

GESTÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTESCIMENTO ÁGUA: AGENDA RELEVANTE NA PROMOÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS.

RICARDO DOS SANTOS SILVA
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO UNINOVE

AMARILIS LUCIA CASTELI FIGUEIREDO GALLARDO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - ESCOLA POLITÉCNICA

**GESTÃO DE PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTESCIMENTO ÁGUA: AGENDA
RELEVANTE NA PROMOÇÃO DE CIDADES SUSTENTÁVEIS.**

RESUMO

Ao falarmos de perdas de água, imagina-se vazamentos superficiais na rua. Contudo, o controle e redução de perdas é uma atividade bastante complexa, envolvendo uma gestão e conhecimento do sistema operacional, a realização de um diagnóstico identificando as principais causas e as metodologias adequadas para combater o desperdício de água. Atualmente, além de investimentos para ampliação dos sistemas nas áreas de captação, preservação e distribuição de água, existem diversos programas para identificar e reduzir as perdas, tornando-os eficiente tanto no ponto de vista socioambiental, mas também relacionados aos aspectos econômico-financeiros. Este estudo pesquisou artigos relacionados aos sistemas de abastecimentos em diversas cidades do Brasil e do mundo, verificando quais os problemas mais comuns encontrados em relação às perdas de água, e as formas de combatê-las, indicando as principais ferramentas utilizadas para tomada de decisão sobre as ações destinadas ao desperdício e conseqüentemente tarifas mais altas aos consumidores finais, combatendo as perdas e diminuindo os vazamentos, visando garantir o bem mais precioso e finito que existe para as gerações futuras.

Palavras-chave: perdas de água, redução de perdas, vazamento.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional sem planejamento, a água vem se tornando cada vez mais escassa. O Brasil, assim como outros países, tem buscado ações tecnológicas e práticas para o uso racional da água e o controle das perdas nos sistemas de abastecimento.

Em um sistema de abastecimento, as perdas podem ocorrer desde a captação no manancial, até a entrega da água tratada ao consumidor final. Na grande maioria, essas perdas ocorrem por operação e manutenção deficiente nas tubulações e inadequada gestão comercial das companhias de saneamento. Por isso, a vinculação entre o nível de perdas de uma companhia de saneamento e sua eficiência operacional é total, ou seja, os sistemas de abastecimento bem gerenciados e mantidos com a manutenção preventiva e corretiva em dia possuem baixos índices de perdas (TARDELLI FILHO, 2005).

A falta de saneamento básico é um ponto crítico em muitas cidades e países que ainda estão em desenvolvimento, com a falta de universalização no sistema de saneamento muitos municípios acabam investindo seus recursos para fornecer a água potável, essencial a vida humana, coletar e tratar o esgoto, deixando o controle de perdas em segundo plano.

No Brasil, a cada 100 litros de água coletados e tratados, em média, apenas 63 litros são consumidos, ou seja, 37 % da água é perdida seja através de vazamentos, roubos ou ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas no consumo de água, resultando em um prejuízo de R\$ 8 bilhões por ano (TRATA BRASIL, 2016).

Existem dois tipos de perdas: As reais: São aquelas produzidas mas que não chegam até o consumidor final devido problemas com vazamentos entre a captação e o consumidor final, e as perdas aparentes, aquelas que não são contabilizadas, causando perdas no faturamento sejam através de furtos, ligações clandestinas, erros de leitura etc. (TARDELLI FILHO, 2013).

Segundo Orellana et al. (2018), o envelhecimento dos sistemas de abastecimentos de água é inevitável e, à medida que seus componentes atingem o final da vida útil, a quantidade de vazamentos tende a aumentar e, as rupturas e interrupções do abastecimento, tornam-se cada vez mais frequentes.

Neste século, as mudanças climáticas e as ações do homem causaram à escassez e até mesmo a cobrança pelo uso racional da água, desta forma, a redução de perdas em sistemas de abastecimento é tão ou mais importante que a ampliação dos mesmos. No Brasil, que historicamente apresenta déficit em serviços básicos de abastecimento de água e saneamento

básico, aproximadamente 9,8 milhões de famílias não têm acesso à rede de abastecimento de água e 25,5 milhões não têm acesso à rede de esgoto (IBGE, 2008). Esse problema tem impacto negativo direto na qualidade de vida dos brasileiros, com efeitos sobre a saúde, o meio ambiente e a economia (CARVALHO & SAMPAIO, 2015).

De acordo com Morrison et al. (2007), o gerenciamento das perdas de água é de fundamental importância para a melhoria da eficiência das redes de água, a fim de assegurar em longo prazo sustentabilidade ambiental e social.

Com a aprovação da Lei 14.026 de 15/07/2020 que fala sobre o novo marco legal do saneamento básico no Brasil, tendo descrito no Art.4º, § 1º, inciso VI, a redução progressiva e controle da perda de água deverá fazer parte das ações das operadoras dos sistemas de abastecimento.

O município de Mauá, localizado na região metropolitana da cidade de São Paulo/SP, apresentou uma perda de 48,53% no ano de SNIS (2015). Já nos anos seguintes, houve um aumento neste percentual, chegando a um percentual estimado de 50,4% no ano de 2018 de acordo com o Departamento de Planejamento e Obras da SAMA (Saneamento Básico do Município de Mauá), concessionária responsável pelo abastecimento. Este índice está muito acima da média brasileira que é de 37%, levantando a seguinte questão: Quais as principais ações mitigatórias que deverão ser realizadas pela concessionária de Mauá para diminuir o índice de perdas crescente nos últimos anos?

Este trabalho tem como objetivo geral discutir medidas para gestão do controle de das perdas de água dos sistemas de abastecimento público como subsídios à promoção de cidades sustentáveis.

2. FUNDAMENTOS E DISCUSSÃO

O processo de abastecimento de água segue, a princípio, um sistema de controles de produção do tipo contínuo. As perdas por vazamentos nas redes de distribuição estão diretamente ligadas à pressão de serviço na rede. Desta forma, é importante potencializar o controle de cargas hidráulicas, uma vez que sua simples redução leva a relevantes reduções das perdas em vazamentos existentes, além de diminuir o risco de novas rupturas na linha de abastecimento (GONÇALVES e ALVIM, 2007).

Em um sistema obsoleto de abastecimento, onde não existem condições investimentos para substituição do material existente, uma alternativa para diminuir as perdas é a instalações de válvulas redutoras de pressão (VRP) no sistema Lambert & Hirner (2000).

Lambert & Hirner (2000) constataram que o controle de pressão possibilita reduzir o volume perdido em vazamentos, economizando recursos de água e custos associados; reduzir a frequência de arrebentamentos de tubulações e consequentes danos que têm reparos onerosos, minimizando também as interrupções de fornecimento e os perigos causados ao público usuário de ruas e estradas; prover ao consumidor um serviço com pressões mais estabilizadas, diminuindo a ocorrência de danos às instalações internas dos usuários até a caixa d'água (tubulações, registros e boias), e reduzir os consumos relacionados com as altas pressões da rede.

Lambert & Hirner (2000) constataram que o efetivo controle de perdas físicas é feito por meio de quatro atividades complementares conforme apresentado na Figura 1.

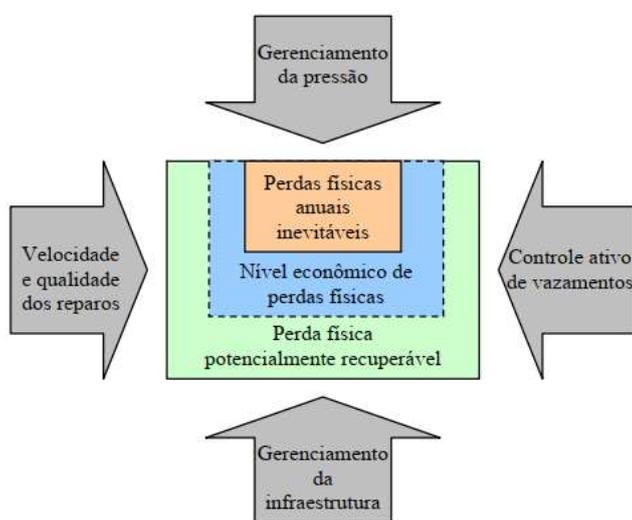


Figura 1: Quadro de atividades complementares.

Fonte: Lambert & Hirner (2000)

Segundo Venturini et al. (2001), a falta de planejamento e manutenção adequada, associadas à escassez de recursos financeiros têm tornado deficientes os sistemas de abastecimento de água.

De acordo com os índices apontados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2018), publicado no Site do Trata Brasil, ao distribuir água para garantir o consumo, os sistemas de distribuição nacional sofrem em média 38,45% de perdas. Estas perdas equivalem a 7,1 mil piscinas olímpicas de água potável perdidas todos os dias.

- O Norte perde **55,53%** da água potável.
- As perdas de água são de **45,98%** no Nordeste.
- Antes de chegar as residências, **34,38%** da água é perdida na região Sudeste.
- O índice de perdas na região Sul é de **37,14%**.
- O Centro Oeste perde **35,67%** da água potável antes de chegar as residências. (Instituto Trata Brasil)

Segundo Tardelli Filho (2013), as perdas são motivadas exclusivamente pelos vazamentos nas tubulações, com a visão da água escorrendo pelas vias públicas. Se a perda fosse só isso, seria relativamente simples atuar no seu combate. Há vazamentos que não afloram à superfície e também outros fatores, que não têm nada a ver com vazamentos e integram aquela diferença: os erros ou submedições nos hidrômetros (e macromedidores) e as fraudes; aqui, portanto, a água é consumida, mas não é contabilizada pela companhia de água ou operadora.

Com relação as perdas no sistema de distribuição, existem diversas formas de identificá-las e combatê-las, sendo que as mais comuns são através de caça vazamentos na tubulação através de equipamentos de geofone, identificando vazamentos. Outra forma de prever e combater as perdas são através da instalação de válvulas redutoras de pressão na tubulação, evitando assim a ruptura ou rompimento da tubulação e mantendo a pressão controlada na tubulação.

Substituição de tubulações obsoletas, trocas de hidrômetros, ramais, válvulas, registros, são medidas preventivas para atingir as metas de diminuição dos índices de perdas no sistema de abastecimento.

Ainda segundo Tardelli Filho (2013), Os Programas de Controle de Perdas devem fazer parte do planejamento estratégico (ou qualquer tipo de planejamento) das companhias ou operadoras, ter seus orçamentos definidos e adequados, ser “comprados” pela alta administração compromissada com todo o corpo funcional da companhia, inclusive as empresas terceirizadas.

Em termos de expectativas no Brasil, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) MINISTÉRIO DAS CIDADES (2013), propôs metas para o indicador de perdas a distribuição para cada região, conforme mostrado na Tabela 1. Dado o quadro atual do país, é cabível a preocupação se os recursos requeridos para atingir as metas previstas serão adequadamente provisionados.

Região	Metas - Índice de Perdas de Distribuição (%)			
	2010	2018	2023	2033
Norte	51	45	41	33
Nordeste	51	44	41	33
Sudoeste	34	33	32	29
Sul	35	33	32	29
Centro-Oeste	34	32	31	29
Brasil	39	36	34	31

Tabela 1: Metas do PLANSAB.

Fonte: J.A. Tardelli (2013)

Índice de Perdas (%)									
Até 10%		Entre 10 e 20%		Entre 20 e 30%		Entre 30 e 40%		Acima de 40%	
Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)	Cidade	IP (%)
Melbourne	3,0	Milão	10,4	Oslo	22,0	Guadalajara	33,7	Bogotá	41,0
Copenhague	4,0	Madrid	12,0	Chicago	24,0	Bangkok	34,0	Glasgow	44,0
Singapura	4,0	Genebra	13,7	Hong Kong	25,0	Nairobi	34,0	Hanoi	44,0
Amsterdan	6,0	Estocolmo	15,0	Santiago	25,0	Kuala Lumpur	35,0	Bucareste	46,0
Osaka	7,0	Budapeste	16,5	Seul	25,0	Nápoles	35,0	Jakarta	51,0
Tóquio	8,0	Helsinque	17,0	Londres	28,0	Bangalore	36,0	Delhi	53,0
Viena	8,5	Shangai	17,0	Istambul	30,0	Cid. do México	37,0	B. Aires (2)	43,4
Nova York	10,0	Pequim (1)	18,0			Lima	37,0		
		Barcelona	19,0			Roma	37,8		
		Varsóvia	20,0			São Paulo	38,0		
						Dublin	40,0		
						Montreal	40,0		

Tabela 2: Indicadores de perdas de várias cidades no mundo

Fonte: J.A. Tardelli (2013)

De acordo com Morrison et al. (2007), o gerenciamento das perdas de água é de fundamental importância para a melhoria da eficiência das redes de água, a fim de assegurar em longo prazo sustentabilidade ambiental e social.

Segundo Kleiner et al. (2001), a rede de distribuição de água, que é tipicamente o componente mais caro de um sistema de abastecimento, está continuamente sujeita a condições ambientais e operacionais que levam à sua deterioração. Maiores custos de operação e de manutenção, perdas de água, redução na qualidade da água e do serviço são resultados típicos da deterioração. Segundo Alvisi et al. (2006), com o envelhecimento das tubulações que compõem a rede de água, as suas características mecânicas sofrem

deterioração e diminuem sua resistência estrutural, resultando em aumento no número de rupturas.

De acordo com a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), há diversos fatores intervenientes no desempenho de uma rede abastecimento, tal como pressão média atuante, qualidade do material, rigor técnico na execução das redes além e variáveis de operação e manutenção. Nesse sentido não se pode responder assertivamente o motivo pelo fato que a idade da rede não esteja afetando diretamente o desempenho desta rede especificamente.

Com base na revisão bibliográfica realizada em um portfólio de artigos com e conhecimento científico (ENSSLIN *et al.*, 2015), fica claro que não se podem vincular perdas de água a desperdício ou vazamentos. Grande parte do volume de água fornecido aos usuários pode não ser contabilizada e/ou faturada. Causas que levam a essas perdas aparentes são de grande preocupação, uma vez que são as mais difíceis de serem controladas e estão relacionadas a medidas sociais e administrativas: intervenções fraudulentas, desatualização cadastral, parque de hidrômetros com idade ultrapassada, falta de calibração/manutenção, erros ou falta de medição (LAMBERT, 2000; MUTIKANGA *et al.*, 2010; CRIMINISI *et al.*, 2009)

As perdas em sistema de abastecimento de água representam uma área de grande interesse das empresas de saneamento, tanto privadas como públicas. A necessidade da prestação de um serviço eficiente e de qualidade é critério básico no atual cenário mundial, tendo em vista o aumento da demanda de água e a crise hídrica em muitos países (KUSTERKO *et al.*, 2015)

Com base nos artigos pesquisados sobre perdas de água nos sistemas de abastecimentos, após a implantação de um sistema de um centro de controle operacional no município de Canoas (GONÇALVES *et at.* 2015), houve uma redução de perdas e custos, através da setorização de redes, gestão de níveis de reservatórios, telemetria e automação e modificação no sistema operacional.

2.1 Resultados obtidos após a implantação do centro de controle operacional em Canoas/RS

A tabela 3 apresenta um demonstrativo de gasto de combustíveis mensal antes e depois da implantação do centro de controle operacional (CCO). Estes equipamentos operacionais são utilizados para os serviços de manutenção preventiva e corretiva como geradores, compactadores, vibradores, bombas para esgotamento de valas, compressores de

ar, motosserras nos serviços de abastecimentos entender as dimensões do sistema (GONÇALVES et al., 2015).

ITEM	ANTES DO CCO	DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DO CCO	REDUÇÃO
1	450 litros de gasolina	200 litros de gasolina	44%
2	35 litros de diesel	20 litros de diesel	57%
3	4 litros de óleo motor diesel	2 litros de óleo motor diesel	50%
4	4 litros de óleo motor gasolina	2 litros de óleo motor gasolina	50%
5	2 litros de óleo de motor 2 tempos	1 litros de óleo motor 2 tempos	50%
6	R\$ 1.450,00 p/mês (média)	R\$ 650,00 p/mês (média)	45%

Tabela 3: Demonstrativo de custos com equipamentos operacionais

Fonte: CORSAN (Adaptado pelo Autor)

Na tabela 4, apresentamos um comparativo das Ordens de Serviços (O.S.) antes e após a implantação do CCO no município de Canoas (GONÇALVES et al., 2015).

TIPO DE ORDEM DE SERVIÇO	15/07/2012	15/07/2013	15/07/2014	13/08/2014
Vazamento de quadro	22	24	0	0
Vazamento de ramal	42	24	6	5
Vazamento invisíveis	15	24	8	9
Vazamento de rede	23	24	0	0
Expurgos-quadro/ramal	2	24	0	0
Falta de pressão	26	24	2	5
Falta d'água	0	24	1	0
TOTAL	130	168	17	19

Tabela 4: Quantidade de Ordem de Serviços pendentes antes e depois da implantação do CCO

Fonte: CORSAN (Adaptado pelo Autor)

Com relação aos vazamentos, obteve-se uma queda nos custos operacionais e conseqüentemente, diminuição dos insumos e contratos com empresas terceirizadas para execução dos serviços a companhia de saneamento. Esta redução provou a eficiência do sistema implantado em relação a redução das perdas físicas após 12 meses de implantação (2013-2014), passando de 47,63% para 39,93% (GONÇALVES et al., 2015).

2.2 Novo Marco Legal do saneamento básico no Brasil

Com a aprovação da Lei 14.026 de 15/07/2020 que fala sobre o novo marco legal do saneamento básico no Brasil, tendo descrito no Art.4º, § 1º, inciso VI, a redução progressiva e controle da perda de água deverá fazer parte das ações das operadoras dos sistemas de abastecimento.

Hoje, as cidades firmam acordos direto com empresas estaduais de água e esgoto, sob o chamado contrato de programa. Os contratos contêm regras de prestação e tarifação, mas permitem que as estatais assumam os serviços sem concorrência. O novo marco extingue esse modelo, transformando-o em contratos de concessão com a empresa privada que vier a assumir a estatal, e torna obrigatória a abertura de licitação, envolvendo empresas públicas e privadas (Lei nº 14.026 de 15/07/2020).

Pelo projeto, os contratos de programa que já estão em vigor serão mantidos e, até março de 2022, poderão ser prorrogados por 30 anos. No entanto, esses contratos deverão comprovar viabilidade econômico-financeira, ou seja, as empresas devem demonstrar que conseguem se manter por conta própria — via cobrança de tarifas e contratação de dívida (Lei nº 14.026 de 15/07/2020).

Os contratos também deverão se comprometer com metas de universalização a serem cumpridas até o fim de 2033: cobertura de 99% para o fornecimento de água potável e de 90% para coleta e tratamento de esgoto. Essas porcentagens são calculadas sobre a população da área atendida (Lei nº 14.026 de 15/07/2020).

Com a participação da iniciativa privada através da participação de licitações públicas para prestação de serviços de saneamento básico, e com os investimentos necessários para universalização do saneamento básico e o combate às perdas no sistema de abastecimento, estes índices atuais tendem a atingirem as metas previstas no Plano Nacional de Saneamento Básico até o ano de 2033, passando de 38% para 31%, contudo, a gestão das perdas são serviços essenciais e que carecem de maiores investimentos, seguindo os exemplos de várias cidades do mundo, que conseguiram diminuir e controlar as perdas em seus sistemas. (Lei nº 14.026 de 15/07/2020).

3. CONCLUSÃO

Em 11 de outubro de 2019, o município de Mauá, aprovou a Lei Municipal nº 5.529, sobre o Plano Municipal de Saneamento e outras providências, onde a autarquia está ciente do alto índice de perdas no sistema causado principalmente por ligações clandestinas e fraudes assumindo a hipótese de regressão com o tempo, passando de 46% para 30% de 2014 a 2023.

Outro ponto importante destacado nesta lei municipal é a individualização das ligações em grandes centros urbanos, gerando uma cobrança individual a cada usuário apenas pelo seu consumo.

Realizar pesquisas sobre caça vazamentos, identificar fraudes, substituir redes e hidrômetros são conceitos que estão em todos os artigos pesquisados neste trabalho, basta seguirmos as orientações e os exemplos em relação as ações necessárias para mitigar estes problemas em várias partes de nosso país.

Temos um longo caminho a percorrer na redução e controle das perdas no Brasil, a despeito de significativos avanços obtidos em várias localidades. Esperam-se progressos pelo setor produtivo (já em curso) na constituição, resistência e trabalhabilidade das tubulações de água de redes e ramais, bem como na concepção dos medidores de água (afinal, as duas mais importantes “origens” das perdas), além da adequada aplicação desses desenvolvimentos pelas companhias ou operadoras de água e suas subcontratadas.

Precisamos admitir que temos falhas em gestão de pessoas, e que nossos sistemas de abastecimentos estão em sua grande maioria obsoletos e se degradando com a falta de investimentos. A operação e controle através de softwares e equipamentos de telemetria são ferramentas essenciais para modernização e eficiência dos processos de gestão que deverão ser contínuos e sempre buscando soluções que possam trazer equilíbrio ao meio ambiente, preservando os mananciais, diminuindo o consumo de energia para o tratamento e bombeamento de água até os reservatórios, e conseqüentemente a diminuição das perdas em sua distribuição.

A busca por uma maior eficiência no gerenciamento dos recursos hídricos constitui um dos temas atuais de importância estratégica no cenário mundial. A quantidade de água perdida em um sistema de distribuição é um importante indicador de quão positiva ou negativa é a evolução da eficiência deste sistema. A análise destes valores como tendência ao longo dos anos é fundamental, a gestão operacional no sistema de abastecimento é fundamental para preservação dos mananciais, evitando novas crises hídricas.

Mesmo em várias cidades do mundo onde os índices de perdas são abaixo dos 10%, os serviços são contínuos, buscando sempre substituir trechos de redes de abastecimentos, equipamentos, medidores, instalações de tecnologias e monitoramentos para o controle eficiente do sistema de abastecimento.

O desafio está lançado, o novo marco legal tem metas para serem atendidas, resta saber se vamos conseguir realizar a lição de casa dentro do prazo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVISI S, FRANCHINI M. **Rehabilitation, repairing and leakage detection optimization in: water distribution systems.** 8th Annual Water Distribution Systems Analysis Symposium; 2006 Aug 27–30; Cincinnati, (USA).

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 157, n. 135, p. 1-91, 16 agosto. 2020. PL 4162/2019.

CARVALHO, A.E.C.; SAMPAIO, L.M.B. **Paths to universalize water and sewage services in Brazil:** the role of regulatory bodies in promoting the efficiency of service providers. *Utilities Policy*, 2015 v. 34, p. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2015.03.001>

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). **Manual de Perdas.** São Paulo: SABESP; 2005.

CRIMINISI, A.; FONTANAZZA, C.M.; FRENI, G.; LA LOGGIA, G. **Evaluation of the apparent losses caused by water meter underregistration in intermittent water supply.** *Water Science and Technology*, v. 60, n. 9, p. 2373-2382, 2009.

ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S.R.; KUSTERKO, S.K.; CHAVES, L.C. **Avaliação de desempenho em sistemas de abastecimento de água: seleção de referencial teórico e análise bibliométrica.** 2015.Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 2, p. 899-912. <https://doi.org/105902/2236117015527>

GONÇALVES, E.; ALVIM, P. R. A. **Pesquisa e combate a vazamentos não visíveis.** 2007.

GONÇALVES, A.A et al. **A redução das perdas através de pressões no abastecimento de água no município de Canoas: Estudo de caso em uma empresa de saneamento,** 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa nacional de saneamento básico** 2008

INSTITUTO TRATA BRASIL (ITB). **Ranking do Saneamento. Relatório Completo.** 2016

KLEINER, Y. B; ADAMS, J; ROGERS. **Water distribution network renewal planning.** *J Comput Civil Eng.* January 2001;15(1):15–26.

KUSTERKO, S.K.; ENSSLIN, S.R.; ENSSLIN, L. **Avaliação de desempenho quanto à gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água através da Metodologia**

Multicritério de Apoio à Decisão – Construtivista (MCDA-C). *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 22., 2015, Bauru. Anais

LAMBERT, A. **Don't Be Afraid to Listen to, Learn from Experiences of your Team and Other People** (Interview), *Water Loss Detectives*, nº 5, March 2013

LAMBERT, A.; HIRNER, W. **Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures**. EUA: IWA, 2000.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB**, 2013.

MORRISON, J; TOOMS, S; ROGERS, D; **DMA Management Guidance Notes**. IWA, 2007.

MUTIKANGA, H.; SHARMA, S.K.; VAIRAVAMOORTHY, K.; CABRERA JR., E. **Using performance indicators as a water loss management tool in developing countries**. 2010 *Journal of Water Supply: Research and Technology – AQUA*, v. 59, n. 9, p. 471-481. <https://doi.org/10.2166/aqua.2010.066>

ORELLANA O. **Controle ao planejamento de reabilitação de redes de distribuição de água**, 2018.

Prefeitura do Município de Mauá. (2019) Plano Municipal de Saneamento Básico.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico

TARDELLI, F. J. **Disponibilidade Hídrica e Controle de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água da RMSP - SABESP**. 6º Encontro Técnico Interamericano de Alto Nível. AIDIS, São Paulo, 2013

TARDELLI, F. J. **Controle e redução de perdas**. In: Mt T, editor. *Abastecimento de água*. São Paulo (SP): Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005.

VENTURINI, M.A.A.G.; Barbosa, P.S.F. & Luvizotto Jr., E. **Estudo de Alternativas de Reabilitação para Sistemas de Abastecimento de Água**. 2001: XIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Aracaju-SE, Brasil.

WATSON, R.T.; DIXON, J.A.; HAMBURG, S.P.; JANETOS, A.C.; MOSS, R.H. **Protecting our planet securing our future: linkages among global environmental issues and human needs**. Nairobi: United Nations Environment Programme, 1998. 95p.