

FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO
MBA – Saneamento Ambiental

Marcos Antonio de Sousa

**Controle e combate as perdas físicas e aparentes de água
em empresas de saneamento básico e o índice de perdas
no Brasil**

São Paulo
2021

Marcos Antonio de Sousa

**Controle e combate as perdas físicas e aparentes de água
em empresas de saneamento básico e o índice de perdas
no Brasil**

Monografia apresentada à FESPSP -
Fundação Escola de Sociologia e Política
de São Paulo, como exigência parcial para
obtenção do título de MBA em Gestão de
Saneamento Ambiental, sob a orientação
da Professora Tathiana Chicarino.

**São Paulo
2021**

Biblioteca FESPSP – Catalogação-na-Publicação (CIP)

Catalogação-na-Publicação – Biblioteca FESPSP

363.61

S725c Sousa, Marcos Antonio de.

Controle e combate as perdas físicas e aparentes de água em empresas de saneamento básico e o índice de perdas no Brasil / Marcos Antonio de Sousa. – 2021.

[42] p. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Profa. Dra. Tathiana Senne Chicarino.

Trabalho de conclusão de curso (Especialização: MBA em Gestão de Saneamento Ambiental) – Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo.

Referências: p. 27-28.

1. Água. 2. Perda. 3. Controle. I. Chicarino, Tathiana Senne. II. Título.

CDD 23.: Abastecimento de água – Problemas sociais e serviços 363.61

Elaborada por Éderson Ferreira Crispim CRB-8/9724

Marcos Antonio de Sousa

**CONTROLE E COMBATE AS PERDAS FISÍCAS E APARENTES DE ÁGUA EM
EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO E O ÍNDICE DE PERDAS NO BRASIL**

Monografia apresentada à FESPSP -
Fundação Escola de Sociologia e Política
de São Paulo, como exigência parcial para
obtenção do título de MBA em Gestão de
Saneamento Ambiental, sob a orientação
da Professora Tathiana Chicarino.

Data de aprovação: _____/_____/_____

Banca examinadora: _____

Nome do (a) professor (a), titulação, Instituição e assinatura.

Nome do (a) professor (a), titulação, Instituição e assinatura.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais esta oportunidade em adquirir novos conhecimentos que poderão levar qualidade de vida e bem-estar a muitas pessoas, a cuidar do ambiente que vivemos, em conhecer pessoas que contribuem para que possamos ser mais uteis e melhores como ser humano, dividindo conhecimentos e experiências de vida, bem como, a minha orientadora Tathiana Chicarino que deu apoio e orientação no desenvolvimento do trabalho. Que as bênçãos do Criador iluminem a todos com quem convivi neste período.

Resumo

O objetivo deste trabalho é demonstrar os impactos das perdas de água nas empresas de saneamento básico, os conceitos de perdas físicas e aparentes, as ações de controle e redução das perdas e o índice de perdas no Brasil, segundo dados do SNIS. As perdas físicas ou perdas operacionais são ocasionadas por extravasamentos de água em reservatórios ou vazamentos nos sistemas de distribuição em redes e ligações de água. As perdas factíveis ou perdas comerciais são as perdas que ocorrem no processo da micromedição, devido à margem de erro dos hidrômetros, na falha de cadastro de ligações e em fraudes, refletindo diretamente na arrecadação financeira da empresa. Os dados de índices de perdas físicas de água no Brasil, apresentados pelo SNIS 2018 e 2019, demonstram a evolução ou involução dos estados, das capitais e das empresas de saneamento. Analisando as informações do SNIS e a projeção da nova Lei de Saneamento nº 14.026 de 15 de julho de 2020, observamos um cenário de muito trabalho a ser realizado para alcançar a universalização do abastecimento de água até o ano de 2033, conforme determina a lei. A redução no índice de perdas prevista na lei contempla, também, o processo de melhoria e eficiência das empresas de saneamento.

Palavras-chave: Água, Perdas, Controle

Summary

The objective of this work is to demonstrate the impacts of water losses on basic sanitation companies, the concepts of physical and apparent losses, the actions to control and reduce losses and the loss rate in Brazil, according to data from the SNIS 2019. Physical or operational losses are caused by water overflows in reservoirs or leaks in distribution systems in water networks and connections. Feasible losses or commercial losses are losses that occur in the micro-measurement process, due to the water meter's margin of error, failure to register connections and fraud, directly reflecting on the company's financial collection. Data on physical water loss indices in Brazil, presented by SNIS 2018 and 2019, demonstrate the evolution or involution of states, capitals and sanitation companies. Analyzing the SNIS information and the projection of the new Sanitation Law No. 14.026 of July 15, 2020, we observe a scenario of a lot of work to be carried out to achieve universal water supply by the year 2033, as determined by the law. The reduction in the loss rate provided for in the law also includes the process of improvement and efficiency of sanitation companies.

Keyword: Water, Losses, Control

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
FESPSP	Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo
SABESP	Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional Informações Saneamento

LISTA DE ABREVIATURAS

Pág.	Página
Prof.	Professor
CCO	Centro de Controle Operacional
IWA	Associação Internacional da Água
DMC	Distrito de Medição Controle
IP	Indicador Percentual
IT	Indicador Técnico
IVI	Índice de Vazamentos da Infraestrutura
IPA	Índice de Perdas Aparentes
IPDT	Índice de Perdas na Distribuição Total
VD	Volume Distribuído (m ³ /ano)
VCM	Volume Consumido Micromedido (m ³ /ano)
VU	Volume relativo aos usos Operacionais, Emergências e Sociais (m ³ /ano)
NR media	Quantidade de Ramais – média aritmética de 12 meses (unidade)

. LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Representa o balanço hídrico da IWA	pág.4
Quadro 2 -	Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços SNIS em 2019, segundo tipo de prestador de serviços, macrorregião geográfica e Brasil	pág.18
Quadro 3 -	Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo estado, macrorregião e Brasil	pág.24

. LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Classificação dos tipos de vazamento	pág.5
Figura 2 -	Classificação dos tipos de reservatório	pág.7
Figura 3 -	Cruz de Lambert, estratégias para o controle de perdas reais	pág.12
Figura 4 -	Tipos de vazamentos e sua classificação	pág.13
Figura 5 -	Estratégias para o controle de perdas factíveis, Cruz de Lambert	pág.15
Figura 6 -	Mapa do índice de perdas na distribuição (IN049) prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo município	pág.22
Figura 7 -	Mapa do índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo estado e Distrito Federal	pág.27

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo tipo de prestador de serviços e média do Brasil pág. 19
- Gráfico 2 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo macrorregião geográfica e média do Brasil pág.20
- Gráfico 3 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do SNIS em 2018 e 2019, segundo prestador de serviços pág. 20
- Gráfico 4 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos 27 prestadores de abrangência local de maior porte participantes do SNIS em 2019 pág. 21
- Gráfico 5 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo capital de estado e média do Brasil pág. 23

. LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Tubulação em deterioração com corrosão das paredes pág.10

Foto 2 - Tubulação com incrustação e em deterioração pág.10

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	CONCEITO DE PERDAS DE ÁGUA TRATADA, CAUSAS E AÇÕES PARA CONTROLE.....	3
2.1	PERDAS NO SISTEMA DE RESERVAÇÃO	6
2.2	PERDAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO - TUBULAÇÕES	9
2.3	AÇÕES PARA CONTROLE DAS PERDAS APARENTES	13
2.4	INDICADORES DE ÍNDICE DE PERDAS	16
3	ÍNDICE DE PERDAS NO BRASIL – SNIS 2019.....	17
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	26
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

O controle de perdas de água no sistema de distribuição em empresas de Saneamento reflete a eficiência operacional da empresa, quanto menor a perda, mais eficiente é a empresa em sua gestão. Conhecer onde ocorrem as perdas e saber como combatê-las é essencial para o desenvolvimento de ações na gestão administrativa e operacional, conceitos técnicos e administrativos são abordados por estudiosos na trajetória do saneamento em todo o mundo. As ações e o controle de perdas de água refletem não somente na eficiência e melhoria da empresa como também de forma direta para os usuários dos serviços de saneamento.

A Agência Reguladora de Saneamento do Estado de São Paulo (ARSESP) definiu na revisão tarifária de 2020 da Sabesp que as perdas de água tratada, no sistema de distribuição, representam desperdícios de recursos naturais, operacionais e de receita, sendo que, parte desses custos, associados às perdas, são repassados às tarifas pagas pelos usuários.

Em 2019, no Brasil, o índice de perdas na distribuição foi de 39,2%, valor 0,7 ponto percentual superior ao de 2018. Esse é o percentual do volume de água disponibilizado que não foi contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas. SNIS, 2019.

Analisando os dados do SNIS 2019 observa-se que é necessário trabalhar com dedicação neste assunto, tendo em vista que o recurso que se perde, hídrico ou financeiro, poderia ser empregado na ampliação de novos sistemas e beneficiar uma população carente em obras de saneamento, seja em obras para o abastecimento de água ou para a coleta de esgotos.

De acordo com a IWA (2000, apud ARSESP, 2020, p.7), a quantidade de água perdida é um importante indicador que demonstra quão positiva ou negativa é a evolução da eficiência na distribuição de água, tanto em uma base anual como em uma tendência ao longo dos anos.

Para TARDELLI (2016, apud ARSESP, 2020, p.3), o controle efetivo de perdas promove a redução do consumo de energia elétrica nos sistemas de abastecimento de água, a redução dos produtos químicos utilizados para o tratamento da água, a diminuição da probabilidade de contaminação da água durante a distribuição, a redução do custo de operação e manutenção dos sistemas de abastecimento, o aumento do faturamento, a postergação de investimento na captação

e tratamento de água, contribuindo para a modicidade tarifária. Portanto, a redução de perdas poderá prorrogar esses investimentos, redirecionando-os a obras de ampliação da cobertura do atendimento, seja em água ou em esgoto, trazendo um benefício social e ambiental para a sociedade (MOLL, 2019).

A lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 § 1º, prevê que caberá à ANA estabelecer normas de referência sobre:

I - Padrões de qualidade e eficiência na prestação, na manutenção e na operação dos sistemas de saneamento básico;

II - Regulação tarifária dos serviços públicos de saneamento básico, com vistas a promover a prestação adequada, o uso racional de recursos naturais, o equilíbrio econômico-financeiro e a universalização do acesso ao saneamento básico;

III - padronização dos instrumentos negociais de prestação de serviços públicos de saneamento básico firmados entre o titular do serviço público e o delegatário, os quais contemplarão metas de qualidade, eficiência e ampliação da cobertura dos serviços, bem como, especificação da matriz de riscos e dos mecanismos de manutenção do equilíbrio econômico financeiro das atividades;

IV - Metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico para concessões que considerem, entre outras condições, o nível de cobertura de serviço existente, a viabilidade econômico-financeira da expansão da prestação do serviço e o número de Municípios atendidos;

V - Critérios para a contabilidade regulatória;

VI - redução progressiva e controle da perda de água;

VII - metodologia de cálculo de indenizações devidas em razão dos investimentos realizados e ainda não amortizados ou depreciados;

Considerando a relevância do trabalho de combate às perdas, os benéficos que podem ser alcançados por uma boa gestão e da obrigatoriedade definidas pela lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, o assunto perdas de água se torna ainda mais relevante quando analisamos os cenários de escassez hídrica nas mais variadas regiões do País.

A metodologia aplicada e os conceitos de perdas físicas e aparentes vêm sendo desenvolvidos por estudiosos da área de saneamento e serão adotados no decorrer deste trabalho.

O referido trabalho tem o objetivo de apresentar, de forma prática e técnica, como ocorrem as perdas de água no sistema operacional e comercial e quais as ações de controle e redução.

As perdas operacionais ou perdas físicas serão abordadas nos sistemas de reservação e em redes e ligações de água. As perdas comerciais ou perdas factíveis são as perdas ocorridas no processo administrativo que envolve a micromedição, cadastramento de ligações e fraudes e os seus processos serão detalhados.

O trabalho é desenvolvido com a apresentação dos conceitos de perdas físicas e aparentes, onde ocorrem e quais as ações para reduzi-las.

Na sequência uma visão geral das perdas no Brasil, nos estados, nas capitais e em empresas de saneamento, demonstrando a evolução ou involução no processo de perdas.

2 CONCEITO DE PERDAS DE ÁGUA TRATADA, CAUSAS E AÇÕES PARA CONTROLE

As perdas de água podem ocorrer em várias etapas em uma empresa de saneamento básico, captação, tratamento, reservação, distribuição e na área comercial, porém, as etapas de captação e tratamento não serão abordadas neste trabalho.

Os conceitos e a definição de perdas físicas e aparentes serão abordados nos processos de reservação, distribuição e na área comercial.

O conceito básico de perda é a diferença do volume que sai da estação de tratamento de água menos o volume registrado no hidrômetro dos consumidores, também, em conformidade com a Sabesp "A diferença do volume de água tratada colocada à disposição da distribuição e o volume medido nos hidrômetros dos consumidores finais em um determinado período de tempo." Sabesp (2005, apud. Mellanato, p.30, 2010).

Pela terminologia da IWA perda de água "é o volume de água referente a diferença entre a água entregue ao sistema de abastecimento e os consumos autorizados medidos e os não medidos, faturados ou não faturados, fornecidos aos consumidores cadastrados, a própria prestadora de serviços e a outros que estejam implícitas ou explicitamente autorizados a fazê-los". ALEGRE (2006, apud. Melato, 2010, p.30)

O quadro abaixo representa o balanço hídrico da IWA em um sistema de distribuição de água, demonstrando os consumos autorizados, não autorizados e os conceitos de perdas.

Quadro 1 - Representa o balanço hídrico da IWA

VOLUME PRODUZIDO OU DISPONIBILIZADO	CONSUMOS AUTORIZADOS	Consumos autorizados faturados	Consumos medidos faturados (incluindo água exportada)	ÁGUAS FATURADAS	
			Consumos não medidos faturados (estimados)		
		Consumos autorizados não faturados	Consumos medidos não faturados (usos próprios, caminhões-pipa)		ÁGUAS NÃO FATURADAS
			Consumos não medidos não faturados (combate a incêndios, suprimento de água em áreas irregulares)		
	PERDAS	Perdas aparentes (comerciais)	Consumos não autorizados (fraudes)		
			Falhas do sistema comercial		
			Submedição dos hidrômetros		
		Perdas reais (Físicas)	Vazamentos nas adutoras e redes de distribuição		
Vazamentos nos ramais prediais					
	Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios setoriais e aquedutos				

Fonte: Revista DAEE (2016).

Os conceitos apresentados no quadro acima são representados na descrição dos tipos de perdas e classificados como as perdas reais ou físicas, que serão abordadas nos sistemas de reservação e distribuição, e as perdas aparentes abordados na área comercial.

As perdas reais ou físicas são divididas em dois grupos, as perdas reais aparentes (I) e as perdas reais não aparentes (II), e podem ocorrer nos sistemas de reservação e distribuição, em redes e nas ligações de água.

- I. As perdas aparentes são as perdas visíveis que ocorrem na reservação e em redes e ligações de água, afloram nas vias públicas e em extravasamento de reservatórios.
- II. As perdas reais não aparentes são as perdas não visíveis que infiltram no solo ou seguem por redes coletoras de esgoto ou por galerias de águas pluviais e são detectadas por equipamentos acústicos denominados de geofones.

Segundo o Ministério das Cidades (2018), os vazamentos não visíveis podem ser classificados em:

- a) vazamentos inerentes, que se caracterizam por não serem detectáveis por métodos acústicos de detecção e, portanto, não poderão ser corrigidos;
- b) vazamentos detectáveis, que se caracterizam pela possibilidade de serem identificados através de métodos acústicos de detecção (geofones), permitindo sua posterior correção.

A figura abaixo apresenta um fluxograma com os tipos de vazamentos e suas classificações.

Figura 1 - Classificação dos tipos de vazamento



Fonte: ABENDE (2003).

A perda de água na área comercial ou classificada de perda aparente é a água consumida, porém não medida pelos equipamentos da empresa, hidrômetros ou ocasionada por fraudes, ligações clandestinas entre outros aspectos que não registram o volume consumido por usuários. Os impactos da perda aparente refletem de forma direta na arrecadação da companhia de saneamento.

Segunda a nota técnica 0064 ARSESP (2020), As perdas aparentes ou comerciais referem-se ao volume de água consumido pelos usuários, mas que não foram medidos, dessa forma, esse volume não impacta diretamente nos recursos hídricos, mas refletem na redução do faturamento das concessionárias devido à submedição dos hidrômetros, ligações clandestinas, fraudes, falhas cadastrais, entre outros aspectos que caracterizam as perdas aparentes.

Com a definição dos conceitos de perdas físicas e aparentes e os locais onde

ocorrem, passamos a definir as causas e as ações de controle e redução das perdas nos sistemas de reservação, distribuição e na área comercial.

2.1 PERDAS NO SISTEMA DE RESERVAÇÃO

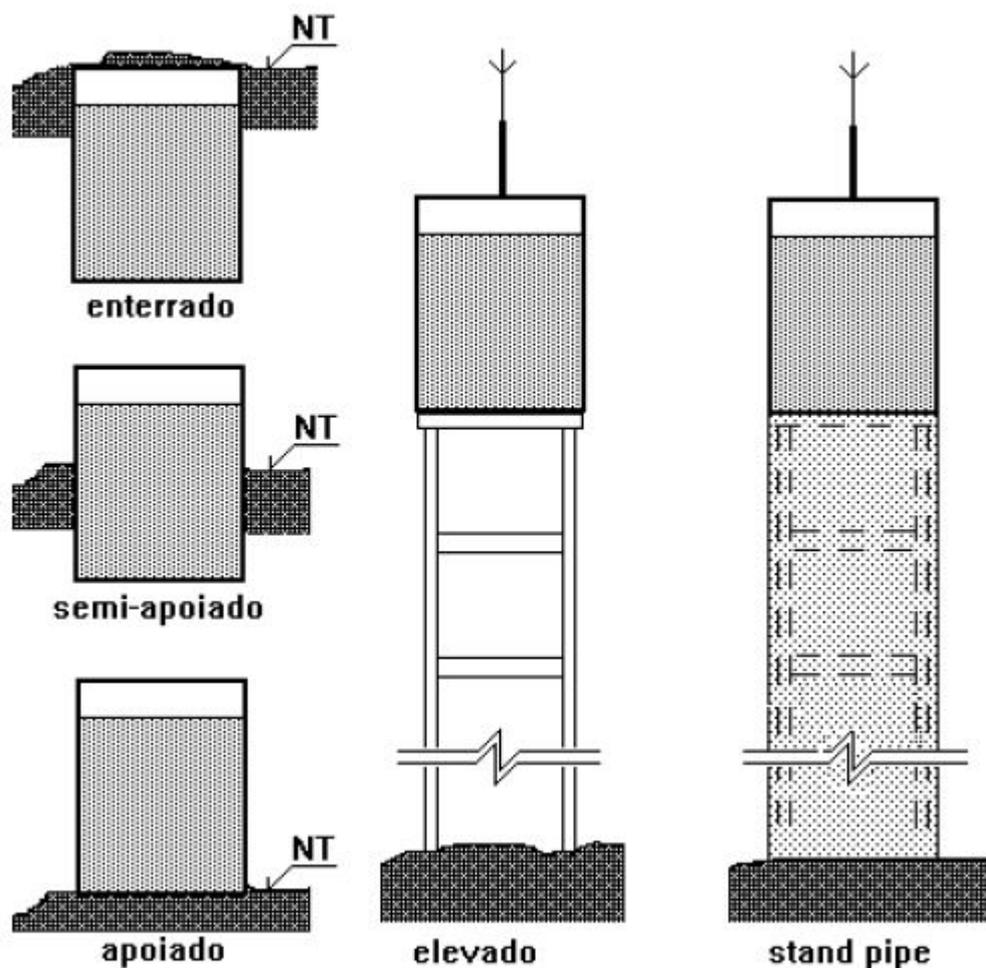
A água ao passar pelo sistema de tratamento é encaminhada aos reservatórios por gravidade ou através de bombeamento, deve ser medida para ter o controle do volume que está sendo disponibilizado na malha de abastecimento.

Os reservatórios de água tratada são instalações hidráulicas inseridas em regiões estratégicas, tem a finalidade de manter o abastecimento de determinadas regiões, manter o equilíbrio do abastecimento de forma constante e com qualidade, garantir a adução com vazão e altura manométrica constante e garantir o abastecimento da região por 1/3 do dia caso haja paralizações no sistema de produção de água, conforme prevê a NBR 12217/1994.

De acordo com as características do terreno, da área de abrangência e da dimensão do projeto os reservatórios podem ser construídos em alvenaria de concreto, fibra, aço e outros materiais, podendo adotar métodos construtivos do tipo enterrados, semi-enterrado apoiado, elevado e stande pipe.

A figura 2 representa os tipos de reservatório classificados pelo método construtivo.

Figura 2 – Classificação dos tipos de reservatório.



Fonte: IT p147 (2007).

Os reservatórios são estruturas hidráulicas compostas por tubulações de entrada e saída de água, extravasores, sistema de respiros, válvulas de registro para abertura e fechamento de entrada e saída de água, medidores de vazão de entrada e saída de água e sistemas de nível de reservação que operam as vinte e quatro horas do dia. Na operação de período contínuo pode ocorrer avarias nos sistemas mecânicos, eletromecânicos e de automação, podendo ocasionar extravasamentos e vazamentos em redes de água, provocado por golpes hidráulicos devido a alteração brusca do nível de reservação.

As perdas físicas de água na reservação ocorrem das seguintes formas:

- a) Através de extravasamento por falha no sistema de controle de nível da água do reservatório e travamento em boias mecânicas;

- b) Falhas no sistema de telemetria, ocasionando abertura ou fechamento de válvulas eletrônicas, controle de sistemas de bombeamento, aumento ou redução das pressões nas redes de distribuição;
- c) Danos em válvulas de fechamento automatizado, erro na calibração de fechamento e abertura da válvula e defeitos mecânicos ou elétricos;
- d) Queima ou erro de calibragem de sensores de nível eletrônico;
- e) Vazamentos na estrutura do reservatório.

Ações para controle de perdas no sistema de reservação:

- a) Vistorias diárias para análise das condições operacionais dos reservatórios são de extrema importância para manter o abastecimento de água das regiões atendidas pelos reservatórios e a qualidade da água distribuída evitando problemas operacionais como extravasamentos de água e rompimento de redes por variações abruptas no sistema hidráulico.
- b) Elaborar uma check list de visita de campo para cada sistema de reservação, considerando a estrutura e o nível de equipamentos instalados, principalmente para os sistemas não providos de automação e controle online.
- c) Automatizar as informações, envio ao centro de controle operacional (CCO), com os dados de vazão de chegada e saída, nível do reservatório e dados dos sistemas de bombeamento, são informações importantes para análise operacional e devem informar em tempo real o status da operação dos equipamentos, ligados ou desligados, que estejam conectados ao reservatório.
- d) São necessárias visitas diárias aos reservatórios sem comunicação e um programa de manutenção preventiva nos equipamentos hidráulicos do sistema, porém, os problemas operacionais no controle de nível do reservatório, boias ou falta de água ocasionada por rompimento de redes ou adutoras levam um período maior para ser detectado e ocasionam um volume de perdas de água maior.
- e) Nas paradas programadas de limpeza e desinfecção dos reservatórios deve-se executar inspeção crítica das condições estruturais verificando

eventuais sinais de deterioração da estrutura ou fissuras que possam comprometer a estrutura física do reservatório e causar infiltrações ou vazamento.

2.2 PERDAS NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO - TUBULAÇÕES

As maiores perdas de água ocorrem na malha de distribuição, em adutoras, redes e ligações. Os rompimentos de tubulações podem ocorrer por diversos fatores, tais como, tubulações antigas com sua estrutura deteriorada, alta pressão nas redes de distribuição, grandes variações de pressão nas redes, transientes hidráulicos, interferência de terceiros, qualidade ruim dos materiais aplicados, instabilidade do solo e mão de obra ruim na implantação da obra e na manutenção dos serviços.

De acordo com Chama Netto (2005), As redes de distribuição de água são constituídas por tubos e peças, tais como, curvas, tees, reduções, registros, válvulas, hidrantes entre outros, que precisam ter resistências suficiente para suportar não somente as pressões internas estáticas e dinâmicas, mas também capacidade para suportar os esforços externos atuantes sobre a mesma, assim como, a variação de pressão que surge de maneira repentina e pode ser gerado pela abertura ou fechamento rápido de uma válvula, hidrante ou partida rápida de uma bomba. Os esforços externos atuantes sobre uma tubulação normalmente são o peso de terra sobre o tubo e o carregamento devido ao trânsito de veículos na superfície.

Segundo Tsutiya (2006), a deterioração dos sistemas de transporte e distribuição de água mais antigos, que não sofrem adequada manutenção e recuperação, resulta em elevada perda de carga, com importantes perdas de faturamento por parte da prestadora de serviço, devido aos vazamentos, bem como, deixa o sistema de abastecimento vulnerável à contaminação da água através da perda de estanqueidade das tubulações e juntas danificadas.

Segundo morais (2010), A deterioração das redes e ramais ao longo dos anos pode provocar rompimentos nas tubulações gerando vazamentos, onde a água escoar pelas redes de esgoto ou pelas redes de água pluvial, impossibilitando que o problema seja visivelmente detectado, muitas vezes durante um período bastante prolongado.

As fotos abaixo demonstram a deterioração de tubulações de ferro fundido e a encrustação de materiais em redes de cimento amianto. Nas redes de ferro fundido a deterioração ocasiona vazamentos e perdas de grandes volumes de água tratada e nas redes de cimento amianto a perda hidráulica e a capacidade de escoamento de água, alteração da qualidade da água e interferência na pressão dinâmica do

abastecimento aumentado os riscos de rompimento das tubulações.

Foto 1 - Tubulação em deterioração com corrosão das paredes



Fonte: Adaptado pelo autor. Sabesp (2021)

Foto 2 - Tubulação com incrustação e em deterioração



Fonte: Adaptado pelo autor. Sabesp (2021)

No que se refere à vida útil destas tubulações, Tardelli (2005, apud Melato, 2010, p.65) “aponta que os componentes de um sistema de distribuição têm uma vida útil que depende da qualidade do material empregado, das condições físico-químicas do solo, da qualidade da execução de implantação e posteriormente da manutenção e das proteções contra o fenômeno da corrosão, estima-se a vida útil da tubulação em torno de 50 anos, já os ramais prediais a vida útil estimada é bem menor. Considerando-se o valor de 50 anos para a vida útil das redes de distribuição, deve-se prever um programa de renovação da infraestrutura abrangendo um percentual de 2% da extensão total ao ano, incluindo a troca dos ramais”.

De acordo com Martins e Sobrinho (2006), hoje no Brasil, as maiores deficiências dos sistemas de abastecimento de água devem-se principalmente à deterioração dos sistemas antigos, especialmente na parte de distribuição de água.

No que se refere às redes de distribuição de água, o sistema de abastecimento se torna bastante complexo, tanto em relação ao dimensionamento quanto à operação e manutenção.

Coelho, Loureiro e Alegre (2006) afirmam que as redes de distribuição são tipicamente “infraestruturas enterradas” em que uma reduzida parte dos componentes possibilita inspeção, o que dificulta a monitorização do sistema.

Considerando as condições técnicas da estrutura de redes e ramais de água, o tempo estimado da vida útil das tubulações, mais as interferências externas é fundamental que o cadastro técnico seja atualizado e confiável, para que se possa desenvolver um projeto de renovação dos ativos de redes e ramais, que atue tecnicamente na atualização dos setores de abastecimento, controlando o volume de entrada e saída de água, o volume consumido dos imóveis e os volumes diversos. As ações para redução e melhoria do sistema de abastecimento estão ligadas a qualidade das tubulações, controle das pressões dinâmicas e das ações operacionais de manutenção.

Ações para redução de perdas em Redes e Ligações:

- a) Controle de pressão na malha de distribuição utilizando-se de válvulas redutoras de pressão e instalação de inversores de pressão em sistemas de bombeamento;
- b) Análise técnica criteriosa da malha de distribuição e o acompanhamento do abastecimento nos pontos críticos de pressão com instalação de equipamentos para registro de vazão e pressão;
- c) Remanejamento de tubulações e ligações antigas, iniciando-se pela região onde ocorre o maior índice de perdas físicas em redes e ligações;
- d) Agilidade nos processos operacionais de reparo de vazamentos em redes e ligações de água;
- e) Controle na qualidade dos materiais empregados na manutenção de redes e ramais e na execução de novas obras de expansão do abastecimento de água;
- f) Implantação de DMCs;
- g) Acompanhamento de vazões noturnas;
- h) Geofonamento das regiões que apresentarem índices de vazão altos;
- i) Qualificação da mão de obra dos serviços operacionais.

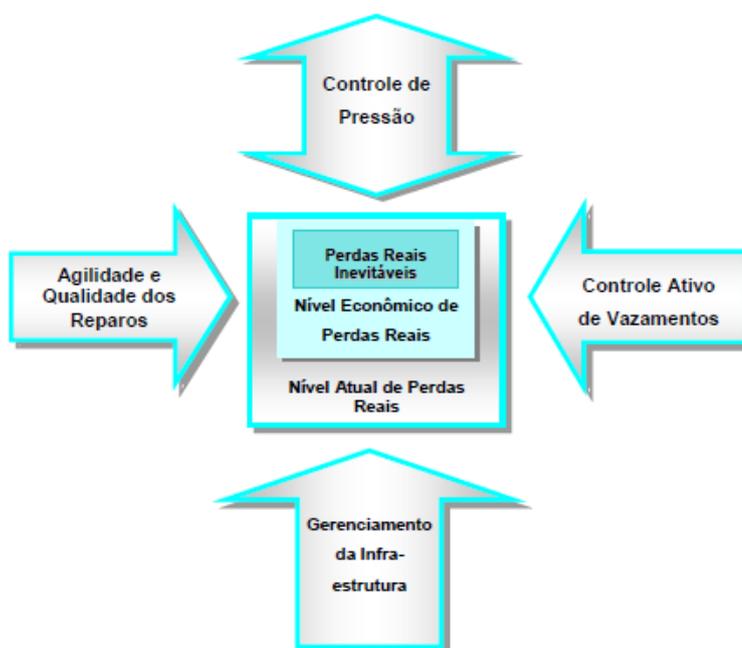
Para LAMBERT (2007, p.31-32 Carozzi, apud, 2020, p.12), “O nível das pressões nos sistemas de distribuição tem forte impacto sobre o volume de perdas reais, quanto maior a pressão maior a vazão dos

vazamentos. A redução de pressão diminui a vazão dos vazamentos e reduz a incidência de novos vazamentos”.

LAMBERT(2002 Carozzi, apud, 2020, p.14), “aborda quatro ações para o gerenciamento de perdas; **Gerenciamento de pressões** que reduz a vazão dos vazamentos e a incidência de novos vazamentos; **Gerenciamento da infraestrutura**, que abrange a seleção dos materiais aplicados, sua instalação, manutenção e renovação, tendo forte influência no número de novos vazamentos; **Controle ativo dos vazamentos** e a **agilidade e qualidade dos reparos**, ações essas fundamentais para limitar a duração dos vazamentos não visíveis detectáveis”.

A “Cruz de Lambert” ilustra a adoção dessas 4 estratégias para o controle das perdas reais. Observa-se que o nível econômico de perdas se encontra entre o nível atual de perdas reais e as perdas inevitáveis, que corresponde ao nível mínimo de perdas tecnicamente atingível conforme demonstra a figura 2.

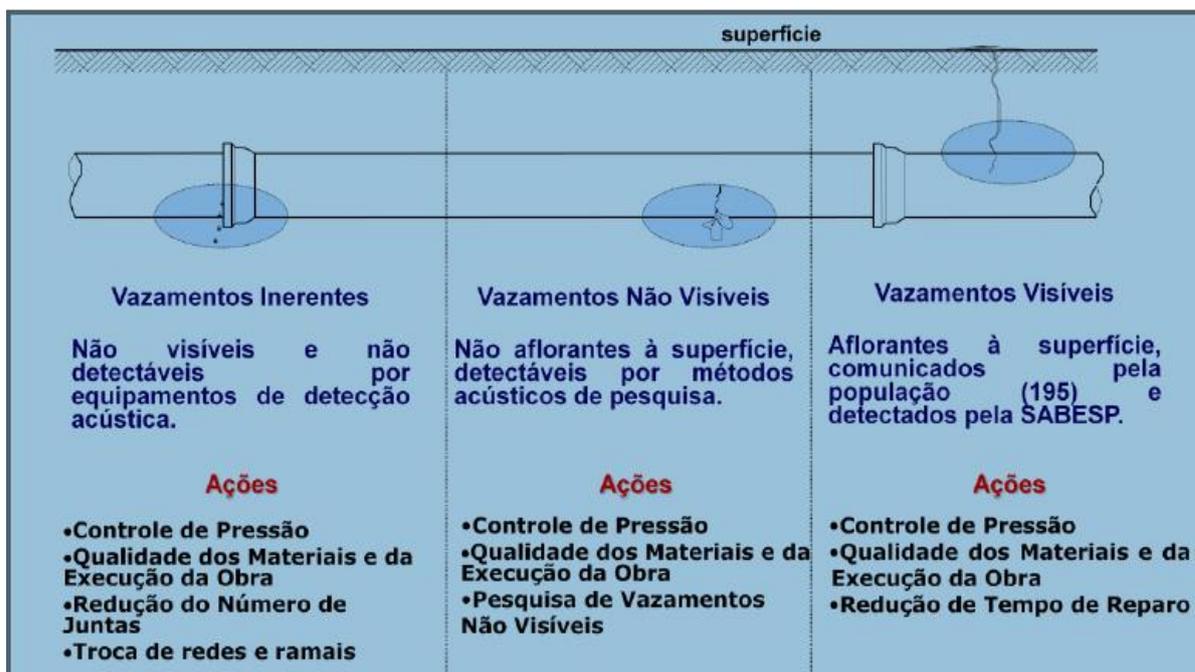
Figura 3 - Cruz de Lambert, estratégias para o controle de perdas reais



Fonte: Sabesp (2018)

A figura 3 apresenta a classificação dos vazamentos, o processo para detecção e as ações para reduzir a ocorrência dos vazamentos.

Figura 4 - Tipos de vazamentos e sua classificação



Fonte: TARDELLI FILHO (2004).

Para todos os serviços de manutenção ou para a execução de novas redes ou ligações é primordial que as equipes sejam bem treinadas e os materiais de boa qualidade.

2.3 AÇÕES PARA CONTROLE DAS PERDAS APARENTES

A perda classificada de aparente ou comercial é a água consumida, porém não medida pelos equipamentos da empresa, não sendo registrado nem contabilizado o volume consumido pelos usuários, ocasionando a perda de faturamento nas empresas de saneamento. As perdas aparentes ocorrem no processo de micromedição, em ligações factíveis, fraudes e em outras situações onde acontece a retirada de água e não há a contabilização para o caixa da empresa.

Perdas na micromedição - No processo de micromedição podemos elencar vários fatores que impactam na medição dos volumes consumidos pelos clientes, sendo os principais, hidrômetros antigos que perdem a eficiência de medição, hidrômetros com avarias causadas pelo cliente para impedir a medição, hidrômetros inclinados que perdem a eficiência ou até mesmo podem deixar de registrar o volume consumido.

As principais ações no combate as perdas na micromedição:

- a) Gerenciar o parque de medidores instalados, hidrômetros com idade acima de oito anos tem probabilidade maior de baixa eficiência ocasionando a submedição;
- b) Vistoriar as instalações, hidrômetros avariados ou não instalados corretamente resultam na falha de medição ocasionando submedição ou até mesmo não medindo o volume consumido.
- c) Gerenciar consumidores que reduzem o consumo de forma brusca, pode estar ocorrendo problemas no medidor;

A setorização comercial e as rotas de leitura devem estar compatibilizadas com os DMCs para as tomadas de decisões e gerenciamento das perdas factíveis do setor.

Os processos de vistoria das instalações podem ocorrer quando se faz as leituras mensais dos hidrômetros para a emissão das contas, nesse caso, os profissionais devem ser treinados para fazer uma análise técnica de possíveis irregularidades na instalação do imóvel.

Macromedição - O processo de macromedição é geralmente ligado à área operacional, porém vamos abordá-lo na área das perdas factíveis, tendo em vista tratarmos de eficiência de medição em medidores de vazão do sistema de distribuição de água. A eficiência na macromedição e da micromedição resulta em dados confiáveis e reais para as análises das perdas físicas e factíveis.

Os macros medidores são instalados nas redes de distribuição de água e contabilizam o volume fornecido para a malha de distribuição, os aspectos técnicos considerados no processo de micromedição devem ser considerados no processo da macromedição, local de instalação, tipo de medidor e calibração do equipamento.

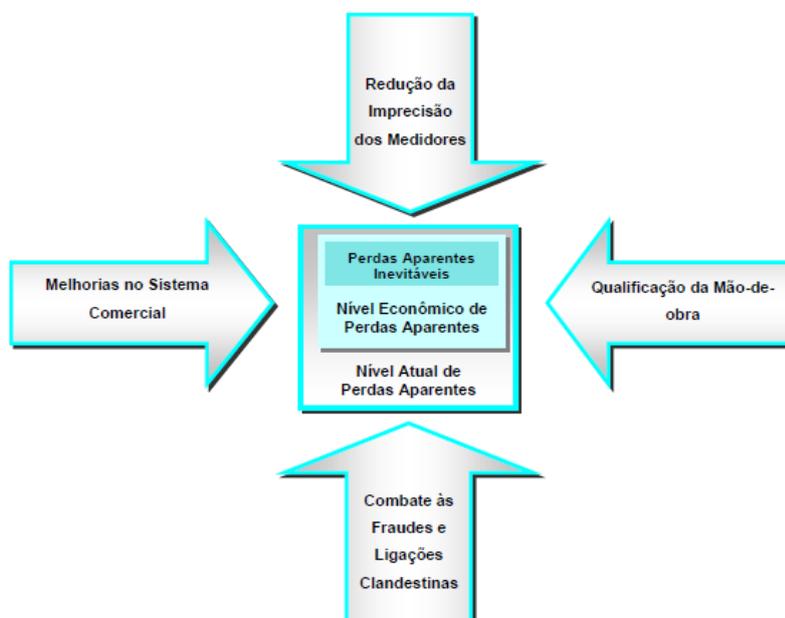
Fraudes - As fraudes podem ser ocasionadas por ligações clandestinas, ligações irregulares que *by pass* a passagem da água pelo hidrômetro ou por danos ocasionados para interromper o funcionamento dos hidrômetros, não medindo a água consumida pelo imóvel, ocasionando perda de faturamento e refletindo no cálculo das perdas físicas, pois não contabilizará os volumes consumidos.

Ações para redução das fraudes:

- a) Estas irregularidades podem ser detectadas quando se faz a leitura dos hidrômetros para emissão das contas de água;
- b) Análise da área comercial que ao verificar a média de consumo no imóvel pode detectar uma interrupção no consumo, neste caso encaminha um agente para vistoria das instalações;
- c) Ações de regularização de áreas improprias ocupadas indevidamente, mangues, favelas e outras que utilizam de forma clandestina ligações nas redes públicas de água;
- d) Atualização do cadastro comercial e regularização de ligações não cadastradas;
- e) Treinamento de equipes para análise de dados e agilidade nas ações de reparos.

A Cruz de Lambert apresenta na figura 4, um conjunto de ações que executadas resultam no controle das perdas aparentes e estão ligadas as ações comerciais.

Figura 5 - Estratégias para o controle de perdas factíveis, Cruz de Lambert



Fonte: Adaptado de TARDELLI FILHO, 2004

O processo de perdas físicas e aparentes precisa de investimentos em equipamentos, na renovação de ativos, no treinamento para capacitação da mão de obra que atua nestas áreas, em tecnologia de programas de controle para análise e armazenamento de dados, na melhoria de materiais utilizados e na perseverança das ações que devem ocorrer diariamente.

Para avaliar o desempenho e a eficiência das ações planejadas e executadas é necessário medir o processo, utilizando indicadores que represente as condições reais da estrutura operada, ferramenta denominada de indicador de índice de perdas, apresentado no item a seguir.

2.4 INDICADORES DE ÍNDICE DE PERDAS

Indicador do índice de perdas é uma ferramenta necessária para avaliar o desempenho do processo e a eficiência do sistema de abastecimento de água, é uma ferramenta que dá subsídio ao gestor para tomadas de decisões e uma forma de apresentar a eficiência da empresa ao poder concedente, a sociedade e aos órgãos fiscalizadores.

Para o estabelecimento de metas, (LAMBERT, et al.,2014,p. 8) recomenda o seu cálculo em termos de volume por ano (m³/ano) e sua posterior conversão no indicador medido em litros/ramal/dia, que é mais adequado para acompanhar a evolução das perdas num mesmo sistema de abastecimento ao longo do tempo EUROPEAN UNION (2015, p.36 Carozzi, apud, 2020, p.16)

Estabelecer metas para a melhoria dos processos faz parte da gestão de todas as empresas. Planejar, executar e medir os resultados se torna necessário, o indicador de índice de perdas tem várias formas de ser calculado, porém será abordado o modelo utilizado pela Sabesp, o índice de perdas total na distribuição (IPDt) conforme formula a seguir.

$$IPD_t = \frac{[VD - (VCM + VU)]}{NR_{media}} \times \frac{1000}{365}$$

Onde:

IPDt = Índice de Perdas Total na Distribuição (L/ramal/dia)

VD = Volume Distribuído (m³/ano)

VCM = Volume Consumido Micromedido (m³/ano)

VU = Volume relativo aos usos Operacionais, Emergências e Sociais (m³/ano)
NR media = Quantidade de Ramais – média aritmética de 12 meses (unidade)

Este indicador mede o volume de perdas diárias totais, perdas físicas e aparentes dividido pelo número total de ligações e é indicado pela IWA como ferramenta para análise de perdas.

Considerando os conceitos de perdas, as ações necessárias para melhoria dos processos, os benefícios obtidos na redução das perdas e as diretrizes do novo marco regulatório regido pela lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, nos remete a analisar, no item a seguir, o desempenho do País, dos estados, das capitais e das empresas de saneamento conforme dados do SNIS 2018 e 2019.

3 ÍNDICE DE PERDAS NO BRASIL – SNIS 2019

Em 2019, no Brasil, o índice de perdas na distribuição foi de 39,2%, valor 0,7 ponto percentual superior ao de 2018. Esse é o percentual do volume de água disponibilizado que não foi contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas. SNIS, 2019.

As perdas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. É um tema de alta relevância frente a cenários de escassez hídrica e de altos custos de energia elétrica, além da sua relação direta com a saúde financeira dos prestadores de serviços, uma vez que, podem representar desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita. Dessa forma, os custos decorrentes das perdas devem ser minimizados e estar sujeitos a gerenciamento apropriado, pois são repassados ao consumidor final. SNIS, 2019.

O SNIS calcula indicadores de perdas em sistemas de abastecimento de água segundo três unidades diferentes: em percentual – Índice de perdas na distribuição (IN049); em litros por ligação ao dia – Índice de perdas por ligação (IN051); e em metros cúbicos por quilômetro de rede ao dia – Índice bruto de perdas lineares (IN050). A expressão de cálculo de tais indicadores pode ser consultada por meio dos Glossários de Informações e Indicadores, no site do SNIS (www.snis.gov.br/glossarios). SNIS, 2019.

O enfoque é dado na avaliação dos resultados do Índice de perdas na

distribuição (IN049), ao mesmo tempo que é iniciada a discussão sobre o uso do Índice de perdas por ligação (IN051) na avaliação das perdas de água no Brasil. SNIS, 2019.

O IN049 é um indicador volumétrico da água na distribuição perdida em relação à água produzida. O indicador é calculado pela diferença entre o volume de água produzido (AG006) e o volume de água consumido (AG010), dividido pelo volume de água produzido (AG006). Nessa equação é descontado de AG006 o volume usado para atividades operacionais e especiais (AG024) e somado o volume de água tratada importado (AG018), tanto no numerador quanto no denominador. SNIS, 2019.

Quadro 2 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços SNIS em 2019, segundo tipo de prestador de serviços, macrorregião geográfica e Brasil

Macrorregião	Tipo de prestador de serviços					Total
	Regional	Microrregional	Local Direito Público	Local Direito Privado	Local Empresa privada	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Norte	55,7	30,6	35,2	-	69,8	55,2
Nordeste	46,5	-	39,2	13,0	55,1	45,7
Sudeste	36,3	21,8	37,1	29,8	32,4	36,1
Sul	38,2	23,4	35,4	44,2	34,1	37,5
Centro-Oeste	31,7	36,4	39,2	-	39,0	34,4
Brasil	39,6	23,4	37,1	30,9	46,4	39,2

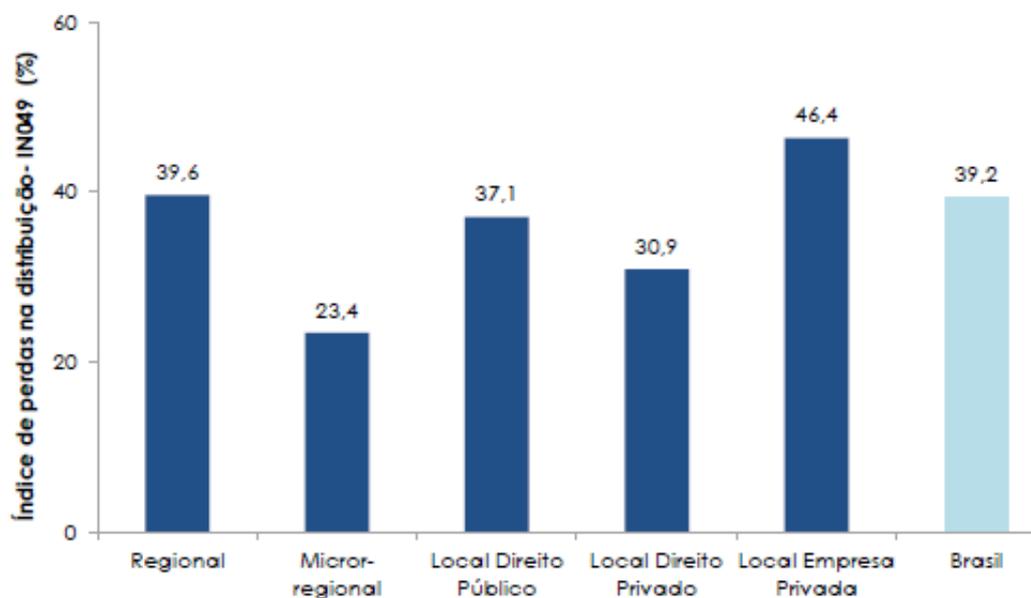
Fontes: SNIS (2019)

Notas: a). As macrorregiões Norte e Centro-Oeste não têm prestadores de serviços de abrangência Local – Direito privado e a macrorregião Nordeste não tem prestadores de serviços de abrangência Microrregional. Existem apenas oito prestadores de serviços de abrangência Microrregional, sendo três no Sudeste (que cobrem 10 municípios), dois no Sul (5 municípios), um no Centro-Oeste (2 municípios) e dois no Norte (39 municípios). Existem apenas 16 prestadores de serviços de abrangência Local Direito Privado, sendo três no Nordeste, sete no Sudeste e seis no Sul.

Esse é o percentual do volume de água disponibilizado que não foi contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas. Dessa forma, o valor atual mantém o aumento identificado desde 2016, ano em que o índice subiu 1,4 ponto percentual após a constância de queda identificada no período de 2012 a 2015. Possíveis causas para tal comportamento podem ter origem tanto na qualidade dos dados informados para o cálculo do indicador, quanto no efetivo aumento do volume de perdas por alguma ineficiência por parte dos prestadores de serviços.

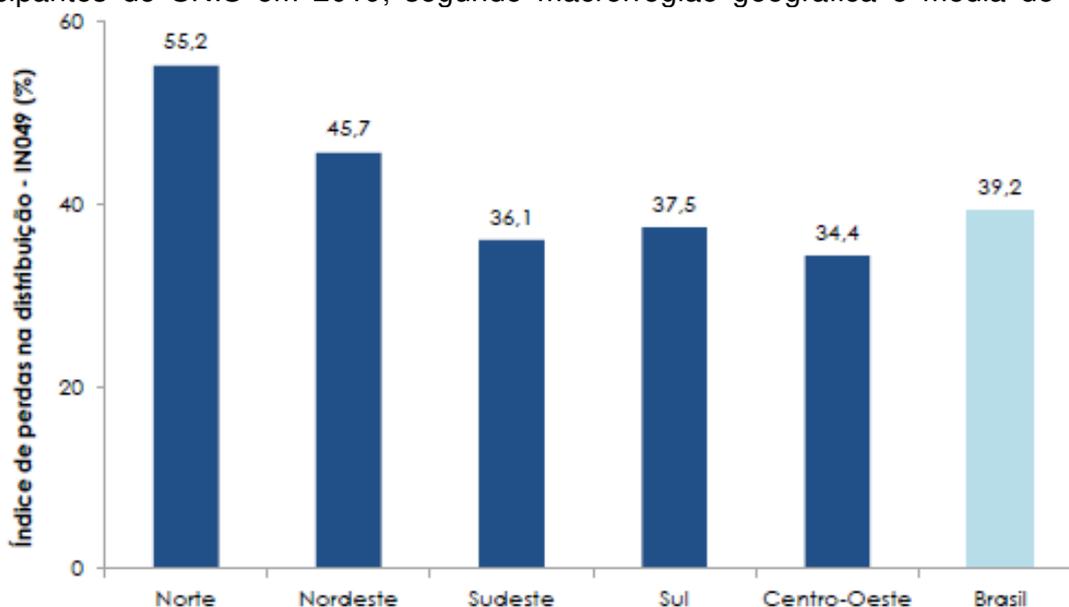
Os gráficos a seguir apresentam através do indicador (IN049) a eficiência do índice de perdas no País, demonstrando a análise por estados, capitais, município e por empresas.

Gráfico 1 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo tipo de prestador de serviços e média do Brasil



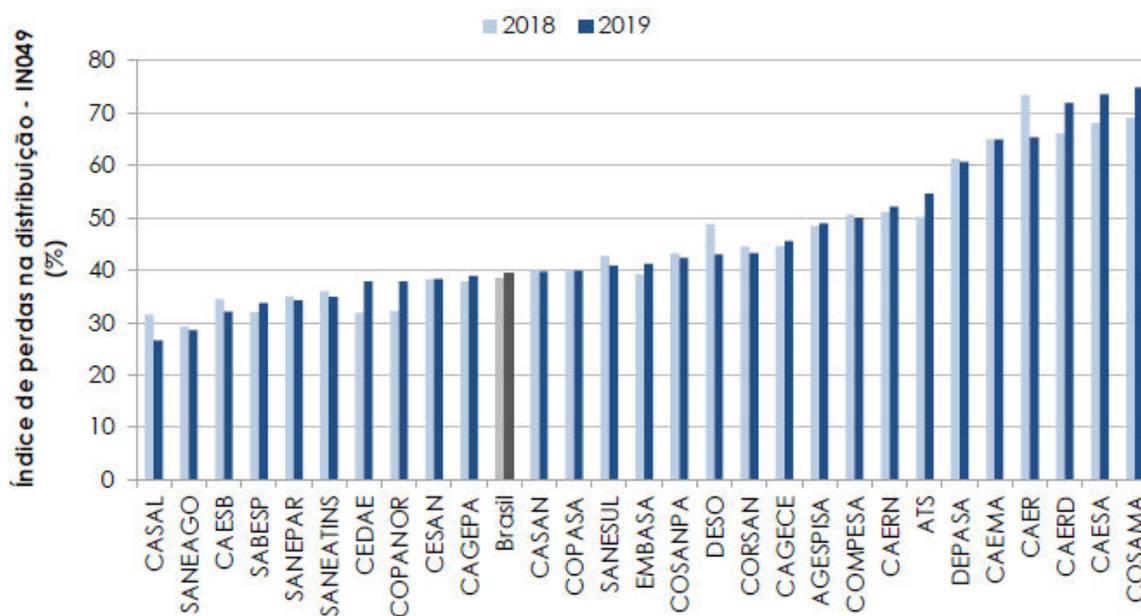
Fonte: SNIS (2019).

Gráfico 2 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo macrorregião geográfica e média do Brasil



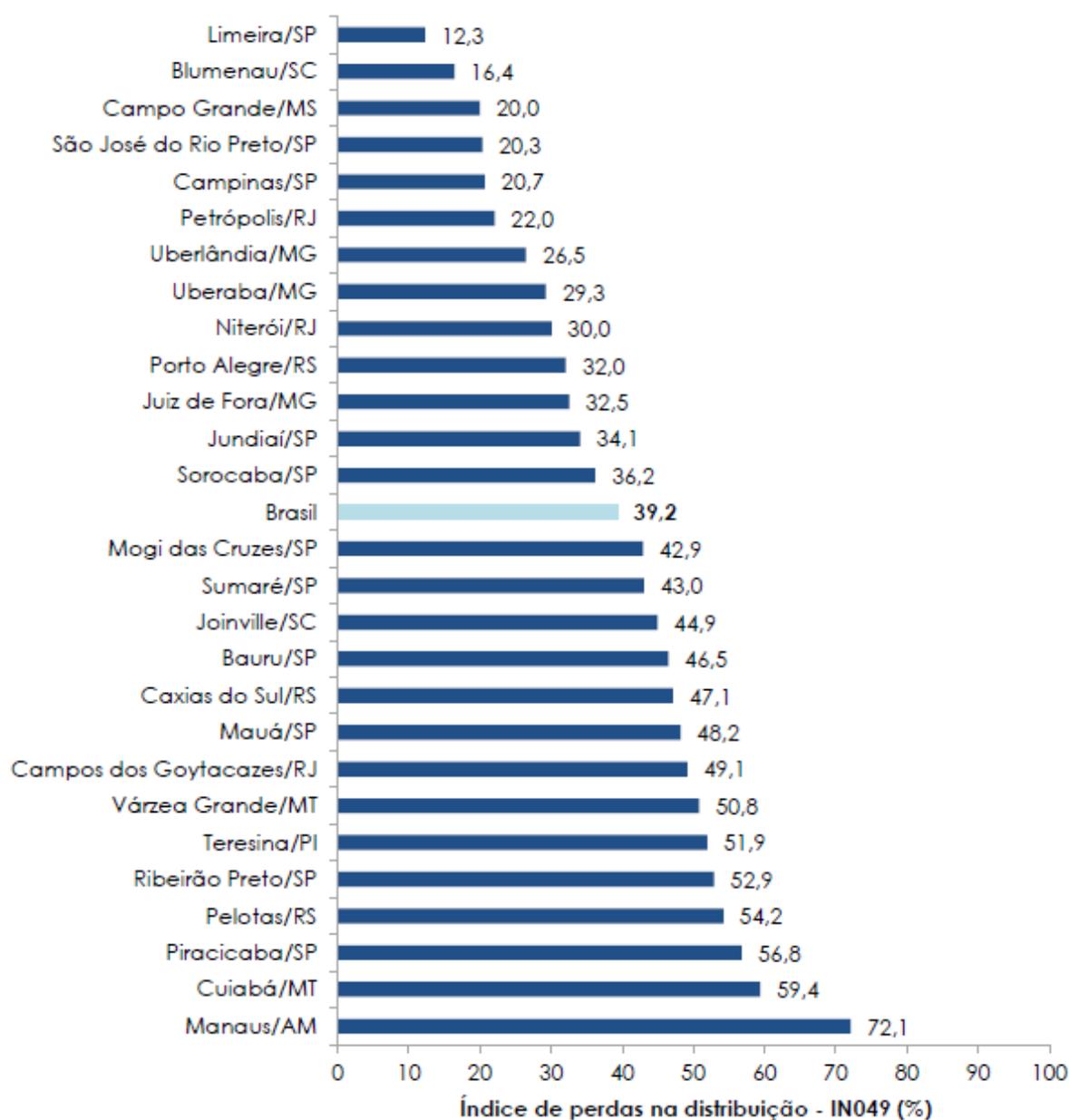
Fonte: SNIS (2019).

Gráfico 3 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços de abrangência regional participantes do SNIS em 2018 e 2019, segundo prestador de serviços



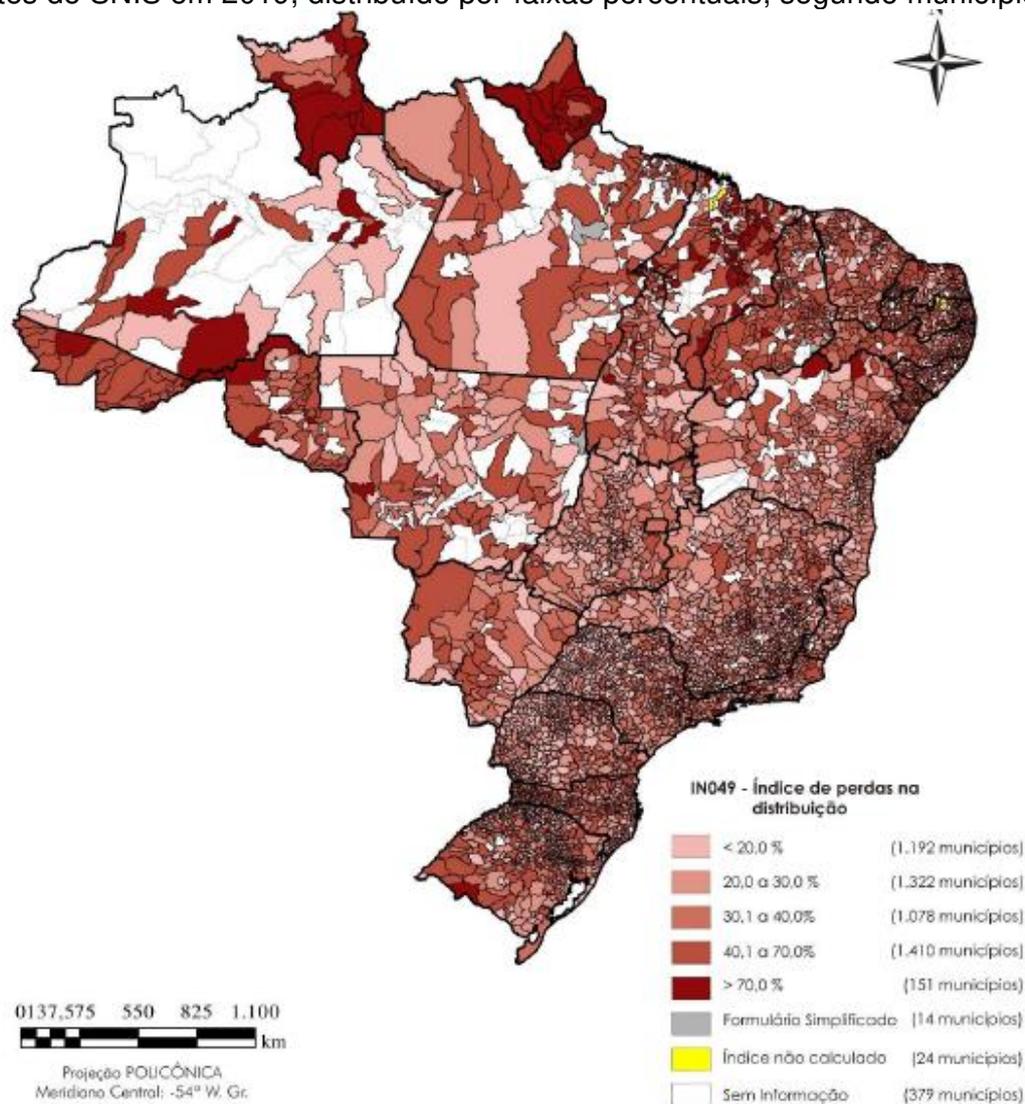
Fonte: SNIS (2019).

Gráfico 4 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos 27 prestadores de abrangência local de maior porte participantes do SNIS em 2019



Fonte: SNIS (2019).

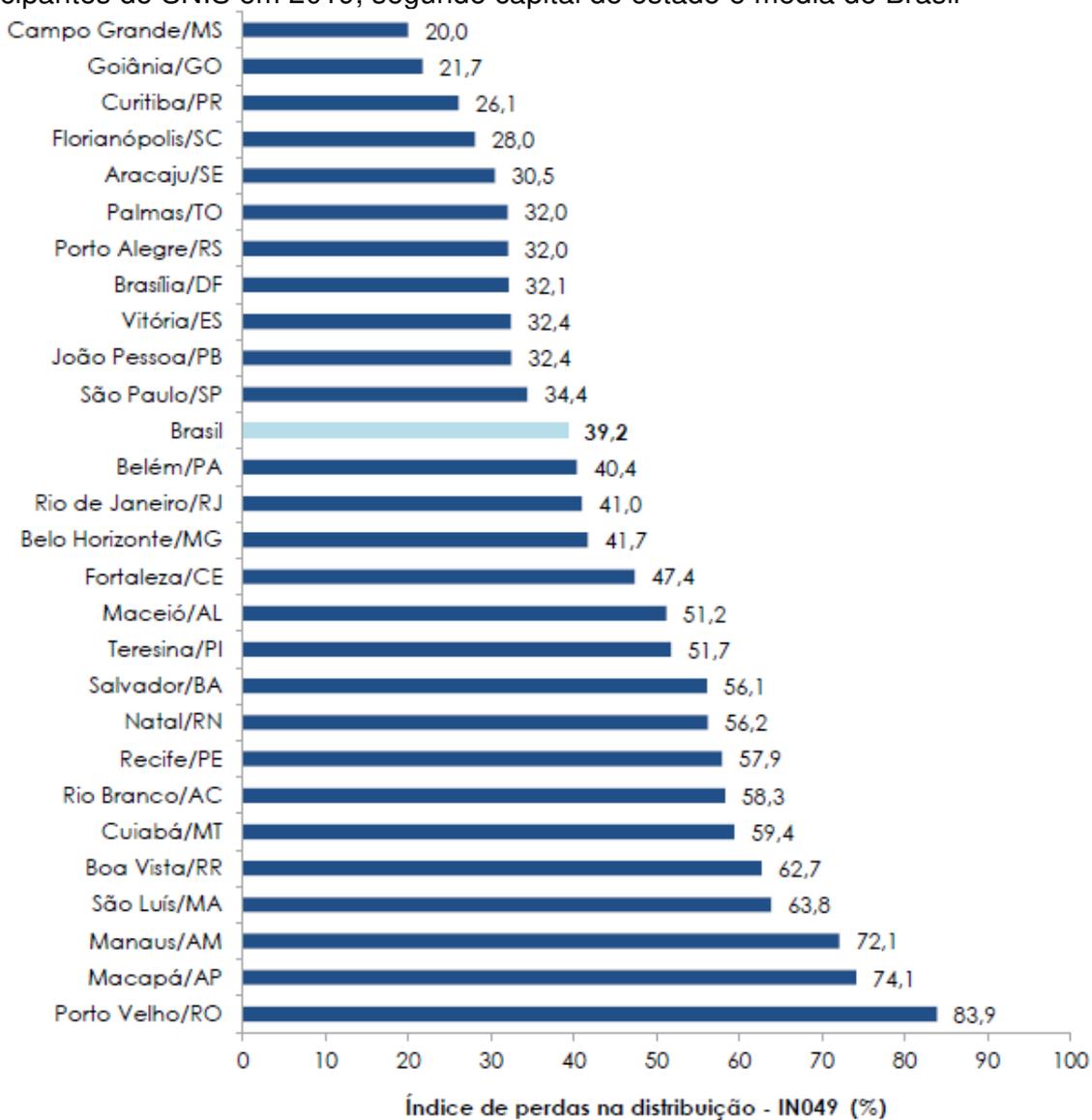
Figura 6 - Mapa do índice de perdas na distribuição (IN049) prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo município



Fonte: Malha municipal digital do Brasil, Base de Informações Municipais 4, IBGE, 2003. Dados: SNIS, 2019.

Fonte: SNIS (2019).

Gráfico 5 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo capital de estado e média do Brasil



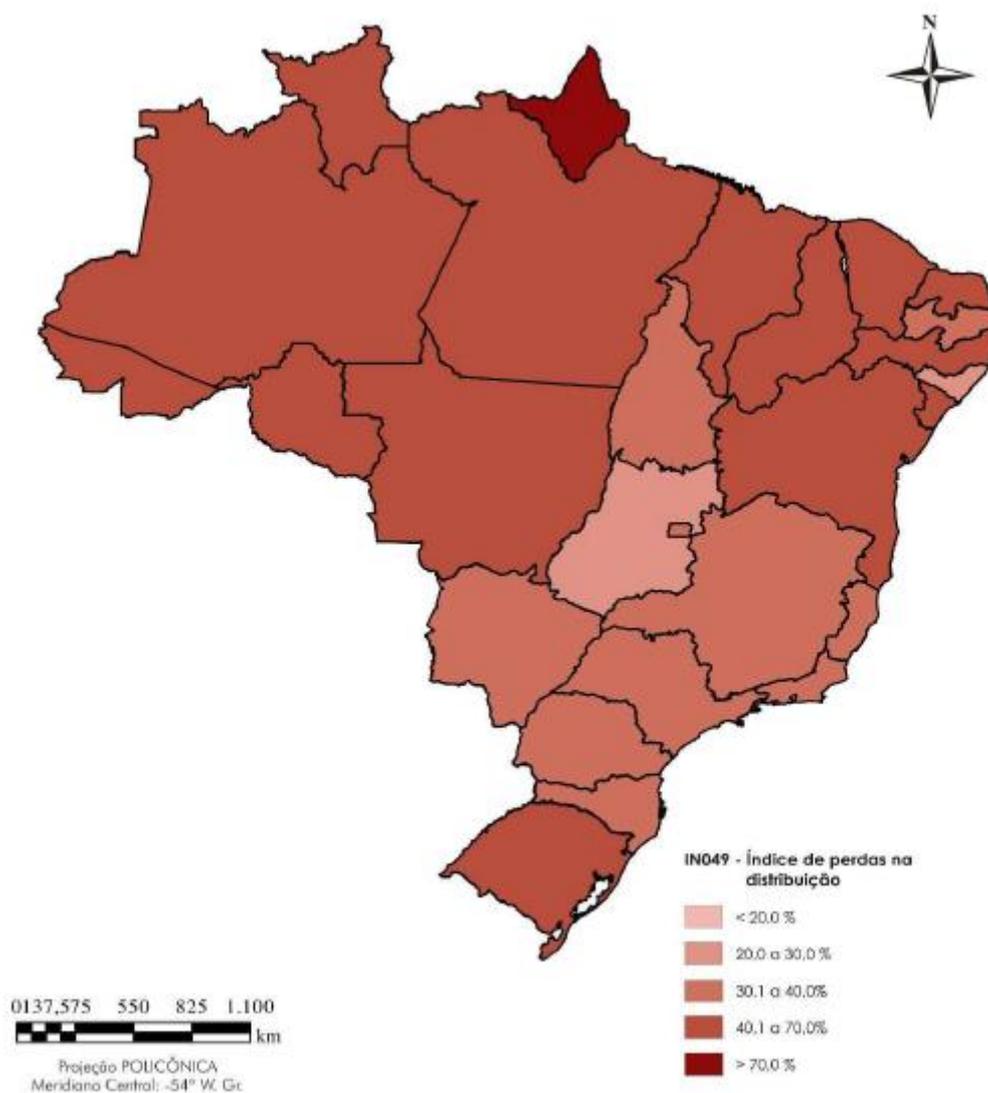
Fonte: SNIS (2019).

Quadro 3 - Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, segundo estado, macrorregião e Brasil

Estado/ Macrorregião	IN049 (%)
Acre	60,7
Amapá	73,6
Amazonas	68,0
Pará	40,3
Rondônia	60,8
Roraima	65,4
Tocantins	33,6
Norte	55,2
Alagoas	29,8
Bahia	40,2
Ceará	43,0
Maranhão	59,5
Paraíba	38,8
Pernambuco	50,1
Piauí	48,4
Rio Grande do Norte	51,2
Sergipe	43,6
Nordeste	45,7
Espírito Santo	37,3
Minas Gerais	36,7
Rio de Janeiro	37,8
São Paulo	34,9
Sudeste	36,1
Paraná	34,7
Rio Grande do Sul	41,9
Santa Catarina	34,5
Sul	37,5
Distrito Federal	32,1
Goiás	29,2
Mato Grosso	44,5
Mato Grosso do Sul	33,0
Centro-Oeste	34,4
Brasil	39,2

Fonte: SNIS (2019)

Figura 7 - Mapa do índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2019, distribuído por faixas percentuais, segundo estado e Distrito Federal



Fonte: Malha municipal digital do Brasil, Base de Informações Municipais 4, IBGE, 2003. Dados: SNIS, 2019.

Fonte: SNIS (2019)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reduzir perdas é um trabalho contínuo que necessita do envolvimento de todas as áreas de uma empresa de saneamento, administrativo, comercial, operacional e área técnica de engenharia. Recurso humanos e financeiros são necessários para a execução dos serviços e obras de melhorias dos sistemas operacionais e comerciais. Os conceitos técnicos e as ações para redução das perdas físicas e aparentes quando aplicados resultam na eficiência operacional e financeira da empresa, possibilitando a renovação de ativos e a ampliação dos sistemas de água e esgoto.

A lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, determina que as empresas tenham eficiência e qualidade nos serviços prestados e atribui outras determinações para avaliação das empresas referente à prestação dos serviços de saneamento. A redução de perdas está relacionada nas diretrizes da nova lei e vincula a avaliação de outros serviços, porém ao analisarmos os dados do SNIS de 2019 verificamos que há muito trabalho a ser desenvolvido pelas empresas para atender o marco regulatório e cumprir com a universalização do saneamento.

Os investimentos em obras de saneamento, para manutenções e ampliações de sistemas, são elevados, verificamos pelos dados do SNIS que os índices de perda nas empresas de saneamento no País são altos, a região norte apresenta índices acima de 53%, com o estado do Amapá apresentando índice de 73%.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TARDELLI J. F. Controle e redução de perdas. In: Tsutiya, M. T. Abastecimento de água. 2º Ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. p. 496.

Programa Nacional de Combate as Perdas de Água (PNCPA) <http://www.pmss.gov.br/index.php/biblioteca-virtual/programa-nacional-combate-ao-desperdicio-agua-pncda> – Acessado em 19/05/2021

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DE PERDAS E PLANEJAMENTO OPERACIONAL ROP, SISPERDAS – Sistema de Informações de Controle de Perdas – R, Sabesp, http://10.7.174.17/sisperdas/IP_RSQL/ip.asp - Acessado em 20/05/2021

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DE PERDAS E PLANEJAMENTO OPERACIONAL ROP, Proposta de metodologia para a quantificação de usos autorizados não medidos no sistema de distribuição operados pela Sabesp, como subsídio para a determinação das perdas, versão 3 - Acessado em 16/05/2021

Diagnósticos dos serviços de água e esgoto SNS – 2019 – www.snis.gov.br acessado em 17/05/2021

Ribeiro A.M. Mapeamento de áreas de riscos de inundação como subsidio para as adequações na infraestrutura das redes de distribuição de água frente as alterações climáticas: Monográfica apresentada a Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo para obtenção do título de Master in Business Administration Saneamento Ambiental - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo

Serzano A.E. Alternativas para a prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitários em municípios operados por prestadores locais de direito público: 2020. 55 f. Monográfica apresentada a Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo para obtenção do título de Especialista em MBA em Saneamento Ambiental - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo

ARSESP. Agência Reguladora de Saneamento e Energia de São Paulo Nota Técnica: Metodologia e cálculo do nível econômico de perdas. 2020. 46 f. Determinação da meta regulatória de perdas para a 3ª revisão tarifaria ordinária da Sabesp. São Paulo. ARSESP 2020

REVISTA DAEE. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água <http://revistadae.com.br/downloads/edicoes/Revista-DAE-201>. acessado em 16/05/2021

<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%204%20parte%203.pdf> acessado em 16/05/2021

NBR 12217/1994 – Projeto de reservatório para o sistema de abastecimento de água para o abastecimento público

NBR 12218/1994 – Projeto de redes de distribuição de água para o abastecimento público

CAROZZI.E.C. Avaliação do modelo para determinação do nível econômico de perdas de água com referência para o estabelecimento de metas: 2020. 33 f. Dissertação apresentada a Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo para a obtenção do título de Máster in Business Administration em Saneamento Ambiental - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo

MELATO.D.S Discussão de uma metodologia para o diagnóstico de ações para redução de perdas de água: aplicação para o sistema de abastecimento de água para a região metropolitana de São Paulo:2010. 133 f. Dissertação apresentada a Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Engenharia - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo

SARZEDAS, G.L.Planejamento para substituição de tubulações em sistemas de abastecimento de água. Aplicação na rede de distribuição de água da Região Metropolitana de São Paulo:2009. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia. - Fundação Escola de Sociologia e Política de São Paulo, São Paulo