

PROGRAMAS DE REDUÇÃO DE PERDAS
REVISÃO DOS LIMITES DIANTE DAS CRISES HÍDRICAS – A INCORPORAÇÃO
DOS LIMITES NATURAIS AOS PLANEJAMENTOS

Fabio Carlos de Souza
desouzafabio.eng@gmail.com

Resumo. Este artigo discorre sobre as perdas nos sistemas de abastecimento de água e discute as limitações dos modelos tradicionais de redução, frequentemente centrados apenas nos limites técnico e econômico. A partir da intensificação das crises hídricas no Brasil e das mudanças no ciclo hidrológico, argumenta-se que a disponibilidade real dos mananciais, aqui definida como Limite Natural, deve orientar o planejamento operacional e estratégico dos programas de redução de perdas. Demonstra-se que programas consistentes são fundamentais para ampliar a resiliência hídrica, reduzir pressões sobre os mananciais, mitigar custos operacionais e garantir segurança do abastecimento em cenários de escassez.

Palavras-chave: Abastecimento, crise hídrica, limite natural, perdas de água, recursos hídricos.

Ciclo Hidrológico x Alterações Climáticas

A percepção de que “não está chovendo no lugar certo” reflete mudanças significativas na dinâmica tradicional do ciclo hidrológico, intensificadas pelas alterações climáticas globais. O aquecimento global acelera o ciclo da água e provoca distribuição irregular das chuvas: regiões historicamente úmidas enfrentam eventos extremos de inundação, enquanto áreas mais secas vivenciam estiagens prolongadas.

A concentração de chuvas intensas em curtos períodos reduz a infiltração e aumenta o escoamento superficial, limitando a recarga de represas e aquíferos. Assim, mesmo quando o volume anual de precipitação parece adequado, a irregularidade temporal e espacial contribui para crises hídricas.

Outro aspecto relevante é a diferença nas recargas dos aquíferos. Em algumas regiões, parte da água precipitada infiltra-se no solo, mas essa infiltração depende de fatores naturais como porosidade, cobertura vegetal, declividade do terreno e intensidade das chuvas. No litoral do Nordeste, por exemplo, observa-se baixa recarga subterrânea, pois parte significativa da água percolada é direcionada ao oceano. O Monitor de Secas da ANA evidencia que esses eventos vêm se espalhando para outras regiões, deixando de ser uma condição exclusiva do Nordeste e Semiárido.

Os modelos climáticos atuais indicam que o aumento das temperaturas intensificará o ciclo da água na Terra, aumentando a evaporação. O aumento da evaporação resultará em tempestades mais frequentes e intensas, mas também contribuirá para o ressecamento de algumas áreas terrestres. Consequentemente, as áreas afetadas por tempestades provavelmente experimentarão aumento da precipitação e maior risco de inundações, enquanto as áreas

FABIO CARLOS DE SOUZA **ENGENHEIRO CIVIL - MBA EM ESG**

localizadas longe das trajetórias das tempestades provavelmente experimentarão menos precipitação e maior risco de seca¹.

A crise hídrica que afetou a Região Sudeste entre 2013 e 2017 trouxe lições relevantes, expondo o desequilíbrio crítico entre oferta e demanda de água nas regiões densamente povoadas e impulsionando as operadoras de saneamento a buscar novos níveis de desempenho operacional.

No cenário nacional, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) mantém um ambiente permanente de monitoramento hidrológico e meteorológico em tempo real das principais bacias hidrográficas. Nas Salas de Situação são realizadas análises de dados, avaliações de risco e apoio à tomada de decisão diante de eventos críticos. Já as Salas de Crise conduzem ações articuladas entre atores governamentais e não governamentais para mitigação de impactos de eventos extremos.

No Estado de São Paulo, um modelo de gestão integrada dos recursos hídricos permite monitoramento contínuo e decisões estruturadas com base em projeções de 12 meses dos níveis dos reservatórios. O modelo define sete faixas operacionais. De acordo com Agência SP, as faixas de 1 a 3 são focadas em prevenção, consumo racional e combate a perdas na distribuição. Já nas faixas 4, 5 e 6 os cenários são de contingência controlada, com períodos ampliados de redução da pressão na rede. Por fim, a faixa 7 está concebida como uma medida excepcional, a ser adotada apenas quando todas as ações anteriores se demonstraram insuficientes para preservar os volumes dos reservatórios, e são adotados rodízio de abastecimento entre regiões, com obrigação de fornecimento de caminhões-pipa para apoio a serviços essenciais. Espera-se que as situações sejam estabilizadas nas faixas iniciais, e a redução de perdas destaca-se como vetor fundamental para manter o sistema dentro desses limites mais seguros.

Perdas de Água na Distribuição – Definições e conceitos importantes

Por definição, as perdas de água estão divididas em dois tipos:

- Perdas físicas ou reais: vazamentos visíveis e não visíveis, além de usos operacionais.
- Perdas aparentes ou comerciais: fraudes, irregularidades, erros de medição, defeitos em hidrômetros e falhas cadastrais.

Souza Junior et al. Farley (2008), afirma a gestão de perdas de água não como uma atividade pontual, mas como uma atividade em que há a necessidade de um compromisso de longo prazo e envolvimento de diversas áreas, bem como a integração entre processos de uma companhia de saneamento. Katja et al (2011), afirma que a gestão das pressões é o único método que tem um impacto positivo em todos os três componentes de perdas de água reais: vazamentos visíveis, vazamentos não visíveis (detectáveis) e vazamentos inerentes (não

¹ Disponível em: <https://gpm.nasa.gov/resources/faq/how-does-climate-change-affect-precipitation#:~:text=Current%20climate%20models%20indicate%20that,and%20increased%20risk%20of%20drought>. Acesso em 12/02/2026

FABIO CARLOS DE SOUZA
ENGENHEIRO CIVIL - MBA EM ESG

detectáveis). Freitas (2011), destaca que o controle e redução de pressão, em seu estudo de caso realizado, contribuiu decisivamente na redução do indicador de perdas em mais de 35%. Neste contexto houve estabilização na captação de água dos mananciais mesmo com o crescimento no número de ligações em torno de 30%. O estudo destaca que para os sistemas já implantados são apontadas as priorizações de redução de pressão, uma vez esta leva a uma substancial diminuição nas perdas nos vazamentos existentes.

Balanço Hídrico

O Balanço Hídrico² proposto pela International Water Association (IWA), apresenta uma matriz de fluxos desde a captação até o consumo final. Seu cálculo, geralmente anual, permite identificar os principais pontos críticos do sistema e orientar investimentos.

Quadro 1: Balanço Hídrico proposto pela IWA

| | | | | |
|--|---|--|--|-------------------|
| Água que entra no sistema (inclui água importada) | Consumo autorizado | Consumo autorizado faturado | Consumo faturado medido (inclui água exportada) | Água faturada |
| | | | Consumo faturado não medido (estimado) | |
| | | Consumo autorizado não faturado | Consumo não faturado medido (uso próprio, caminhão pipa, entre outros) | Água não faturada |
| | | Consumo não faturado não medido | | |
| | Perdas de água | Perdas aparentes (comerciais) | Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro) | |
| | | | Erros de medição (macro e micromedição) | |
| Perdas reais (físicas) | | Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios (de adução e/ou distribuição) | | |
| | Vazamentos nas adutoras e/ou redes (de distribuição) | | | |
| | Vazamentos nos ramais até o ponto de medição do cliente | | | |

Fonte: Instituto Trata Brasil.

Impactos Comerciais da redução de perdas

Segundo estudo realizado pela GO Associados, um dos benefícios de se reduzir as perdas físicas é a redução dos custos dos operadores, já que este cenário possibilita a manutenção dos níveis de atendimento com uma produção de água reduzida. A redução de custos operacionais traz economia de insumos, menos gastos com manutenção e possibilita ainda o adiamento de investimentos em novas fontes de captação e infraestrutura.

² No passado, a metodologia de avaliação era diferente entre países e empresas. A IWA padronizou o entendimento dos componentes dos usos da água em um sistema de abastecimento no Balanço Hídrico.

FABIO CARLOS DE SOUZA
ENGENHEIRO CIVIL - MBA EM ESG

Em relação às perdas comerciais, o estudo apresenta um cenário em que a sua redução gera um aumento de receitas em função dos volumes faturados de água. Existe a premissa de que os custos do programa de redução de perdas correspondem a 50% do seu benefício. Na prática, essa relação dependerá do tipo de investimento a ser realizado, considerando as características de cada local.

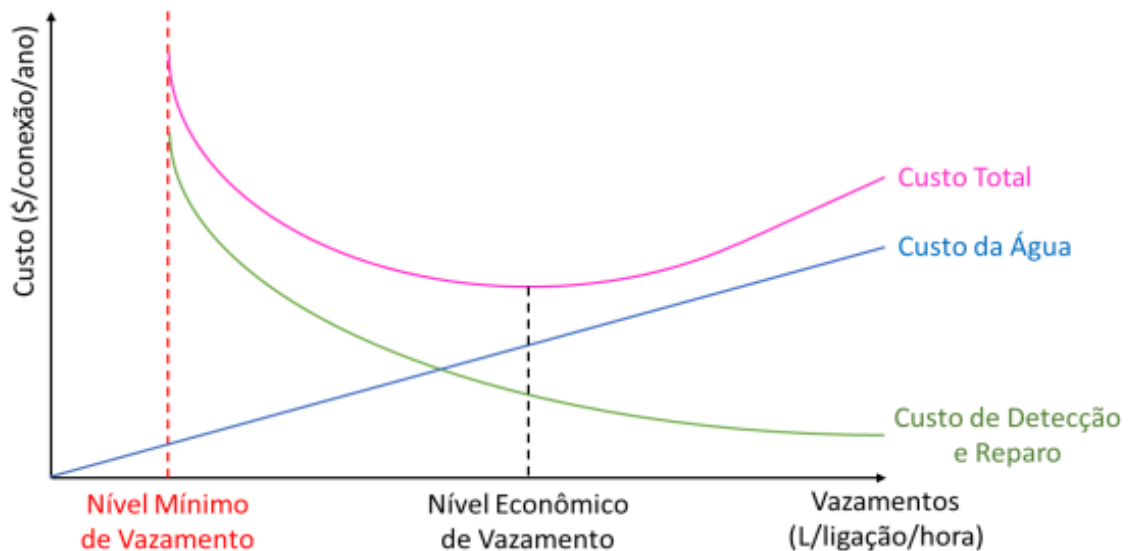
Perdas de Água na Distribuição – Limites

As literaturas que estudam as perdas nos sistemas classificam como inviável a eliminação total de perdas, mesmo em locais mais avançados nos pontos de vista tecnológico e cultural. Neste sentido, a IWA propõe o estabelecimento de limites eficientes para uma boa gestão de perdas, considerando os seguintes aspectos:

- Limite técnico (perdas inevitáveis): É um volume mínimo definido pelo alcance das tecnologias atuais, ferramentas e recursos disponíveis.
- Limite econômico: Quando os custos para reduzir as perdas são maiores do que os valores dos volumes recuperados (existem variações de um local para outro, em função da logística, equipamentos disponíveis, disponibilidade hídrica, etc.).

Portanto, o custo total será dado pela soma dos dois custos apresentados. O nível ótimo é dado no ponto ao qual a curva do custo total atinge o valor mínimo, chamado de nível econômico de vazamento. Já o nível mínimo de vazamento corresponde ao volume de perdas que não pode ser reduzido, por limitações de ordem tecnológica. Portanto, mesmo nos sistemas de distribuição de água considerados eficientes haverá perdas, mesmo que minimamente.

Quadro 2: Determinação do Nível Eficiente de Perdas de Água



Fonte: Instituto Trata Brasil.

FABIO CARLOS DE SOUZA
ENGENHEIRO CIVIL - MBA EM ESG

***BENEFÍCIOS INTANGÍVEIS – PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E O
PAPEL DO LIMITE NATURAL AOS PLANEJAMENTOS***

Recursos hídricos são bens intangíveis quanto à sua natureza. Os eventos de secas e escassez estão cada vez mais cíclicos e espalhados pelas regiões do país, trazendo dimensões potencializadas do quão importante é a preservação dos mananciais.

Os impactos das alterações climáticas aumentam os desafios para garantir a gestão sustentável dos recursos hídricos e adaptação da sociedade em relação às mudanças. Estudos comprovam que a redução das perdas é capaz de reduzir a velocidade das quedas dos volumes dos mananciais, possibilitando, ao longo do tempo, integrar bacias e sistemas para garantir expansões sustentáveis.

Como exemplo de integração entre bacias, a Sabesp iniciou em 2026 uma obra estratégica para reforçar o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo: uma transposição que permitirá a captação de até 4 m³/s do braço Rio Pequeno, na Represa Billings, para a Represa Taiapuê. O projeto, com 38 km de adutora, beneficiará cerca de 22 milhões de pessoas. Estudo da USP confirmou sua viabilidade hidrológica mesmo nos piores cenários de estiagem. Considerando a capacidade hídrica, a Represa Billings, sozinha, armazena mais água do que todas as represas do Sistema Cantareira somadas. Entretanto, nem todas as regiões possuem condições naturais ou econômicas para empreendimentos dessa magnitude, reforçando o papel central dos Programas de Redução de Perdas.

Jerson Kelman e Benedito Braga são autores de artigo publicado pela IWA em 2016 (WaterPolicy) sobre a crise hídrica enfrentada por São Paulo entre 2013 e 2015. Como lições aprendidas, os autores destacam a importância de ações estruturantes e permanentes, considerando que o tomador de decisões deve considerar que a hipótese de secas com ciclos estacionários ser errada. Destacaram ainda que a redução do desperdício é fundamental para garantir o abastecimento. Por fim, afirmam que “a lição aprendida é que no futuro, precisamos ser mais resistentes aos caprichos do clima. Isso implica em mais infraestrutura e boa governança por meio de instituições públicas fortes, agências reguladoras eficientes, estruturas legais adequadas e a consciência da população para usar a água de forma parcimoniosa e eficiente”.

Conclusão

A escassez de recursos hídricos leva os operadores a buscá-los vez mais distantes. Essa busca encarece o processo de produção, pois demanda investimentos em infraestruturas e um custo operacional inerente, tornando o metro cúbico de água tratada cada vez mais caro. Se não corrigidas as perdas, a tendência é que o custo marginal para se produzir água tratada torne-se cada vez maior.

As perdas físicas representam um desperdício oculto de recursos hídricos e financeiros. Sem reduções contínuas e estruturadas, obras de grande porte não serão suficientes para atender as demandas.

Este artigo propõe a incorporação do **Limite Natural**, associado à disponibilidade hídrica real, ao planejamento de programas de redução de perdas. Em regiões onde os mananciais

FABIO CARLOS DE SOUZA
ENGENHEIRO CIVIL - MBA EM ESG

apresentam limitações estruturais, naturais ou ambientais, mesmo investimentos intensivos não serão capazes de promover essa compensação hídrica, pois não há intervenção capaz de ampliar a disponibilidade física da água.

Contudo, é razoável projetar que a redução de perdas poderá ser o maior manancial estratégico do Brasil.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2020: Informe Anual*. Brasília: ANA, 2020. 118 p.

FREITAS, V. V. de. *Controle e Redução de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água: Contribuição na Preservação dos Mananciais de São Paulo*. 2010. Dissertação – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2011.

KATJA, H.; ZIEGLER, D.; HAPPICH, L. *Water Loss Reduction Through Pressure Management*. In: *Capacity Development for Drinking Water Loss Reduction*. 2011.

SOUZA JUNIOR, José do Carmo de. *Distritos de Medição e Controle como Ferramenta de Gestão de Perdas em Redes de Distribuição de Água*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. 152p. Campinas, 2014.

THORNTON, J. et al. *Water Loss Control*. 2. ed. McGraw-Hill, 2008.

TRATA BRASIL. *Perdas de Água 2024*. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-2024/>

AGÊNCIA SP. *Planejamento, Transparência e Previsibilidade: Entenda o Novo Modelo de Gestão da Água em São Paulo*. Disponível em: <https://www.agenciasp.sp.gov.br/planejamento-transparencia-e-previsibilidade-entenda-o-novo-modelo-de-gestao-da-agua-em-sao-paulo/>

ANA. *Atlas Água – Abastecimento Urbano*. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/>

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. *Perdas de Água no Brasil*. Disponível em: https://www.abes-dn.org.br/pdf/28cbesa/perdas_abes.pdf

IWA – International Water Association. KELMAN, J.; BRAGA, B. *Facing the Challenge of Extreme Climate: The Case of São Paulo (2013–2015)*. *Water Policy*, v. 18, suppl. 2, 2016. Disponível em: <http://iwaponline.com/wp/article-abstract/18/S2/52/20540/>