas. Os custos aqui apresentados incluem o eixo transversal do ACERTAR sobre validação e certificação da informação. A redução do consumo de água junto do consumidor final é a medida que apresenta maior retorno para a sociedade, seguida pelas melhorias eletromecânicas e redução de perdas de água nos prestadores de serviço. O conjunto das medidas apresenta uma boa relação custo benefício para a sociedade (0,28).

Tabela 13. Razão Custos Benefício das medidas de eficiência energética – visão conservadora.

Medidas	Custos de implementação das medidas (2019 - 2033)	Benefícios - Custos evitados (2019 - 2033)	RCB
Redução de consumo de água no usuário final	R\$ 251.776.000	R\$ 87.520.339.550	0,003
Redução de perdas de água de prestadores de serviço	R\$ 48.428.386.000	R\$ 106.771.718.582	0,454
Melhorias em equipamentos eletromecânicos	R\$ 10.250.947.000	R\$ 12.986.274.276	0,789
Melhoria de informação e gestão processual	diluídos em cima	diluídos em cima	não calculável
	R\$ 58.931.109.000	R\$ 207.278.332.408	0,28

Uma análise de sensibilidade da Relação custo benefício poderá ser consultada no caderno temático completo.

## Monitoramento

### *Impactos de redução de perdas de água e eficiência energética*

A economia resultante de um aumento de eficiência é a redução nos custos do consumo de energia ou de água. A economia física é expressa como uso de “energia evitada”, “água não consumida”, “água não perdida” e “custo evitado”. A economia utilizada no Protocolo

Internacional de Medição de Performance não é a simples diferença entre o consumo antes e depois da ação de eficiência. É, na verdade, a diferença entre o consumo atual, após as medidas adotadas, e o consumo projetado caso essas medidas não fossem adotadas. Este conceito requer a realização de modelos de operação antes da ação de eficiência energética para depois comparar se realmente se verificou uma eficiência. O método permite quantificar a dimensão da eficiência ocorrida.

Os impactos são medidos em relação a um ano base no qual se instaurou uma política que incide nessa grandeza. As grandezas propostas são:

- Redução de água consumida (1000m<sup>3</sup> de água não consumida)
- Redução de perdas reais de água (1000m<sup>3</sup> de água não perdida)
- Redução de perdas aparentes de água (1000m<sup>3</sup> de água faturada)
- Redução de energia (kWh de energia evitada)
- Despesas evitadas por redução de perdas de água e de eficiência energética (1000 R\$)

Adicionalmente se poderia calcular a seguinte grandeza, porém ela não é uma receita adicional para a sociedade, mas sim redistribuição de custos atentando ao princípio utilizador – pagador, o que é de certa maneira um benefício de equidade social.

- Receitas adicionais arrecadas por redução de perdas aparentes (1000 R\$)

A economia se define do seguinte modo:

$$\text{Economia}_{\text{ano } n} = \text{Linha base ajustada}_{\text{ano } n} - \text{valores realmente ocorridos}_{\text{ano } n}$$

As linhas bases (modelos matemáticos) de projeção do futuro definidas em cima no capítulo Diagnóstico e Projeção para 2033 na página 4 não coincidem com as linhas base para efeitos de projetar o passado, pois para determinar a economia diversas variáveis explicativas tais como consumo *per capita* (l/hab./dia), água perdida (l./dia/lig.), energia economizada (kWh/m<sup>3</sup>) são o que se pretende mensurar e por isso não entram na equação de linha base.

### **Água não consumida (1000m<sup>3</sup>)**

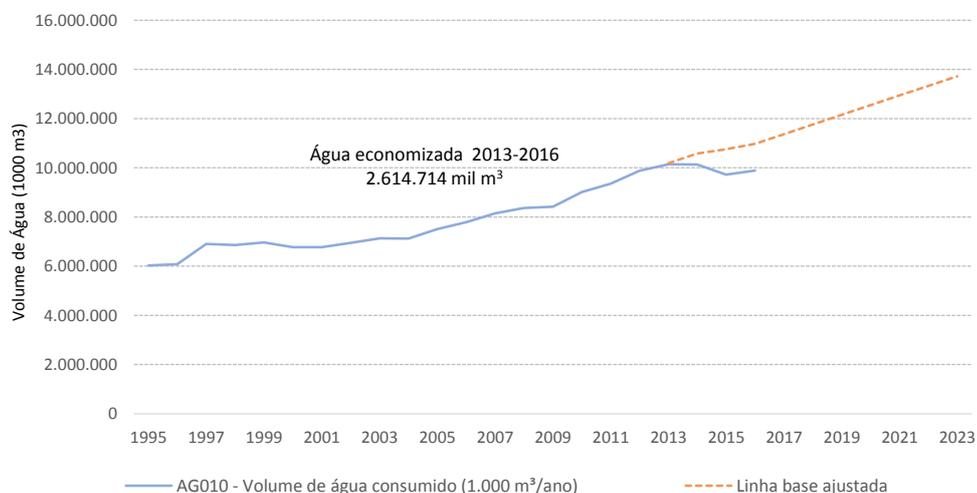
Para medir o impacto da redução do *per capita*, o ano de referência é 2013, correspondente ao ano anterior à crise hídrica no Estado de São Paulo. Quantifica-se a água não consumida através da seguinte fórmula:

Tabela 14. Parâmetros do modelo para determinar a economia – Água não consumida (1000m<sup>3</sup>).

Economia	AG10 (1000m <sup>3</sup> ) economizada = Linha base ajustada <sub>ano n</sub> – valor real <sub>ano n</sub>
----------	---

A economia verificada, isto é, o impacto da crise hídrica se pode observar na Figura 17. Foram economizados 2.614.714 mil m<sup>3</sup> de água entre 2013 e 2016.

É certo que a crise hídrica foi um fator externo climático não controlável pelos prestadores de serviços, no entanto, se pode afirmar que campanhas de informação e o uso de dispositivos economizadores de água são fatores com impacto na redução dos consumos e que são medidas economizadoras com maior governabilidade local e regional.



Fonte: SNIS. Elaboração e seleção de dados própria

Figura 17. Água economizada (1000m<sup>3</sup>) – o impacto da crise hídrica e padrão de consumo posterior– ano de referência 2013.

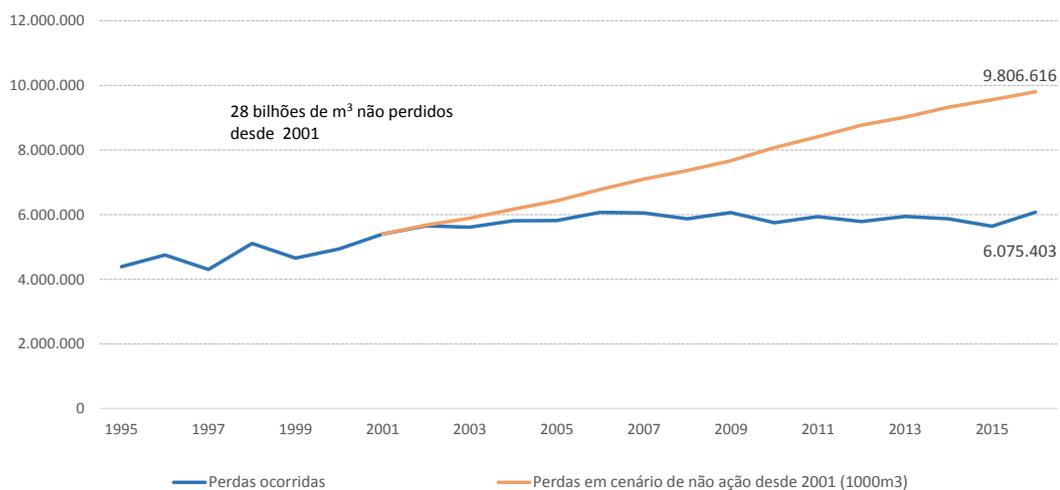
### **Volume de perdas de água (1000m<sup>3</sup>)**

Para medir o impacto da redução de perdas no sistema, o ano de referência é 2001, período a partir do qual se intensificam programas federais e estaduais de combate a perdas de água. PNDCA, Programas COM+Água, Reágua e demais esforços dos governos federais, estaduais e locais, assim como de prestadores de serviço.

Quantifica-se a água não perdida através das seguintes fórmulas:

Tabela 15. Parâmetros do modelo para determinar a economia – Volume de perdas de água (1000m<sup>3</sup>).

Economia	$\text{Perdas de água (1000m}^3\text{) economizadas}_{\text{ano } n} = \text{Linha base ajustada}_{\text{ano } n} - \text{valor real}_{\text{ano } n}$
----------	--



Fonte: própria

Figura 18. Água não perdida (1000m<sup>3</sup>) – Impacto da redução de perdas – ano de referência 2001.

### ***Energia elétrica em sistemas de abastecimento de água (1000 kWh)***

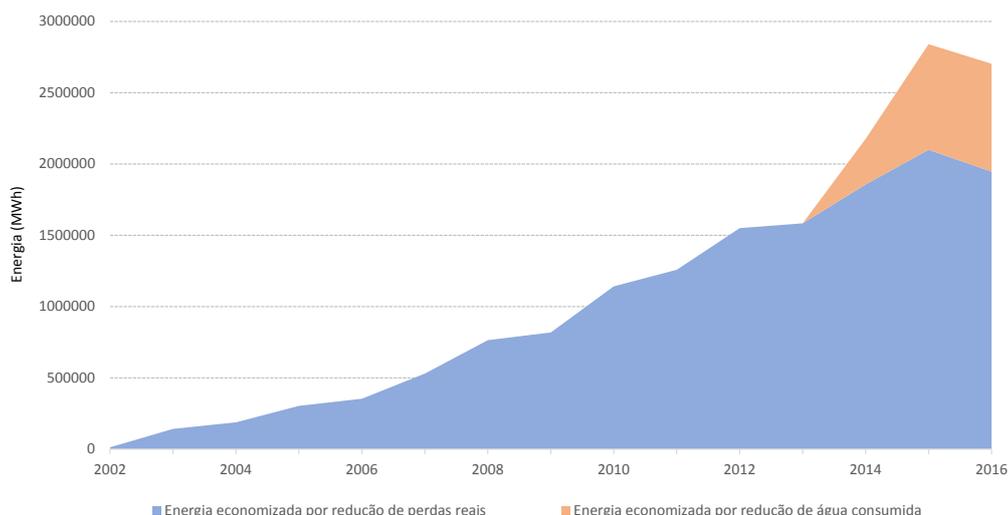
A energia economizada se compõe das seguintes 3 componentes que dispõem de uma metodologia de quantificação diferenciada:

- 1) Energia evitada por melhoria do consumo específico;
- 2) Energia evitada por redução de água no consumo final;
- 3) Energia evitada por redução de perdas reais.

O gráfico contém dois anos de referência:

- 2002 a partir do qual se começam a contabilizar a redução de perdas ocorrida e
- 2013 a partir do qual se verifica uma redução do uso da água junto do consumidor.

A terceira componente não está refletida no gráfico, pois ainda não foi possível medir melhorias no consumo específico de água.



Fonte: própria

Figura 19. Energia economizada entre 2002 e 2016(MWh).

Em seguida se fazem observações em relação a cada uma das componentes:

***Componente de eficiência eletromecânica (kWh/m<sup>3</sup>) em sistemas de bombeamento de água nos sistemas de distribuição***

Para medir o impacto da redução de energia, o ano de referência proposto é 2014, período a partir do qual se espera que haja impactos resultantes de algumas ações como:

- Duplicação dos preços de energia entre 2014 e 2016;
- Intensificação de projetos de saneamento acederam ao programa de Eficiência Energética PEE- do setor elétrico;
- Financiamento da instrução normativa IN39 com possibilidade de financiar medidas de eficiência energética;
- Maior exigência normativa (Legislação e normas ABNT);
- Crescente normatização com referências a eficiência energética (TdR de PMSB, portaria EVTE, Medida provisória 844/2018, outros);
- Presença do tema de Eficiência Energética em eventos técnicos e nacionais.

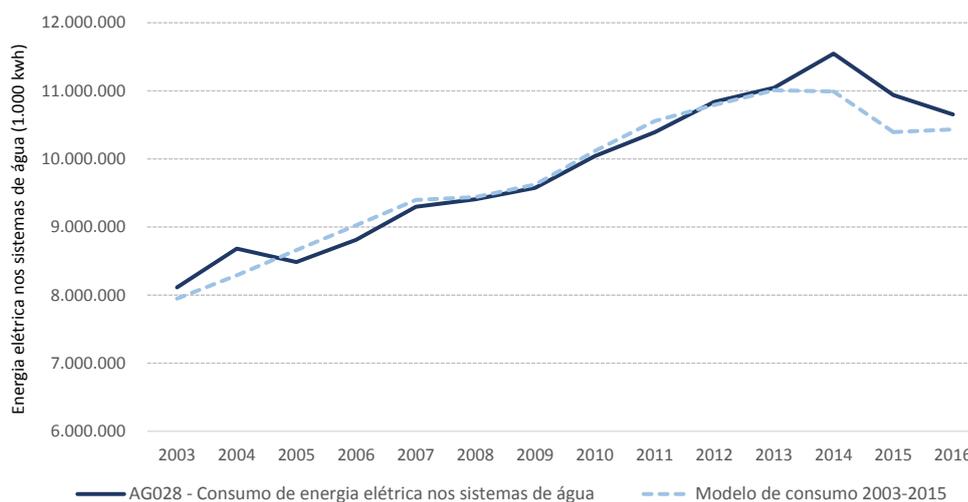
Quantifica-se a energia não consumida através das seguintes fórmulas:

Tabela 16. – Parâmetros do modelo para determinar a economia – Energia economizada (1000 kWh).

Economia	$\text{Energia (1000kWh) economizada}_{\text{ano } n} = \text{Linha base ajustada}_{\text{ano } n} - \text{valor real}_{\text{ano } n}$
----------	---

A Figura 20 apresenta o consumo real de energia ocorrido nos sistemas de abastecimento de água e o consumo esperado com base no modelo anteriormente descrito.

De acordo com a figura, não é possível constatar uma economia de energia. Verifica-se o contrário ao esperado, nomeadamente um maior consumo da energia. Por um lado, as medidas acima listadas são fatores para a redução do consumo de energia, por outro lado, um fator mais forte prevaleceu. Os anos de 2013-2016 coincidiram com o período de crise hídrica do Estado de São Paulo o que obrigou os prestadores de serviço a realizar o abastecimento de modo mais intensivo em energia. Se julga que essa seja a razão pela qual não são verificáveis impactos redutores de energia das medidas anteriormente listadas.



Fonte: própria

Figura 20. Energia evitada (1000 kWh) – componente consumo específico (kWh/m<sup>3</sup>) – ano de referência 2014.

### **Componente de redução no uso final – per capita (IN022)**

Para medir o impacto no uso de energia, da redução do consumo *per capita*, o ano de referência proposto é 2013, após o qual se verificam os efeitos comportamentais da crise hídrica. A economia verificada nos anos 2013 e 2014 são resultantes de fatores externos e, no ano de 2015, se pode afirmar que são resultantes de alteração de padrões de comportamento. Quantifica-se essa energia não consumida por meio das seguintes fórmulas:

Tabela 17. Parâmetros do modelo para determinar a economia – Energia economizada (1000 kWh) por redução de per capita.

Economia	$\text{Energia (1000kWh) economizada}_{\text{ano } n} = \text{Água não consumida}_{\text{ano } n} (1000\text{m}^3) * \text{IN58}_{\text{ano } n} (\text{kWh}/\text{m}^3)$ $\text{Água não consumida (1000m}^3)_{\text{ano } n} = \text{Linha base ajustada}_{\text{ano } n} - \text{valor real}_{\text{ano } n}$
----------	--

### **Componente de redução de perdas (IN049 – parte de perdas reais)**

Para medir o impacto no uso de energia, da redução de perdas reais, o ano de referência proposto é 2001, período a partir do qual se intensificam programas federais e estaduais de combate a perdas de água, tais como PNDCA, Programas COM+Água, Reágua e demais.

Procede-se de modo similar como na avaliação das perdas de água (ver capítulo acima Componente Volume de Perdas (1.000m<sup>3</sup>) na página 17), porém se exclui a parte referente a perdas aparentes cuja redução não tem qualquer efeito na quantidade de energia consumida)

Quantifica-se a energia não consumida através das seguintes fórmulas:

Tabela 18. Parâmetros do modelo para determinar a economia – Energia economizada (1000 kWh) por redução de perdas reais.

---

	$\text{Energia (1000kWh) economizada}_{\text{ano } n} = \text{Água real não perdida}_{\text{ano } n} \cdot \text{IN58}_{\text{anon}} \text{ (kWh/m}^3\text{)}$
Economia	$\text{Água real não perdida (1000m}^3\text{)}_{\text{ano } n} = \text{Linha base ajustada}_{\text{ano } n} - \text{valor real}_{\text{ano } n}$

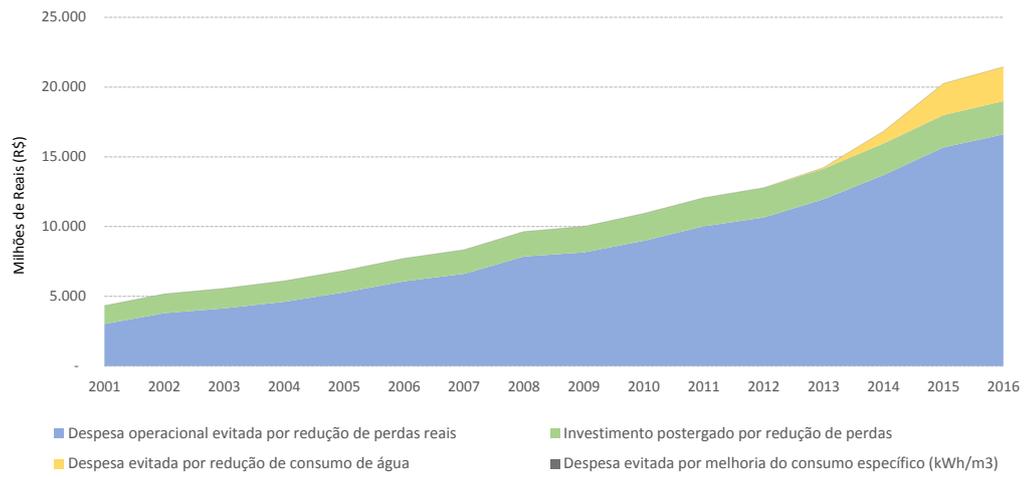
---

### **Benefícios econômicos de redução de perdas de água e eficiência energética (R\$)**

A Figura 21 resume os benefícios econômicos das 4 componentes com referência ao ano 2001. A metodologia para estimar foi idêntica ao descrito no capítulo relativo à dimensão econômica dos custos evitados.

Ainda não foi possível verificar a despesa evitada por melhoria do consumo específico pelo que essa componente atualmente é nula em 2016. Espera-se desenvolvimentos durante os próximos anos.

Os cálculos seguiram a mesma metodologia referida em Impacto esperado das metas (página 16 - Dimensão econômica - custos a evitar) sobre cada componente de custo evitado.



Fonte: própria

Figura 21. Custos evitados em milhões de reais de 2001 a 2016.