UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

SILMARA SILVA QUEIROZ

NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO (2020): AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS EM RELAÇÃO ÀS PERDAS DE ÁGUA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Ilha Solteira
2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS - PROÁGUA

SILMARA SILVA QUEIROZ

NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO (2020): AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS EM RELAÇÃO ÀS PERDAS DE ÁGUA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua.

Orientador
Rodrigo Lilla Manzione

Ilha Solteira

2026

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação

Queiroz, Silmara Silva.
Q3n Novo marco legal do saneamento (2020): avaliação dos resultados em relação às perdas de água no estado de São Paulo. / Silmara Silva Queiroz. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2026
87 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, 2026

Orientador: Rodrigo Lilla Manzione
Inclui bibliografia

1. Novo marco legal do saneamento. 2. Perdas de água. 3. Universalização do saneamento. 4. Indicadores de saneamento básico. 5. Vulnerabilidade.

Elaborada por Raiane da Silva Santos - CRB-8/9999

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO:NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO (2020): AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS EM RELAÇÃO ÀS PERDAS DE ÁGUA NO ESTADO DE SÃO PAULO

AUTORA: SILMARA SILVA QUEIROZ
ORIENTADOR: RODRIGO LILLA MANZIONE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área: Regulação e Governança de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. RODRIGO LILLA MANZIONE (Participaçao Virtual)
Departamento de Geografia e Planejamento / UNESP / Câmpus de Ourinhos - FCTE

gov.br Documento assinado digitalmente
RODRIGO LILLA MANZIONE
Data: 17/09/2026 15:52:23-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profa. Dra. JANINE BRANDÃO DE FARIAS MESQUITA (Participaçao Virtual)
Universidade Federal do Ceará – UFC

gov.br Documento assinado digitalmente
JANINE BRANDAO DE FARIAS MESQUITA
Data: 17/09/2026 16:02:01-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Dr. EMILIO CARLOS PRANDI (Participaçao Virtual)
Comitê do Rio Paranapanema

gov.br Documento assinado digitalmente
EMILIO CARLOS PRANDI
Data: 21/09/2026 13:25:54-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Ilha Solteira, 11 de agosto de 2026.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a Deus e aos meus pais, Antônio Carlos Correia Queiroz *(in memoriam*) e Maria Miuza Silva Queiroz.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua apoio técnico científico aportado até o momento.

Ao Eterno Deus sou grata pelo dom da vida, e pela oportunidade de ter ingressado no mestrado ProfÁgua. Um sonho realizado e mais um passo na minha vida acadêmica, profissional e pessoal. Certamente saio uma outra pessoa dessa experiência.

Ao meu orientador professor Rodrigo Lilla Manzione, agradeço as horas de orientação, os conselhos, a paciência e a dedicação dispensadas a mim. À minha família, Maria Miuza, Simone Queiroz e Manuella Queiroz, agradeço o apoio e a compreensão nos momentos de minha ausência. À Coordenadora Geral professora Liliane Lazzari Albertin e ao ex-coordenador Jefferson Nascimento de Oliveira, também agradeço por todo o suporte e incentivo durante o curso. Agradeço a todos os colaboradores (as) da UNESP Ilha Solteira, pelo trabalho e diligência para que esse curso aconteça, e a todos os docentes do curso também sou muito grata pelo tempo de aprendizado e amadurecimento. Igualmente agradeço a todos os colaboradores da ANA pelas palestras e toda a dedicação com a qual nos trataram durante o curso.

Estendo a minha gratidão aos amigos que me apoiaram na caminhada acadêmica e em especial as amigas, Ana Cristina Nascimento dos Santos, Ana Cláudia dos Santos Lopes (in memoriam), Claudécia Aroxa Freitas, Marizete (in memoriam) e Tatiane Nascimento Lopes por me acolherem em suas residências para que eu pudesse me dedicar à pesquisa. Agradeço imensamente aos amigos da turma do mestrado, que a vida me presenteou e ao mestre Cassiano Gonçalves Simões do Carmo pelo apoio excepcional para a concretização desta pesquisa. Por fim, agradeço a todas as pessoas que indiretamente contribuíram para a concretude deste trabalho.

“A linguagem humana é profunda como o mar, e as palavras dos sábios são como os rios que nunca secam”. (Provérbios de Salomão)

RESUMO

O presente estudo se propõe a investigar quais os resultados os municípios paulistas apresentam em relação à vulnerabilidade às perdas de água (PA) após seis anos do Novo Marco Legal do Saneamento (NMLS), regido pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. O NMLS atualiza a Lei n° 11.445, de 05 de janeiro de 2007, denominada marco legal do saneamento básico (MLSB), que estabelece normas nacionais para o saneamento básico e a Política Nacional do Saneamento. O NMLS apresenta em seu texto várias prerrogativas e metas estabelecidas para 2033, buscando a universalização do saneamento básico, a fim de proporcionar a melhoria e o desempenho do setor. Umas dessas metas é relativa à redução e controle progressivo das PA nos SAA, considerada um problema complexo para o abastecimento público no Brasil. Hoje essa meta de redução está estimada para 25% de perdas na distribuição de acordo com a Portaria MCID n°788/2004, contudo, o que se observa para o estado de São Paulo é um patamar ainda distante, ocupando atualmente percentual de 32,15% de PA na distribuição, valor esse destoante pelo estabelecido nos parâmetros legais. As PA podem surgir em qualquer um dos componentes do SAA, contudo, quando as PA ultrapassam os limites consideráveis de perdas aceitáveis no sistema, estas se mostram nocivas, causando diversos prejuízos e a vulnerabilidade aos SAA. Como meio de avaliar o cenário de vulnerabilidade às PA nos SAA, essa pesquisa utilizou como metodologia de análise o Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA), elaborado por Carmo (2023) com dados referentes a 2019. Essa ferramenta se mostra capaz de computar e classificar os municípios quanto à vulnerabilidade que esses enfrentam diante de suas PA. O IVuPA foi elaborado a partir dos indicadores: 1) Tipo de manancial, 2) Razão da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica, 3) Índice de atendimento urbano de água, 4) Índice de perdas por ligação, 5) Razão do consumo médio *per capita* de água ponderado por UGRHI e 6) Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela Tarifa Média aplicada. Esses indicadores são formados por informações públicas, possuindo o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) como sua principal fonte de dados. A soma desses indicadores que pode variar em um intervalo de classes de 0 a 1,00 ordena os municípios em uma das seis classes de vulnerabilidade do Índice. Os resultados obtidos nessa pesquisa com dados referentes a 2024, mostram que 15 municípios estão na classe "Extremamente vulnerável"; 110 "Muito vulnerável"; 112 "Consideravelmente vulnerável"; 147 "Pouco vulnerável"; 174 "Irrisoriamente vulnerável"; e 87"Sem informação". Esses valores foram comparados a um estudo prévio, apontando melhoras em alguns municípios, mas um aumento dos municípios extremamente vulneráveis, considerada uma das piores classes de vulnerabilidade às perdas de água. Logo, a aplicação do Índice, revela o comportamento dos SAA diante das PA e fornece informações da fragilidade dos municípios frente aos desafios da redução das PA no abastecimento público de água e no atendimento a prerrogativas do arcabouço legal.

Palavras-chave: Novo marco legal do saneamento; perdas de água; universalização do saneamento; indicadores de saneamento básico; vulnerabilidade.

ABSTRACT

The present study aims to investigate the results presented by the municipalities of the State of São Paulo regarding their vulnerability to water losses (WL) six years after the enactment of the New Legal Framework for Sanitation (NMLS), established by Law 14.026 of July 15, 2020. The NMLS updates Law 11.445 of January 5, 2007, known as the Legal Framework for Basic Sanitation (MLSB), which establishes national standards for basic sanitation and the National Sanitation Policy. The NMLS establishes several provisions and targets to be achieved by 2033, seeking to universalize basic sanitation services in order to improve the sector's performance. One of these targets concerns the progressive reduction and control of WL in water supply systems (WSS), which is considered a complex problem for public water supply in Brazil. Currently, the reduction target is set at 25% of distribution losses, according to MCID Ordinance 788/2004. However, the situation observed in the State of São Paulo remains far from this target, with distribution losses currently reaching 32,15%, a figure that diverges from the parameters established by the legal framework. WL can occur in any component of a WSS. However, when WL exceed acceptable levels within the system, they become harmful, causing various adverse impacts and increasing the vulnerability of WSS. To assess the vulnerability scenario associated with WL in WSS, this study employed the Water Loss Vulnerability Index (IVuPA), developed by Carmo (2023) based on data from 2019. This tool is capable of measuring and classifying municipalities according to their vulnerability to WL. The IVuPA was developed based on the following indicators: 1) water source type; 2) ratio of the permitted water abstraction flow for public supply to water availability; 3) urban water supply coverage index; 4) water losses per connection index; 5) ratio of the weighted average per capita water consumption by UGRHI; and 6) ratio of total expenditures on water supply services per cubic meter billed to the average tariff applied. These indicators are based on publicly available information, with the National Sanitation Information System (SINISA) as their main data source. The aggregation of these indicators, which may range from 0 to 1.00, classifies the municipalities into one of the six vulnerability classes established by the Index. The results obtained in this study, based on data from 2024, show that 15 municipalities are classified as "Extremely Vulnerable"; 110 as "Highly Vulnerable"; 112 as "Considerably Vulnerable"; 147 as "Slightly Vulnerable"; 174 as "Negligibly Vulnerable"; and 87 as "No Information Available." These results were compared with a previous study, indicating improvements in some municipalities, but also an increase in the number of municipalities classified as extremely vulnerable, which represents one of the most critical vulnerability classes regarding water losses. Therefore, the application of the Index reveals the behavior of WSS in relation to WL and provides information on the vulnerability of municipalities when facing the challenges of reducing WL in public water supply and complying with the requirements established by the legal framework.

Keywords: New legal framework for sanitation; water losses; universalization of sanitation services; basic sanitation indicators; vulnerability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de abastecimento de água 26
Figura 2 – Gráfico da evolução das perdas na distribuição no Brasil, 2020 a 2024..... 32
Figura 3 – Gráfico da evolução das perdas por ligação no Brasil, 2020 a 2024..... 33
Figura 4 – Fluxograma das etapas da elaboração da pesquisa 41
Figura 5 – Gráfico comparativo dos tipos de manancial dos municípios avaliados (IVuPA, 2023)..... 49
Figura 6 – Mapa de distribuição dos tipos de manancial *de captação dos municípios do e*stado de São Paulo 50
Figura 7 – Gráfico comparativo da relação da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica dos municípios avaliados 51
Figura 8 – Mapa da relação da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica dos municípios do Estado de São Paulo 52
Figura 9 – Gráfico comparativo do Índice de atendimento urbano de água dos municípios avaliados..... 53
Figura 10 – Mapa do Índice de atendimento urbano de água dos municípios do Estado de São Paulo..... 54
Figura 11 – Gráfico comparativo do Índice de perdas por ligação dos municípios avaliados...55
Figura 12 – Mapa do Índice de perdas por ligação dos municípios do estado de São Paulo... 57
Figura 13 – Gráfico comparativo da Razão do Consumo médio *per capita* de água ponderado por UGRHI dos municípios avaliados 58
Figura 14 – Mapa da Razão do Consumo médio per capita de água ponderado por UGRHI dos municípios do Estado de São Paulo 59
Figura 15– Gráfico comparativo da Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela Tarifa Média aplicada dos municípios avaliados 60
Figura 16 – Mapa da Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela Tarifa Média aplicada dos municípios do Estado de São Paulo 61
Figura 17– Gráfico das classes do IVuPA para os anos 2023 e 2026..... 62
Figura 18 – Mapa da classificação do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA, 2026) 65
Figura 19 – Gráfico da evolução dos municípios em relação a classe de vulnerabilidade 68
Figura 20 - Mapa de comparação da evolução das classes do IVuPA..... 69
Figura 21– Distribuição espacial dos municípios paulistas pelo IPRS (2019)..... 73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Normas brasileiras para projetos de Sistema de Abastecimento 26
Tabela 2 – Classes de vulnerabilidade do IVuPA para os anos em análise 63
Tabela 3 – Comparação temporal pela aplicação do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água e as classes correspondentes aos anos avaliados.....66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Histórico do Marco Legal do Saneamento 21
Quadro 2 - Diretrizes Gerais do NMLS 24
Quadro 3 - Concepção de um SAA 27
Quadro 4 - Caracterização geral das perdas de água em SAA 29
Quadro 5 - Matriz do Balanço Hídrico 30
Quadro 6 - Parâmetros dos Indicadores que integram o IVuPA 37
Quadro 7 - Princípios legais e regulatórios para o controle de perdas de água 40
Quadro 8 - Indicadores adotados no IVuPA 43
Quadro 9 - Resumo dos parâmetros do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água 45
Quadro 10 - Resumo das Classes de Vulnerabilidade do Índice 46
Quadro 11 - Comparação da evolução dos municípios em relação à posição na classe de vulnerabilidade 67
Quadro 12 - 10 melhores desempenhos do IVuPA em 2026 70
Quadro 13 - 10 piores desempenhos do IVuPA em 2026 71
Quadro 14- Principais dificuldades na gestão das perdas de água 74

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Água e Saneamento Básico
CRHI	Coordenadoria de Recursos Hídricos
IVuPA	Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água
ONU	Organização das Nações Unidas
NR	Norma de Referência
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SINISA	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
CRFB	Constituição da República Federativa do Brasil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
ITB	Instituto Trata Brasil

LISTA DE SÍMBOLOS

% - Porcentagem

m.c.a - Metros de coluna d’água

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
2 OBJETIVO 19
2.1 OBJETIVO GERAL 19
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO 19
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 20
3.1 HISTÓRICO DA POLÍTICA NACIONAL DO SANEAMENTO 20
3.2 NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO LEI Nº 14.026/2020 23
3.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA) 25
3.3.1 Concepção de sistemas de abastecimento de água 25
3.3.2 Componentes de sistemas de abastecimento de água 26
3.4 PERDAS EM SAA 27
3.4.1 Perdas Reais 28
3.4.2 Perdas Aparentes 29
3.4.3 Balanço Hídrico 29
3.5 PROBLEMÁTICA DAS PERDAS E A UNIVERSALIZAÇÃO 31
3.6 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE ÀS PERDAS DE ÁGUA (IVuPA) 35
3.7 FUNDAMETOS LEGAIS DO NOVO MARCO DO SANEAMENTO E AS PERDAS DE ÁGUA 37
3.7.1 A reforma do setor de saneamento: A Lei nº 14.026/2020 38
3.7.2 A nova arquitetura regulatória para o controle de perdas 39
4 MATERIAIS E MÉTODOS 41
4.1 SELEÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE ÁS PERDAS DE ÁGUA (IVUPA) 42
4.1.2 Levantamento do banco de dados 42
4.1.3 Cálculo dos indicadores que compõe o (IVuPa) 43
4.1.4 Classes de vulnerabilidade do IVuPA 46
4.1.5 Análise do cenário das perdas de água 46
4.1.6 Elaboração do mapa de classificação do IVuPA como produto final 47
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 48
5.1 DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS PELA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DO IVuPA EM 2026 48

5.1.2 Tipo de Manancial 48
5.1.3 Relação da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica 51
5.1.4 Índice de atendimento urbano de água 53
5.1.5 Índice de perdas por ligação 55
5.1.6 Razão do Consumo médio *per capita* de água ponderado por UGRHI 58
5.1.7 Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela Tarifa média....60
5.1.8 Desempenho do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água 2026 62
5.1.9 Vulnerabilidade às perdas de água e a relação com a vulnerabilidade social 72
5.2.1 Desafios para superar a pressão matriz da vulnerabilidade às PA 74
6 PRODUTO TÉCNICO – TECNOLÓGICO 77
6.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA 77
6.2 OBJETIVO DO PRODUTO.....77
6.2.1 Objetivo geral 77
6.2.2 Objetivo específico 78
6.3 PÚBLICO-ALVO..... 78
6.4 FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA.....78
6.5 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO 79
6.6 DESCRIÇÃO DO PRODUTO 79
6.7 VALIDAÇÃO.....79
6.8 APLICABILIDADE 79
6.9 IMPACTO.....80
6.10 ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO 80
7 CONCLUSÕES 81
REFÊRENCIAS 82

1 INTRODUÇÃO

A trajetória do saneamento básico no Brasil é marcada por uma longa tentativa de promover à população o acesso aos seus serviços. No entanto, a história revela que esse direito vital, não foi uma das prioridades das políticas públicas do país ao longo de décadas. De acordo com Turolla (2002), se tratando das questões legais do setor, a experiência com o Plano Nacional do Saneamento (Planasa), que possuiu como princípio de gestão a centralização pública como atuação, revelou-se factível na década de 1970. Todavia, depois de um período de aplicação, esse modelo não se mostrou mais satisfatório, sendo necessário um novo que conseguisse atender às necessidades de avanço para o setor. Por conseguinte, o mesmo autor afirma que a falta de um regime jurídico para estabelecer um arranjo legal com princípios que regulasse a categoria, estagnou o desenvolvimento e a prestação do saneamento básico em termos de qualidade e quantidade.

Arruda (2023), salienta que nesse contexto entra em vigor a Lei n° 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que em seus parâmetros fomenta a regulação, a fiscalização, a operação dos serviços e a participação social, dando origem ao Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB) o que garantiria maior segurança jurídica. Não obstante, o setor ainda requeria alterações em seu marco regulatório, por essa razão, foi decretada a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento (NMLS), tornando-se o fundamento legal mais recente que rege o saneamento no país, atualizando, portanto, a Lei n° 11.445/2007.

O NMLS prevê mudanças no saneamento e a maneira como os serviços precisam ser prestados baseados em normas de referência, prestação regionalizada, exigência de comprovação econômico-financeira, vedação de novos contratos e regulação deliberada, visando metas de universalização de 99% de acesso à água potável e 90% de acesso a esgotamento sanitário até 2033. Delega a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a incumbência de elaborar normas de referência, e dentro deste estoque regulatório está o estabelecimento dos limites de redução das PA nos sistemas de abastecimento de água (SAA), que poderão ser reduzidos gradualmente, conforme os avanços tecnológicos e financeiros investidos para diminuir o desperdício dos recursos hídricos e outros recursos embutidos (ARRUDA, 2023).

Segundo a Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento - ARISMAT (2026), a Portaria MCID n°788/2004 declara as metas relativas a redução de perdas de água na distribuição:

> Art. 3º Para comprovação do cumprimento do índice de perda de água na distribuição, em cada município a ser beneficiado, os valores dos indicadores devem ser menores ou iguais a: I - 35% e 303 litros/ligação/dia, até 2025; II - 30% e 263 litros/ligação/dia para os anos de 2026 a 2032; e III - 25% e 216 litros/ligação/dia a partir do ano de 2033. (Brasil, 2024)

Como afirma Melato (2010), não é de hoje que as PA são um grande problema para o SAA. Em 1800 já existiam registros com incentivos referentes à redução das PA em SAA com o uso da equação *Emil Kuichling* para vazamento inevitável, medições de vazão, com utilização de tubo *Pitot* e pesquisa de vazamentos com haste de escuta produzida em madeira. No Brasil, o primeiro levantamento sobre as PA foi realizado em 1950 em Manaus quando foi registrado um índice de perdas de 70%. Mais de vinte anos depois surge a primeira iniciativa institucional para a redução das PA no Brasil, estabelecida pelo PLANASA no final de 1970 com o foco na micromedição, pitometria e pesquisa de vazamentos não visíveis, com bons resultados na época. Vicentini (2012), ressalta que as PA podem surgir a partir da captação no manancial à distribuição e, podem ser atribuídas à operação deficitária na infraestrutura e na gestão comercial dos serviços.

Gonçalves (2017), assegura que apesar das várias iniciativas existentes para controlar as PA, o Brasil não atribui como prioridade a implementação de melhorias e viabilização das políticas públicas para o saneamento. A omissão e o desinteresse por obras enterradas no subsolo, podem ser um desses obstáculos e como consequência afeta a oferta dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e concomitantemente o controle das PA. Essas perdas de água, representam grande prejuízo para a população que sofre com a menor disponibilidade hídrica e pelas obras que não são construídas, além de problemas econômicos e ambientais devido a necessidade de buscar fontes de abastecimento cada vez mais distantes e a pressão excessiva sobre os recursos hídricos em um contexto de mudanças climáticas, baixa pluviosidade e alterações no ciclo hidrológico. O problema das PA não está somente no âmbito físico, mas também refletem problemas sociais com as desigualdades enfrentadas no país, e quanto mais exposto estiver o território, mas propenso será o seu SAA as perdas.

Essa pesquisa tem a finalidade de analisar o quanto os SAA estão sujeitos as PA por meio do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA), elaborado por Carmo (2023), e também avaliar pelo contexto dos indicadores que compõe o Índice, o quanto essas PA distanciam os municípios da rápida resposta que estes precisam apresentar perante as PA e o grau de vulnerabilidade às perdas de água, enfrentado por estes municípios. O NMLS prenuncia que a comprovação do cumprimento do índice de perda de água na distribuição, em cada município comtemplado, deve obedecer aos valores indicados na Portaria MCID 788/2024

observando os valores de 35% e 303 litros/ligação/dia até 2025; 30% e 263 litros/ligação/dia para os anos de 2026 a 2032; e 25% e 216 litros/ligação/dia a partir do ano de 2033 para que as PA possam ser reduzidas progressivamente até chegar a um valor de aceitabilidade legal. Busca-se aplicar o IVuPA no estado de São Paulo, com dados referentes ao ano de 2023 publicados em 2024 a fim de realizar um comparativo dos cenários de vulnerabilidade às PA com os valores de Carmo (2023).

O IVuPA pode demonstrar aos municípios o quanto seus SAA estão suscetíveis às PA e o quanto necessitam de ações para reduzirem esse problema complexo. Essa ferramenta é aplicada como um método de análise e nesse estudo, auxiliará para comparar o panorama da vulnerabilidade às PA, após os seis anos da sua divulgação com o intuito de avaliar se existem avanços ou retrocessos no Índice para os municípios paulistas referentes às PA, e se as metas introduzidas pela nova Lei para esse contexto, estão seguindo o caminho rumo à universalização do saneamento. Como contribuição principal da pesquisa, pretende-se produzir um mapa como produto final, indicando a classe de vulnerabilidade às PA dos municípios avaliados com a pretensão de disponibilizar através do Índice os pontos sensíveis às PA, colaborando para que os municípios compreendam como está a situação dos seus SAA e no caso de apresentarem alto grau de vulnerabilidade o quanto isso pode estar enfraquecendo o sistema, expondo-os a insegurança hídrica.

O Índice também visa contribuir com a sustentabilidade dos recursos hídricos, uma vez que a proposta desse índice objetiva a segurança hídrica dos SAA por meio dos esforços que os prestadores de serviços precisarão realizar para alcançar o padrão de qualidade do abastecimento de água. O IVuPA é composto por indicadores providos por informações públicas e autodeclaradas, por conseguinte, acredita-se que isso possa ser um fator limitante do Índice, dado que, alguns aspectos essenciais considerado no processo de avaliação da classificação e fragilidade, necessitam de informações que apenas o operador dos serviços detém. Purvin (2015), evidencia que o NMLS foi recebido com muito entusiasmo no Direito Ambiental, contudo, passados os treze anos da sua promulgação, o primeiro marco legal (ainda em vigor) divulgado em 2007 estava longe de ver sua implementação concretizada.

O Instituto Trata Brasil – ITB, (2026) em um estudo sobre os avanços do NMLS no Brasil, preconiza essa realidade divulgando dados referentes à 2024 que aproximadamente 84,1% dos brasileiros possuía acesso ao abastecimento de água e 56,7% à coleta de esgotos e apenas 51,8% da água consumida era submetida ao tratamento de esgotos. Se tratando da posição do país em relação ás PA, o ITB (2026) em um estudo sobre perdas de água, retrata que o Brasil ainda apresenta perdas por ligação de 349,09 e 39,53% de perdas na distribuição

(IAG2013 - SINISA, 2024), considerados valores elevados e bem superiores a 25% conforme estabelece a norma legal, ultrapassando dessa forma, a média dos países desenvolvidos, que apresentam aproximadamente 15% de perdas.

O estudo também salienta que países com diferentes contextos econômicos podem apresentar perdas aceitáveis como Nova Zelândia (19,09%) com renda elevada e Sri Lanka (25,82%) com renda baixa a média-baixa. Já as PA por distribuição por estado, São Paulo está estimado em 32,15% de PA, Alagoas com o pior percentual de 66, 90% e Goiás com o melhor desempenho com 27,13 % de PA, (IAG2013, SINISA, 2024). O mesmo autor frisa que o Brasil está entre as maiores economias do mundo e possui a maior reserva de água superficial e vários recursos naturais em abundância, ainda assim, mostra-se relapso aos interesses fundamentais como são os de preservação e sustentabilidade dos recursos hídricos, simultâneo ao saneamento básico.

Quando existe um planejamento de redução das perdas nos SAA os benefícios esperados são o aumento das receitas com a diminuição das perdas comerciais e a redução de custos com a queda das perdas físicas, entre outros benefícios como: sustentabilidade e a segurança hídrica, preservação dos recursos ambientais, economia de energia, promoção da saúde pública e a redução do desperdício de água e dos materiais e mão de obra empregados para o seu tratamento, além de demonstrar que mantendo uma boa gestão das PA o sistema que o opera expressa eficiência e boa gestão. Portanto, reduzir as PA nos SAA ultrapassam as benesses econômicas e financeiras, e sem dúvida a sociedade é a mais favorecida com essa medida, pois isso favorece um direito primordial de acesso à água em quantidade e qualidade suficientes para suas necessidades, juntamente com todas as vertentes do saneamento preconizadas pelas leis que regem o segmento.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o desempenho apresentado no estado de São Paulo referentes à vulnerabilidade às perdas de água após seis anos da publicação do Novo Marco Legal do Saneamento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar o Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA) a partir de informações agregadas dos municípios para obter em que classe de vulnerabilidade se encontram;
- Avaliar os cenários de vulnerabilidade às perdas de água dos SAA para IVuPA 2023 e IVuPA 2026;
- Contribuir para que os municípios compreendam em que grau de vulnerabilidade se encontram seus SAA;
- Desenvolver um mapa de Vulnerabilidade às Perdas de Água como produto final.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 HISTÓRICO DA POLÍTICA NACIONAL DO SANEAMENTO

Menicucci e D' Albuquerque (2018), esclarecem que até a década de 1970 o saneamento era de total responsabilidade dos municípios e sob o comando do governo militar nos anos 1960, houve uma iniciativa de projeto que abarcasse o setor do saneamento básico. Todavia, com o crescimento do militarismo, o saneamento básico foi tirado do poder do Ministério da Saúde, quando passou a ser restrito literalmente aos militares. Nessa ocasião o saneamento foi visto de forma assistencialista, a visão coletiva dos serviços de saneamento e as obras públicas para a ampliação do setor foram substituídas pela capacidade de gerar lucro e controle financeiro. Seguindo o raciocínio do mesmo autor o saneamento passou a ser de responsabilidade do Banco Nacional da Habitação na pasta da política de desenvolvimento urbano. Esse contexto de controle financeiro culminou no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANASA), na época vinha a ser a principal política do setor.

Coutinho (2020), relata que para repassar recursos para os municípios era necessário a criação de empresas estatais para prestar os serviços. Promulgada a Lei n° 5.318 de 1967 que deu início ao primeiro marco político no setor do saneamento básico e que deu origem ao PLANASA, buscou-se, portanto, ampliar os serviços de saneamento. Foi a partir da década de 70 que o setor adotou transformações que prosseguiu até a Lei n° 11.445/2007 que sanciona o Marco Legal do Saneamento, que por sua vez, determina várias diretrizes nacionais do saneamento para o planejamento, a regulação, o controle social, baseando-se em indicadores de desempenho.

ITB (2026), em seu estudo mais recente sobre o Novo Marco Legal do Saneamento, relata que com todos os esforços para universalizar o saneamento, ainda assim, não foram suficientes para mudar a realidade de um patamar de baixo interesse público e os indicadores referentes a 2024 ainda revelam entraves rumo a universalização. A mais recente divulgação que conduz o saneamento nacional é a Lei Federal n° 14.026, de 15 de julho de 2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento. Observa-se que após treze anos do Marco Legal do Saneamento (Lei n° 11.445/2007) ainda não havia sido estabelecido todas as diretrizes propostas na ocasião. Passado esse período e com as alterações do Novo Marco, a expectativa é que o texto jurídico promova novas perspectivas das premissas legais do saneamento. O mesmo autor afirma que os serviços de saneamento fazem parte da qualidade de vida da sociedade, gera empregos, promove a saúde e o desenvolvimento social, quando existe a oferta

integral e efetiva destes serviços. Em compensação a ausência do saneamento causa diversas complicações de saúde, baixo rendimento laboral e prejuízos financeiros e ambientais consideráveis.

Purvin (2017), relata que o descumprimento das ações públicas sanitárias, revela o quanto os serviços de saneamento básico estão descobertos das prerrogativas da lei. Esses princípios também se ligam ao Direito Ambiental, nesse caso, abrangendo os quatro conjuntos do saneamento, sendo oferecido de forma compatível com preservação do meio ambiente, o cuidado com a saúde humana e a integração com todas as políticas públicas dos diversos interesses sociais, cujo o saneamento básico seja relevante.

O Instituto Água e Saneamento (2025), em um boletim sobre os cinco anos da mudança do Marco Legal do Saneamento reúne um histórico sobre essa trajetória de promover mudanças para o setor, conforme a sequência do Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 - Histórico do Marco Legal do Saneamento

(continua)

Ano	**Episódio**
2007	Marco Legal do Saneamento (lei n°11.445/2007) é aprovado e estabelece parâmetros para o setor e institui a Política Federal de Saneamento Básico. Consolida os quatro eixos do saneamento: água, esgoto sanitário, drenagem e manejo de resíduos sólidos. Era requerido que os serviços fossem regulados, fiscalizados e submetidos ao controle social.
2010	O decreto n° 7217, que regula o Marco Legal (2007), e assinado e determina procedimentos para agentes da federação e prestadores de serviços.
2013	Publicação do PLANSAB, documento que orienta ações para a área e comtempla metas, indicadores, e estimativas de investimentos.
2019	Lançamento do Plano Nacional de Saneamento Rural, com o intuito de atender 40 milhões de pessoas nas áreas rurais até 2038 no país.
2020	Divulgação da Lei n°14.026 de 5 de julho de 2020, altera o Marco Legal do Saneamento Lei n° 11.445/ 2007.

Quadro 1 - Histórico do Marco Legal do Saneamento

(conclusão)

Ano	Episódio
2021	Publicação do Decreto 10.710 informa as ações para a comprovação da capacidade econômico-financeira dos prestadores de serviços citados na lei do Novo Marco.
2023	Decretos do Governo Federal 11.598/2023 e 11.599/2023 revisam as condições para a comprovação econômico-financeira.
2024	É sancionada a Lei n° 14. 898, que aprova a tarifa social de água e esgoto. Substituição do SNIS para SINISA

Fonte: Instituto Água e Saneamento (2025)

Como observa Arruda (2023), o saneamento básico no Brasil vive uma fase de perspectivas com o advento da Lei n° 14.026/2020 cujo o texto legal, divulga diversas diretrizes para promover a regulação do setor na tentativa de alcançar a universalização como meta até 2033. Historicamente um dos maiores desafios do setor é promover o acesso ao abastecimento de água e seu tratamento após o uso. Por muito tempo o saneamento brasileiro não foi o alvo dos investimentos públicos e principalmente no ramo do direito, permanecendo por um longo tempo sem um arcabouço legal que pudesse compactuar de instrumentos legais e princípios para uma nova visão sobre o setor. A mesma autora ainda reflete sobre as Constituições anteriores a 1988 que se voltavam somente para a regulação dos recursos hídricos e não ao saneamento básico, pois esse era vinculado ao abastecimento de água, o que provocou um atraso para o saneamento brasileiro em comparação a outros países, no que diz respeito a termos jurídicos.

Na época da implantação do PLANASA, seus efeitos foram sentidos em números, pois após sua implementação a quantidade de pessoas abastecidas de água subiu de 11,9 milhões para 49,6 milhões e, com o sistema de esgotamento sanitário de 6,1 milhões para 17,4 milhões de pessoas atendidas. Por sua vez, o PLANSAB aprovado pelo Decreto n° 8. 141 de 20 de dezembro de 2013 (previsto na lei n° 11.445/2007) é um documento de planejamento do saneamento que integra o abastecimento de água potável, coleta de lixo e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Sua vigência é prevista para um período de 20 anos (2014 a 2033). Nesse documento consta metas de 2023 até 2033 totalizando 29 metas, avaliadas através de 8 indicadores para o item abastecimento de água, 6 para

esgotamento sanitário e 8 para resíduos sólidos urbanos. Mesmo diante de um conjunto normativo que se constituiu nos últimos anos no Brasil, ainda existem grandes barreiras para universalizar o saneamento e garantir que a sociedade tenha seu direito garantido independentemente da sua condição social, cultural e econômica. (ARRUDA, 2023)

3.2 NOVO MARCO LEGAL DO SANEAMENTO LEI Nº 14.026/2020

A Lei Federal n° 14.026/2020, foi constituída para atualizar a Lei n° 11.445 de 05 de janeiro de 2007, ocasião na qual a Política Federal de Saneamento Básico foi instituída. O NMLS, representa uma iniciativa de esforço para modernizar o setor, atrair investimentos e, crucialmente, estabelecer metas para a universalização do acesso à água potável e ao esgotamento sanitário. (BRASIL, 2026)

O Instituto Água e Saneamento (2021), entende que o NMLS a partir da sua sanção traz mudanças significativas em algumas leis: Lei n° 9.984/2000 para atribuir a ANA competência para formular normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento, Lei 10. 768/2003 para alterar o nome e as atribuições dos cargos de especialistas em recursos hídricos; Lei 11.107/2005 interrompe a prestação por contratos de programa de serviços públicos; Lei 11.445/2007 promove alterações em aspectos para reestruturar o saneamento básico; Lei 12.305/2010 trata da disposição adequadas dos rejeitos e Lei 13.089/2015 para abranger unidades regionais na competência do Estatuto da Metrópole e Lei 13.5029/2017 que trata do financiamento de serviços técnicos especializados.

O NMLS não revoga a Lei 11.445/2007, sobretudo o seu objetivo é promover alterações, sem alterar os conceitos fundamentais do marco anterior. O novo texto normativo conjectura metas de universalização de 99% do atendimento da população com abastecimento de água potável e 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até o período de 31 de dezembro de 2033. A nova lei dispõe de algumas diretrizes que estão sintetizadas no Quadro 2 e também prevê:

i. Metas quantitativas de não intermitência do abastecimento;

ii. Redução de perdas de água;

iii. Qualidade e melhoria na prestação dos serviços;

iv. Eficiência energética;

v. Uso racional da água, utilização de energias renováveis;

vi. Reuso de efluentes sanitários e aproveitamento de água de chuva;

vii. Avanço nos processos de tratamento.

Quadro 2 - Diretrizes Gerais do NMLS

Item	Diretrizes
I.	Universalização do acesso aos serviços
II.	Ajustes na regularização do setor
III.	Prestação regionalizada e governança
IV.	Evolução do desempenho do serviços prestados
V.	Formalização dos contratos
VI.	Incentivo à expansão de investimentos
VII.	Cobrança dos serviços
VIII.	Maior participação do Estado
IX.	Equilíbrio econômico financeiro da prestação dos serviços

Fonte: Adaptado de Tavares (2025)

Bezerra *et al*. (2022), entende que a lei 14.026/2020 alterou profundamente a estrutura organizacional da política de saneamento básico no Brasil, instituindo prazos e metas anteriormente citadas, para a universalização do saneamento. Para isso, o NMLS decidiu pelo incentivo da participação da iniciativa privada, modificando o formato dos prestadores dos serviços com predominância para o estatal. A nova lei também alterou o modelo de contratação e concessões administrativas, ou seja, sem a prévia licitação, os municípios não podem celebrar novas concessões aos estados. Em relação às metas de redução na distribuição das PA o NMLS visa que partir de 2033 o valor seja igual ou menor que 25% e 216 litros/ligação/dia na distribuição, conforme regido na Portaria MCID n° 788, de 1 de agosto de 2024, do Ministério das Cidades.

3.3 SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA (SAA)

3.3.1 Concepção de Sistemas de Abastecimento de Água

Bezerra e Cheung (2013), explicam que um sistema de abastecimento de água é composto por infraestruturas, cujo o objetivo é conduzir os recursos hídricos de forma contínua e adequada aos parâmetros de potabilidade. Para isso, é necessário que se execute projetos que obedeçam a normas de instalação, manutenção e permanência na prestação dos serviços de abastecimento. O objetivo de um serviço público de abastecimento dever ser entregar para seu público, água em quantidade e qualidade suficientes para atender as necessidades e demandas da população. As condições básicas para dispor um serviço eficiente de abastecimento público de água são:

i. Quantidade satisfatória
ii. Qualidade adequada
iii. Pressão regular
iv. Constância
v. Utilização sustentável dos recursos hídricos, a garantir segurança hídrica e gestão eficaz da água

Moreno e Duarte 2013, definem a água apropriada para o consumo humano como:

* Palatável – não apresentar gosto ruim;
* Segura – não conter patógenos ou qualquer substância química ou biológica que possa colocar em risco a saúde dos consumidores;
* Translúcida – isenta de matéria em suspensão ou turbidez;
* Cor e Odor – não possuir cor, ou apresentar odor. Deve ter aspecto de água para consumo;
* Dureza – não possuir elevadas concentrações de sais minerais, principalmente cálcio e magnésio, que causa baixa formação de espuma, incrustação e danos dermatológicos;
* Corrosividade – a água não pode ser corrosiva para não danificar as tubulações e os reservatórios;

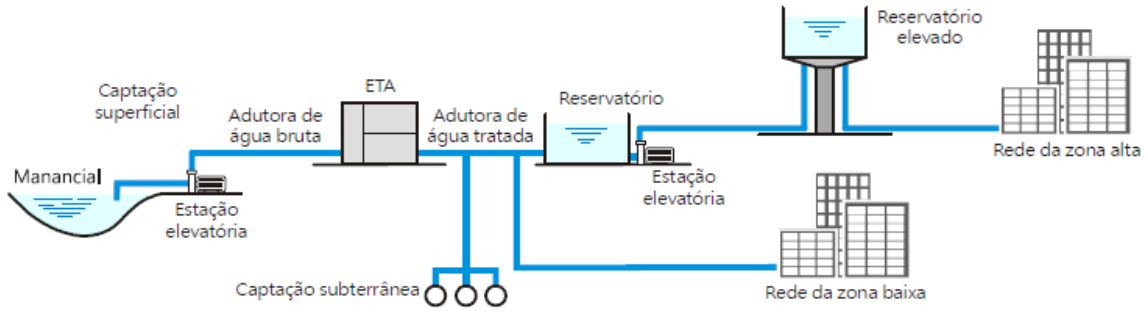
* Matéria orgânica - a presença de matéria orgânica pode provocar o crescimento microbiológico e prejudicar a qualidade de água.

3.3.2 Componentes de Sistemas de Abastecimento de Água

Um sistema de abastecimento de água possui diversas etapas e podem ser entendidas como: captação, estação elevatória, estação de tratamento de água, adução de água, reservação e distribuição. (BEZERRA; CHEUNG, 2013)

Apresenta-se na Figura 1 a seguir os elementos de um SAA. O conceito de cada item é apresentado no Quadro 3, e a Tabela 1 traz as Normas para o Sistema de Abastecimento.

Figura 1 – Sistema de abastecimento de água



Fonte: Bezerra e Cheung (2013)

Tabela 1 – Normas brasileiras para projetos de Sistema de Abastecimento

NBR 12211/1992	Estudo de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água
NBR 12212/2017	Projeto de poço tubular para captação de água subterrânea
NBR 12213/1992	Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público
NBR 12214/2020	Projeto de estação de bombeamento ou de estação elevatória de água
NBR 12215/2017	Projeto de adutora de água
NBR 12216/1992	Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público
NBR 12217/1994	Projeto de reservatório de distribuição de água para abastecimento público
NBR 12218/2017	Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público

Fonte: Adaptado de Carmo 2023

Quadro 3 – Concepção de um SAA

Item	Conceito
Manancial	É uma das partes mais importantes de um SAA, pois está associado com a quantidade e qualidade de água.
Captação	A captação pode ser feita em manancias superficiais, subterrâneos ou águas pluviais. É um conjunto de equipamentos e estruturas com capacidade para a retirar a água e destiná-la para o abastecimento. A captação superficial é feita em rios, lagos, córregos ou represas, por gravidade o bombeamento. É a mais realizada por apresentar mais facilidade de captação.
Estação Elevatória	Equipamento responsável por transportar a água de um ponto a outro mais elevado. Geralmente usada quando a distribuição por gravidade não é possível.
Estação de tratamento de água	Formada por elementos destinados a tornar a água bruta em potável, retirando impurezas e substâncias que conferem a água características impróprias para o consumo humano. Uma ETA é composta por: grades, aeradores, mistura rápida, floculador, decantador, filtros e tanque de contato.
Adução	Conjunto de tubulações, conexões e assessórios com a finalidade de transportar a água entre as unidades do sistema de abastecimento.
Reservação	O reservatório destina-se a manter a regularidade do abastecimento e oferecer condições de continuidade no sistema e reserva, dispor a pressão nas redes hidráulicas e para fins como combate a incêndio, por exemplo.
Rede de distribuição	É provida de tubulações, peças e assessórios, destinados a distribuição da água ao ponto de consumo. (doméstico, industrial e público)

Fonte: Bezerra e Cheung (2013).

3.4 PERDAS EM SAA

Bezerra, Pertel e Macedo (2019), afirmam que cada vez que os recursos hídricos sofrem uma pressão, os SAA são afetados, principalmente pela escassez hídrica, o que faz da gestão dos recursos hídricos ser uma ação extremamente necessária em tempos de alterações bruscas no ciclo hidrológico, e as perdas de água que concorrem para piorar a disponibilidade hídrica. Isso deve ser motivo de discussões e preocupação para os gestores hídricos e os interessados no assunto para a formulação de ações que possam possibilitar a segurança hídrica e a sustentabilidade do saneamento.

Carvalho (2023), menciona que as perdas de água são um problema que ultrapassa as questões estruturais e econômicas, pois sua falta de controle, compromete a segurança hídrica, que por consequência afeta todos os aspectos da sociedade.

Hespanhol (2015), relatou a situação brasileira em saneamento que para a ocasião do estudo já era preocupante, pois o abastecimento de água urbano cobria apenas 85% da população urbana, enquanto que Belize e Cuba cobriam 96% e países como Chile cobria 94%, México 91%, Guiana 90% e Colômbia 88%. Sem contar que a realidade da população da faixa de baixa renda era ainda pior porque sofriam ainda mais com o abastecimento intermitente, e a baixa qualidade da água distribuída, ocorrendo como agravantes os problemas sociais e de saúde pública.

Carmo (2023), ressalta que a urbanização informal ainda é um problema latente na gestão eficiente dos SAA, porque além de apresentar um problema estrutural das cidades, afeta o saneamento e a contabilização da água produzida, distribuída e consumida. Além do que, as perdas de água em urbanização informal são mais difíceis de detectar e providenciar o reparo necessário.

Barroso (2019), considera o saneamento brasileiro uma das áreas com menos investimentos no quesito infraestrutura, e para melhorar a gestão e reduzir as perdas de água é necessário planejamento, investimento tecnológico e financeiro e políticas públicas capazes de proporcionar avanços para a sustentabilidade dos recursos hídricos.

Como ressalta Vicentini (2012), as perdas podem surgir nas diversas etapas do sistema como a captação, na adução de água bruta e tratada, no tratamento e na distribuição. SABESP (2026) e Pinto (2012), ressaltam que não existe perda zero no sistema de abastecimento e essas perdas são divididas em duas categorias:

3.4.1 Perdas Reais

São os volumes de água que não foram consumidos por ocasião da perda em vazamento em seu percurso, que abrange desde as estações de tratamento de água até o ponto onde a água chegará para atender os consumidores. As perdas reais são as causas da maioria das perdas no sistema de abastecimento, portanto, são resumidas nos seguintes casos:

- Pressões elevadas na rede de distribuição (acima de 50mca);
- Redes antigas;
- Materiais de baixa qualidade e;
- Mal gerenciamento dos sistemas.

3.4.2 Perdas Aparentes

Representam os volumes de água consumidos, porém não contabilizados. Tem como causas principais as irregularidades como: fraudes e/ou ligações irregulares, submedição dos hidrômetros, erros de leitura ou cadastro (desatualização, inatividade em ligações ativas, ligações novas não cadastradas). O Quadro 4 reúne as principais características das PA nos SAA para melhor compreensão.

Quadro 4 - Caracterização geral das perdas de água em SAA

Item	**Características**	
	Perda Real	**Perda Aparente**
Evento mais comum	Vazamento	Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção de água tratada	Valor cobrado ao varejo pelo consumidor
Resultado ambiental	Desperdício dos recursos naturais e maior procura dos mananciais	Sem relevância
Resultado na saúde público	Risco de contaminação da água	Sem relevância
Perspectiva empresarial	Perda de produto	Alta perda na receita
Perspectiva do consumidor	Imagem da empresa manchada para o consumidor pelo desperdício e ineficiência	Sem importância imediata
Efeito para o consumidor	Repasse de custos à tarifa e falta de incentivo à economia de água	Repasse de custos à tarifa (roubo e fraude)

Fonte: Adaptado de Cambrais (2024).

3.4.3 Balanço Hídrico

Segundo Thornton (2022), desenvolvido pela *International Water Association* (*IWA*) o Balanço Hídrico é o método mais estruturado de avaliar os fluxos e usos da água nas empresas de saneamento. Quanto mais rico em detalhes estiver os fluxos, mais íntegro os indicadores de

perdas de água serão dessa forma, o caminho mais rápido para chegar as perdas de água, identificando onde está o problema que causam as perdas.

Tardelli Filho (2013), complementa dizendo que os usos da água vão desde a captação no manancial até estar disponível ao consumidor final e tem muito mais aplicações práticas do que se conhece. É uma visão complexa e abrangente dos fluxos de processo, importações, exportações, pontos de medição e pontos de uso ou consumo. O cálculo do Balanço Hídrico necessita de rigor nas medições em cada ponto estimado no sistema. O Quadro 5 demostra de forma resumida os componentes do Balanço Hídrico.

Quadro 5 – Matriz do Balanço Hídrico

<table>
<tr><td rowspan="10">Volume produzido ou disponibilizado</td><td rowspan="4">Consumos autorizados</td><td rowspan="2">Consumo autorizado faturado</td><td>Consumo faturado medido (inclui água exportada)</td><td rowspan="2">Água faturada</td></tr>
<tr><td>Consumo faturado não-medido (estimados)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Consumo autorizado não-faturado</td><td>Consumo não-faturado medido (usos próprios, caminhão-pipa, etc.)</td><td rowspan="8">Água não faturada</td></tr>
<tr><td>Consumo não faturado não-medido (combate a incêndios, urbanização informal, etc.)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Perdas de água</td><td rowspan="2">Perdas aparentes</td><td>Uso não-autorizado (fraudes e falhas de cadastro)</td></tr>
<tr><td>Erros de medição (macro e micromedição)</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Perdas Reais</td><td>Perdas reais nas tubulações de água bruta e no tratamento (quando aplicável)</td></tr>
<tr><td>Vazamentos nas adutoras e/ou redes de distribuição</td></tr>
<tr><td>Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios de adução e/ou distribuição</td></tr>
<tr><td>Vazamentos nos ramais (a montante do ponto de medição)</td></tr>
</table>

Fonte: Adaptado de Tardelli Filho (2015)

O consumo autorizado pode ser denominado como faturado ou não faturado, e dividem-se em:

I. Consumo autorizado faturado:

a) O consumo faturado medido equivale ao volume de água contabilizado nos hidrômetros, isso inclui o volume de água exportado;
b) O consumo faturado não medido ou estimado corresponde ao volume contabilizado, isso inclui os volumes médios históricos, e na falta de hidrômetros ou falha no mesmo, tem-se o volume mínimo de faturamento.

II. Consumo Autorizado não faturado:

a) O consumo não faturado e medido é o volume de água que a empresa utiliza para suas atividades operacionais especiais;
b) O consumo não faturado não medido destina-se à finalidade social, como as empregadas pelo corpo de bombeiros, o que não inclui as perdas geradas em áreas irregulares. (Instituto Trata Brasil, 2025)

Dinis e Dalfré Filho (2013), analisaram 84, 2 Km de redes de abastecimento de água tratada do Setor da Casa Verde, constituído por 11. 002 ligações e 16.891 domicílios, apresentando vazão e 201,9 l/s, na cidade de São Paulo, evidenciam que o uso do balanço hídrico por meio do método hídrico de perdas no *Software water Audit v.4* mostrou-se eficaz no controle das perdas, sendo assim, concluem, que as ligações prediais são a maior fonte de desperdício de água nas redes de abastecimento.

3.5 PROBLEMÁTICA DAS PERDAS E A UNIVERSALIZAÇÃO

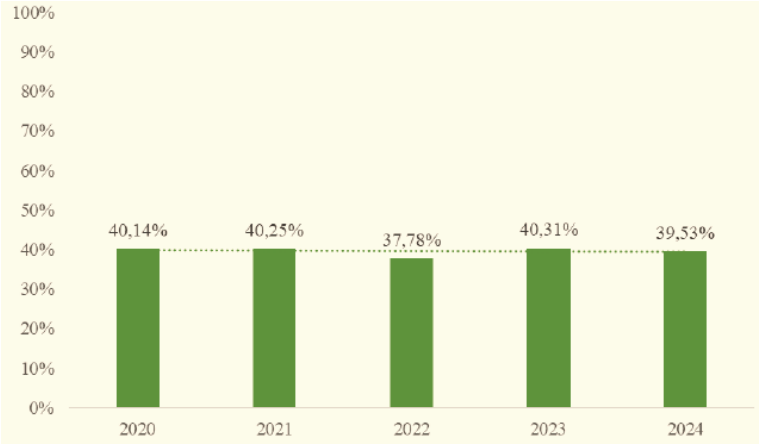
O Novo Marco é categórico ao determinar como deve ser a prestação dos serviços públicos de saneamento básico no país e no entendimento da ABES-SP (2026), é um compromisso audacioso garantir que esses serviços sejam implementados até a data fixada pela normativa dos orgãos reguladores consoante ao texto do NMLS, que comunica:

> Art. 11-B. Os contratos de prestação dos serviços públicos de saneamento básico deverão definir metas de universalização que garantam o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) da população com água potável e de 90% (noventa por cento) da população com coleta e tratamento de esgotos até 31 de dezembro de 2033, assim como metas quantitativas de não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento. (BRASIL, 2020)

As perdas de água nesse sentido pode ser um atraso destas metas, o compromisso em reduzir as perdas e não deixar nehuma região sem atendimento, caminham juntos rumo a universalização. Os resultados do SINISA (2024) ainda são tênues em relação a esse progresso

nacional como mostram as Figuras 2 e 3 dos indicadores perdas totais de água na distribuição (IAG2013) e perdas totais de água por ligação (IAG2015) apontados no relatório de perdas do ITB (2026).

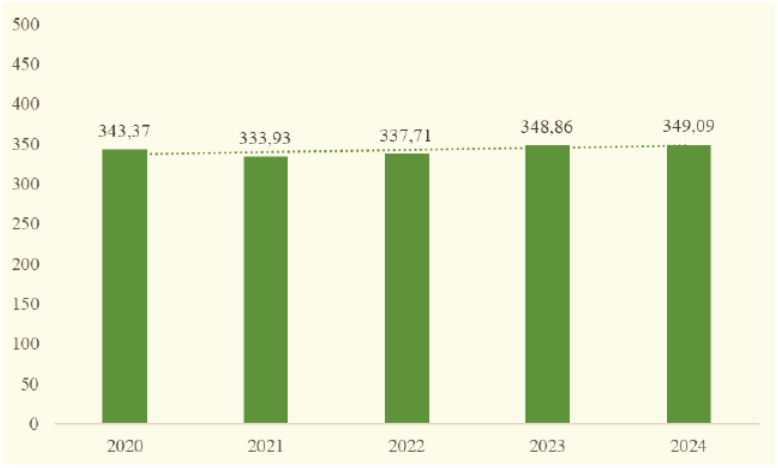
Figura 2 - Gráfico da evolução das perdas na distribuição no Brasil, 2020 a 2024



Fonte: Adaptado de Trata Brasil (2026)

A Figura 2 revela que nas perdas na distribuição o país demonstra na evolução dos anos uma melhora em relação ao índice, porém ainda acima dos 25% esperados para 2033. Já as perdas por ligação o escalonamento mostra uma involução do índice que também se distancia do estimado pelas metas de redução das PA.

Figura 3 - Gráfico da evolução das perdas por ligação no Brasil, 2020 a 2024



Fonte: Adaptado de Trata Brasil (2026).

Como menciona Tardelli Filho (2016) as PA além de representarem desperdícios ambientais, hídricos e econômicos, também representam a eficiência com a qual as empresas de saneamento conduzem os seus serviços refletidas nos indicadores. Concomitantemente com os problemas encontrados no saneamento, o crescimento desordenado das cidades, a falta de investimento em obras públicas e a construção de casas em áreas de mananciais, corroboram para o declínio da qualidade e quantidade do saneamento, e consequentemente para a piora das PA, devendo ser revisto a importância e as prioridades necessárias para que esses percalços não interfiram ainda mais nos níveis das PA que no Brasil, ainda precisam de redução sistemática. Na realidade brasileira estas PA ainda retratam um problema velado na gestão dos recursos hídricos, sejam as perdas reais ou aparentes, o volume perdido ainda é preocupante, ou deveria ser para toda gestão hídrica. Além da preservação dos recursos hídricos, primordiais para toda a atividade humana o mais beneficiado, sem dúvidas, com todos os esforços e iniciativas existentes para controlar e reduzir as PA é a sociedade que depende desse bem essencial para a sua existência.

> Para compreender o impacto do controle de perdas, levando em conta apenas as perdas físicas (vazamentos), o volume perdido (mais de 3,6 bilhões de m³) seria suficiente para abastecer cerca de 54 milhões de brasileiros durante um ano. Esse volume não só representa mais de um quarto da população do país em 2022, como também é significativamente maior do que o número de pessoas sem acesso ao abastecimento de água nesse ano, que gira em torno de 32 milhões. Além disso, com esse mesmo volume, seria possível abastecer os 17,9 milhões de brasileiros que vivem em favelas por mais de três anos. (Kelly, 2024)

A mesma autora destaca que entre os impasses a serem vencidos para a universalização do saneamento no Brasil, estão o eficaz controle e redução das PA. A autora ainda explica que as PA, também apresentam um grande transtorno ambiental quando na necessidade de buscar mais água para o abastecimento por conta do desperdício, recorre-se aos mananciais de forma exploratória, além do que, extrapola-se os valores outorgados quando não existe uma fiscalização ativa.

O ITB (2026), mostra ainda em seu levantamento o comportamento das PA por macrorregião brasileira referentes ao ano de 2024 e aponta as seguintes perdas nas regiões por: Centro-Oeste 227,47 l/ligação/dia; Norte 608,69,40 l/ligação/dia; Nordeste 373,42 l/ligação/dia; Sul 295,08 l/ligação/dia e Sudeste 360,85 l/ligação/dia. Nenhuma das regiões apresentam média de perdas dentro do aceitável como excelente de 216 l/ligação/dia em 2024, como também observado em anos anteriores. O pior desempenho encontra-se na região Norte, seguido das regiões Nordeste e Sudeste. As regiões Sul e Centro-Oeste apresetam-se com valores mais próximos do excelente. As perdas no Brasil não são uniformes, indicando diferenças em capacidade econômica-financeira, estrutural e operacional das regiões. Quanto maior forem as perdas, mais frágeis serão os sistemas de abastecimento e suscetíveis às intercorrências como intermitências, gastos elevados para a captação de água e outros problemas que podem prejudicar o desempenho dos serviços e distanciar ainda mais o país da universalização aguardada pelo NMLS.

No tocante ao estado de São Paulo, o autor ainda ressalta resultados das perdas por ligação em 280,34 l/ligação/dia, valor abaixo da média nacional de 349,09 l/ligação/dia, porém acima de 216 l/ligação/dia, considerado excelente pela normativa, e 32,15% de perdas totais de água na distribuição também acima do esperado em 25% a partir de 2033. A capital de São Paulo a mais populosa entre as capitais brasileiras com uma população aproximada de 11. 895. 578 de habitantes apreseta 24,46% de perdas totais de água na distribuição e 310,72 l/ligação/dia de perdas por ligação, o que equivale a quantia de 246 piscinas olímpicas com 2.500m³ diariamente e 821 caixas d'água de 750 litros diárias de desperdício.

ABES-SP (2026), salienta que os entraves para a universalização consiste na falta de planejamento principalmente no âmbito municipal, pois, um terço dos municípios do país não possuem Plano Municipal de Saneamento Básico. As desigualdades regionais também é outro impedimento a ser vencido na universalização, e outro aspecto importante é a vulnerabilidade hídrica que coloca em xeque o abastecimento público devido à pressão das mudanças climáticas sobre os mananciais. Apesar de alguns municípios já refletirem resultados do Novo Marco em alguns aspectos, o autor identifica algumas soluções para o caminho rumo a universalização,

podendo destacar: investimentos públicos e privados, parcerias público-privadas (PPPs), governança regulatória, inovação tecnológica, educação ambiental e participação social. A universalização e as perdas de água precisam ser enxergadas de forma associadas e vinculadas, o avanço de uma depende da boa gestão da outra.

3.6 ÍNDICE DE VULNERABILIDADE ÀS PERDAS DE ÁGUA (IVuPA)

O Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA) é um índice capaz de avaliar e classificar a fragilidade que os SAA sofrem diante das PA que estão sujeitos. O IVuPA foi elaborado para ser uma ferramenta de metodologia simples, porém muito objetiva para discutir o quanto os SAA estão vulneráveis as PA e o desempenho dos municípios onde esses SAA estão inseridos. A finalidade do IVuPA é expressar que existe alternativa para a avaliar o quanto um SAA pode estar exposto aos transtornos que podem ser técnicos, ineficiência na gestão, econômicos e/ou operacionais e que podem levar um SAA a ser inoperante e não desempenhar com prestabilidade os seus serviços (Carmo, 2023).

Seguindo o raciocínio do autor citado, as informações que constituem o IVuPA são de fontes públicas e declaráveis, sendo assim, o prestador dos serviços de saneamento que as declara. O IVuPA é composto por seis indicadores selecionados por suas características de disponibilidade e capacidade de captar água, capacidade de inversão de água bruta em água tratada e distribuída e capacidade de conversão de água tratada em recurso financeiro. Inicialmente esse índice foi elaborado por Carmo (2023) para ser aplicado no estado de São Paulo, contudo, pode ser empregado em todo o Brasil. Os pesos que os indicadores possuem foram delimitados a partir de uma metodologia *Analytic Hierarchy Process (AHP)* e contexto do próprio saneamento e a distribuição partiu da situação do desempenho dos municípios. Conforme Carmo (2023), esses indicadores compreendem:

> **Tipo de manancial:** Disponibilidade e capacidade para captar água em um SAA superficial, subterrâneo ou misto. A depender do tipo de manancial a ser operado é possível obter o grau de impacto que as PA inevitáveis podem provocar na estrutura do SAA. A PA é muito mais problemática na distribuição em um manancial superficial do que em manancial subterrâneo devida ao sistema da captação superficial e distribuição ser bem mais robusto, compreendendo as adutoras de grandes extensões e todo os elementos necessários para o tratamento e distribuição que podem em algum ponto

apresentar vazamento. Além do mais, mananciais superficiais podem sofrer perdas com a evaporação.

- **Razão da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica:** Propõe avaliar a razão da outorga disponível para o abastecimento humano e o quanto está sendo dispensado para os municípios. Quanto mais desproporcional forem essas informações, mais PA podem resultar no SAA.

- **Índice de atendimento urbano de água:** Refere-se à capacidade de um SAA na conversão de água bruta para tratada e sua distribuição. Esse parâmetro demonstra quanto o objetivo principal do SAA está sendo alcançado, que é a universalização do atendimento à população.
- **Índice de perdas por ligação:** Está atribuído à capacidade de cooptação de água bruta em tratada e distribuição. Apresenta qual é o nível de PA dentro do SAA, sendo a PA a principal motivação da vulnerabilidade do sistema. É considerado o principal indicador do IVuPA, pois identifica a situação das perdas dentro dos SAA, sendo essas perdas a pressão matriz da vulnerabilidade.

- **Razão do consumo médio per capita de água ponderado por UGHRI:** Relaciona-se com a capacidade de conversão de água tratada em recurso financeiro. Demonstra o consumo médio existente, com base na média da UGRHI que o município se insere.

- **Razão das despesas totais com os serviços por m³:** Visa demonstrar a sustentabilidade financeira pelo quanto se gasta para produzir o m³ de água tratada pela tarifa média aplicada. Quanto maior for a diferença entre o gasto para produzir água e o quanto retorna pela produção, melhores serão as estratégias para reduzir as PA.

O IVuPA também foi elaborado para propiciar a sustentabilidade dos recursos hídricos e a segurança hídrica diante da universalização do saneamento básico que é uma das premissas do NMLS. O Quadro 6, resume as principais informações dos indicadores do IVuPA e a fonte para o banco de dados que compõe cada um dos indicadores. (Carmo, 2023)

Quadro 6 - Parâmetros dos Indicadores que integram o IVuPA

Indicador	Fórmula de cálculo	Unidade	Fonte
Tipo de manancial	Não há fórmula de cálculo para esse indicador.	Superficial, subterrâneo ou misto	ANA (2021a)
Razão da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica	({Q outorgado para abastecimento [m³/s] x 31536000}/{Pop total x Disponibilidade *per capita* [m³/hab.ano]}) x 100	%	CRHI (2024)
Índice de atendimento urbano de água	Fórmula de cálculo é o próprio (SINISA, 2024)	%	SINISA (2024)
Índice de perdas por ligação	Fórmula de cálculo é o próprio (SINISA, 2024)	l/dia/lig.	SINISA (2024)
Razão do Consumo médio per capita de água ponderado por UGRHI	l/hab.dia/(média UGRHI l/hab.dia)	Adimensional	SINISA (2024)
Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela tarifa média aplicada	R$/m³despesas/R$m³ tarifa	Adimensional	SINISA (2024)

Fonte: Adaptado de Carmo (2023)

3.7 FUNDAMENTOS LEGAIS DO NOVO MARCO DO SANEAMENTO E AS PERDAS DE ÁGUA

A gestão dos recursos hídricos e a prestação de serviços de saneamento básico constituem pilares fundamentais para o desenvolvimento social, a saúde pública e a sustentabilidade ambiental de uma nação. No Brasil, um país marcado por profundas desigualdades regionais e um histórico de investimentos insuficientes no setor, o arcabouço legal que rege o saneamento tem sido objeto de intensos debates e reformas. Um dos desafios mais prementes e complexos no âmbito do saneamento é o controle das PA nos sistemas de

distribuição. Essas PA representam um expressivo desperdício de recursos naturais e financeiros, comprometendo a eficiência operacional dos prestadores de serviço e a segurança hídrica das cidades. Nesse contexto, o NMLS introduziu mecanismos regulatórios específicos com o objetivo de induzir a redução progressiva e sistemática dessas perdas, tornando este um dos eixos centrais da nova política para o setor. (BRASIL, 2026)

3.7.1 A Reforma do Setor de Saneamento: A Lei nº 14.026/2020

O NMLS materializado na Lei nº 14.026/2020, promoveu uma profunda reforma para o saneamento básico que foi motivada pela constatação de que, mais de uma década após a lei original, o Brasil ainda apresentava um déficit significativo na cobertura dos serviços, com avanços lentos e desiguais entre as regiões. (Centro de Liderança Pública - CLP, 2025)

O novo diploma legal buscou, portanto, criar um ambiente de maior segurança jurídica e atratividade para investimentos, especialmente do setor privado, por meio da vedação aos controversos "contratos de programa" firmados sem licitação entre municípios e empresas estaduais de saneamento, e da obrigatoriedade de processos licitatórios para a concessão dos serviços (Brasil, 2026).

O cerne da nova legislação reside no estabelecimento de metas de universalização audaciosas com prazo definido para até 2033. Como intuito de assegurar o cumprimento dessas metas, a lei condicionou a validade dos contratos à comprovação da capacidade econômico-financeira dos prestadores de serviço para realizar os investimentos necessários. (Instituto Água e Saneamento, 2026)

De forma central para o tema desta dissertação, as PA na distribuição de água tratada devem ser compatíveis com a Portaria MCID n° 788, de 1 de agosto de 2024. Essa determinação transformou o controle de perdas, antes um indicador de eficiência operacional, em uma obrigação legal e contratual, sujeita à fiscalização e sanções. (BNDES, 2022)

De acordo com CLP (2026), a implementação do NMLS, apesar de seus objetivos meritórios, não está isenta de desafios e críticas. Seis anos após a promulgação da lei, o autor aponta que, embora tenha havido avanços nos locais onde ocorreram concessões e Parcerias Público-Privadas (PPPs), muitos municípios permanecem em situação de inércia, com dificuldades técnicas e administrativas para se adequarem às novas exigências.

3.7.2 A Nova Arquitetura Regulatória para o Controle de Perdas

Para dar concretude às metas estabelecidas o Novo Marco, reestruturou a governança regulatória do setor, conferindo à ANA a competência para instituir normas de referência (NRs) para a regulação dos serviços. Essas normas visam padronizar as melhores práticas e criar uma base técnica uniforme para a atuação das agências reguladoras infranacionais (estaduais e municipais), que são as responsáveis diretas pela fiscalização dos contratos de concessão. (ANA, 2026)

Esclarece Brasil (2026), no que diz respeito especificamente às perdas de água, o Art. 4º-A da lei, em seu parágrafo 1º, inciso VI, atribui explicitamente à ANA a responsabilidade de estabelecer normas de referência para a "redução progressiva e controle da perda de água" em cumprimento a essa atribuição, a ANA publicou normativas cruciais que detalham as obrigações dos prestadores de serviço.

Duas normas de referência são particularmente relevantes para a redução das perdas de água:

I. **Norma de Referência nº 09/2024**: Aprovada pela Resolução ANA nº 211/2024, esta norma estabelece um conjunto de indicadores operacionais para monitorar a qualidade da prestação dos serviços, incluindo, de forma destacada, o controle de perdas na distribuição de água**.** A norma padroniza a forma de medição e reporte desses indicadores, permitindo a comparabilidade entre diferentes prestadores e a avaliação do desempenho ao longo do tempo.
II. **Norma de Referência nº 15/2025**: Aprovada em dezembro de 2025, esta norma foca diretamente nas diretrizes para a gestão de redução e controle de perdas. Seu objetivo é padronizar o diagnóstico das perdas e orientar a elaboração dos Planos de Gestão de Redução e Controle de Perdas de Água por parte dos prestadores, que se tornam documentos mandatórios e auditáveis.

O mesmo autor elucida que essa nova arquitetura cria um sistema de responsabilidades em cascata: a ANA estabelece as diretrizes nacionais; as agências reguladoras infranacionais, como a ARSESP em São Paulo, devem adaptar e incorporar essas normas em sua regulação local; e

os prestadores de serviços, como a SABESP, devem cumprir as metas e os procedimentos estabelecidos sob pena de sanções contratuais sintetizadas no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 – Princípios legais e regulatórios para o controle de perdas de água

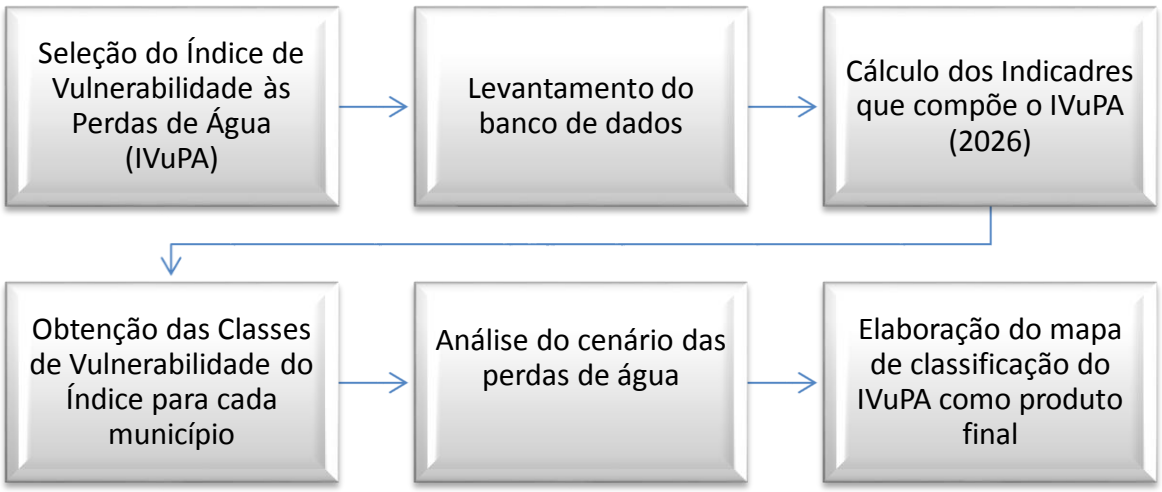
Parâmetro Regulatório	**Instrumento Legal/Normativo**	**Objetivo Principal**	**Prazo Relevante**
Metas de Universalização	Lei nº 14.026/2020	99% de acesso à água potável e 90% de acesso a esgotamento sanitário.	31 de dezembro de 2033
Meta de Perdas de Água	Lei nº 14.026/2020	35% e 303 litros/ligação/dia até 2025; 30% e 263 litros/ligação/dia para os anos de 2026 a 2032; e 25% e 216 litros/ligação/dia a partir do ano de 2033.	31 de dezembro de 2033
Indicadores Operacionais	NR nº 09/2024 (ANA)	Padronizar o monitoramento da qualidade dos serviços, incluindo o controle de perdas.	Adoção a partir de 2026
Planos de Gestão de Perdas	NR nº 15/2025 (ANA)	Padronizar o diagnóstico e a elaboração de planos de redução de perdas.	Adoção a partir de 2028
Gestão de perdas	Portaria MCID n° 788	Procedimentos gerais para a redução das perda de água disposto no inciso IV do art. 50 da Lei nº 11.445/2007, e no inciso IV do art. 7º do Decreto nº 11.599/2023.	1 de agosto de 2024

Fonte: Adaptado de ANA (2026).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia partiu de uma construção explicativa e quantitativa adotando como procedimento metodológico, o Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA) que possui a condição de agrupar em classes de vulnerabilidade às PA os municípios da área de estudo, e assim, identificar a fragilidade que os SAA destes municípios apresentam diante destas PA. Busca-se responder se estes municípios já atendem as expectativas do NMLS, posto que a normativa prediz que a redução das PA devem ser progressivas, uma vez que os degraus dessa redução já foram estabelecidos. Entende-se que ao passo que estes municípios apresentem melhoras em relação às PA, consequentemente o grau de vulnerabilidade diminua. Nesse contexto o IVuPA se apresenta como uma ferramenta que visa identificar e apontar os municípios que ainda se mostram vulneráveis às PA, mesmo após o prazo legal que a Lei concedeu para o controle paulatino das perdas e aqueles que já demonstram avanços em relação às PA. A área de estudo foi delimitada aos 645 municípios do Estado de São Paulo que apresenta uma população de 44.411.238 habitantes (Censo 2022) e área territorial de 248.219,485km² O estudo também se baseia em artigos científicos, legislações, e documentos relevantes de interesse da pesquisa. O fluxograma da Figura 4, demonstra os passos adotados na presente metodologia.

Figura 4 – Fluxograma das etapas da elaboração da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1 SELEÇÃO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE ÀS PERDAS DE ÁGUA (IVuPA)

Com vistas a viabilizar o estudo das fragilidades que os municípios enfrentam diante das perdas de água nos SAA, fez-se necessário um meio pelo qual essa análise pudesse ser realizada de forma objetiva. O critério para a escolha do IVuPA estava no fato desse Índice, ter sido desenvolvido e aplicado inicialmente para o estado de São Paulo o que facilitaria replicá-lo para essa pesquisa. Na ocasião do seu desenvolvimento, o IVuPA foi elaborado com dados públicos dos indicadores referentes ao ano de 2019, sendo a pesquisa publicada por Carmo em 2023. Esse estudo busca reproduzir o mesmo Índice, com o intuito de alcançar resultados similares, mas com dados referentes a 2023 para o ano de 2024 e, após ter passado seis anos da promulgação do NMLS (2020), analisar o cenário das PA para esse intervalo de tempo, quanto à vulnerabilidade ás perdas de água e comparar o resultado da pesquisa com o estudo de Carmo (2023).

4.1.2 Levantamento do Banco de Dados

Os dados dessa pesquisa foram disponibilizados por meio de site oficial de órgãos públicos e compreendem o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA, 2024) índices: IAG0002; IAG2006; IAG2015; IFA1001 e IFA2002. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), pelo Atlas Água, 2021 e a Coordenadoria de Recursos Hídricos (CRHI, 2024) com informações das UGRHI.

Em virtude de os dados serem autointitulados, alguns municípios deixaram de declarar informações para alguns dos indicadores do SINISA e ao CRHI. Esses municípios apresentavam a denominação “ não calculado” ou “não informado” no lugar do valor do indicador e consequentemente ficaram com o título “ Sem Informação”, na classe de vulnerabilidade do IVuPA, então não puderam ser inseridos no cálculo dos indicadores que compõe o Índice. Ao total foram 87 municípios com informações faltantes considerada uma limitação da pesquisa. Também foi relevante levantar informações referentes aos municípios como: a UGRHI que cada município pertence, população total dos municípios e disponibilidade per capita – vazão média em relação à população total.

4.1.3 Cálculo dos Indicadores que compõe o IVuPA

Alguns indicadores não apresentaram fórmula de cálculo, como o caso do indicador " Tipo de Manancial". Como não houve atualização da fonte de dados no período da coleta, foi adotado para esse estudo os mesmos valores de Carmo (2023). Os dados são referentes ao tipo de manancial que provê água bruta aos SAA e pode ser manancial superficial, manancial subterrâneo ou misto, esses dados foram extraídos do Atlas Água 2021. O Índice de atendimento urbano de água e o Índice de perdas por ligação, a fórmula de cálculo foi do próprio SINISA. Para calcular os indicadores que apresentaram a fórmula de cálculo, as informações pertinentes foram coletadas na fonte de dados de cada indicador que pode ser consultada no Quadro 8, bem como as demais fórmulas de cálculo, as unidades e a fontes adotadas para cada indicador.

Quadro 8 – Indicadores adotados no IVuPA

Indicador	**Fórmula de cálculo**	**Unidade**	**Fonte**	**Indicadores de atendimento**
Tipo de manancial	Não há fórmula de cálculo para esse indicador.	Superficial, subterrâneo ou misto	ANA (2021a)	Sem cálculo
Razão da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica	({Q outorgado para abastecimento [m³/s] x 31536000}/{Pop total x Disponibilidade *per capita* [m³/hab.ano]}) x 100	%	CRHI (2024)	Não necessitou de um indicador específico.
Índice de atendimento urbano de água	Fórmula de cálculo é o próprio (SINISA, 2024)	%	SINISA (2024)	IAG0002
Índice de perdas por ligação	Fórmula de cálculo é o próprio (SINISA, 2024)	l/dia/lig	SINISA (2024)	IAG2015
Razão do Consumo médio per capita de água ponderado por UGRHI	l/hab.dia/(média UGRHI l/hab.dia)	Adimensional	SINISA (2024)	IAG2006
Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela tarifa média aplicada	R$/m³despesas/R$m³ tarifa	Adimensional	SINISA (2024)	IFA2002- Despesa total média de água incluindo tributos; IFA1001- Receita operacional direta média de usuários de água.

Fonte: Adaptado de Carmo (2023)

Na planilha Excel essas informações foram inseridas e colocadas em ordem alfabética conforme o número da UGRHI pertencentes a cada município. A última célula após uma sequência de municípios de uma mesma UGRHI, fez-se a média dos valores. Essa média foi utilizada principalmente para dividir o valor do consumo médio *per capita* de água (SINISA, IAG 2006) para compor o valor do indicador, "Razão do consumo médio per capita de água ponderada por UGRHI. " O valor de cada indicador pertence a um intervalo, e cada intervalo contém um peso interno e um peso externo correspondente que pode ser conferido no Quadro 9. A definição dos pesos externos baseou-se na ferramenta *Analytic Hierarchy Process* (AHP) que consiste em auxiliar na tomada de decisão quando na existência de fatores resolutivos. Para a elaboração dos pesos internos foi levado em consideração os cenários bons, realistas e péssimos para o desempenho de cada indicador e o panorama do saneamento brasileiro. Todos os indicadores pertencentes a um município foram calculados e após a tabulação, obteve-se os resultados dos indicadores para a partir destes compor a classe de vulnerabilidade equivalente para cada município.

Quadro 9 – Resumo dos parâmetros do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água

Indicador	Peso Externo	Intervalos	Peso Interno
Tipo de manancial	0,112	Superficial	0,80
		Predominantemente superficial	0,60
		Predominantemente subterrânea	0,30
		Subterrânea	0,20
Razão da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica	0,112	>100%	1,00
		60,01 a 99,99	0,80
		31,00 a 60,99	0,60
		16,00 a 30,99	0,40
		0 a 15,99	0,20
Índice de atendimento urbano de água	0,044	<95%	1,00
		95,01% a 97,50%	0,70
		97,51% a 98,99%	0,40
		99,00% a 99,99%	0,20
		100%	0
Índice de perdas por ligação	0,483	>500	1,00
		340 a 500	0,85
		250 a 340	0,75
		216 a 250	0,50
		160 a 216	0,30
		0 a 160	0,10
Razão do Consumo médio per capita de água ponderado por UGRHI	0,068	>1,5	1,00
		1,20 a 1,49	0,80
		0,80 a 1,19	0,60
		0,50 a 0,79	0,40
		0 a 0,49	0,20
Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela tarifa média aplicada	0,182	>2,0	1,00
		1,50 a 1,99	0,85
		1,30 1,49	0,75
		1,00 a 1,29	0,60
		0,80 a 0,99	0,30
		0,50 a 0,79	0,20
		0 a 0,49	0,10

Fonte: Adaptado de Carmo (2023)

4.1.4 Classes de Vulnerabilidade do IVuPA

Na mesma linha de raciocínio, o valor da classe de vulnerabilidade de cada município foi inserido dentro de um intervalo correspondente a uma classe de vulnerabilidade e uma cor atribuída com o código HEX do programa QGIS, conforme demonstra o Quadro 10. A partir dessa distribuição os municípios puderam ser categorizados em: “Informações ausentes”; “Irrisoriamente vulnerável”; “Pouco vulnerável”; “Consideravelmente vulnerável”; “Muito vulnerável” e “Extremamente vulnerável”. As cores das classes são as mesmas utilizadas para elaborar o mapa final do IVuPA.

Quadro 10 – Resumo das Classes de Vulnerabilidade do Índice

Intervalo	**Classe**	**Cor**	**Código HEX**
Informações ausentes			#7B7B7B
0 a 0,250	Irrisoriamente vulnerável		#99FF33
0,251 a 0,350	Pouco vulnerável		#1FA808
0,351 a 0,550	Consideravelmente vulnerável		#FFFF00
0,551 a 0,750	Muito vulnerável		#FFC000
0,751 a 1,00	Extremamente vulnerável		#FF0000

Fonte: Adaptado de Carmo (2023)

4.1.5 Análise do cenário das perdas de água

A partir dos resultados obtidos para os indicadores que compõe o IVuPA é possível compreender o desempenho dos municípios em relação a esses indicadores e compará-los com os resultados de Carmo (2023). Conforme já mencionado, no setor de saneamento existe o mecanismo de incentivo operacional pela adoção de métricas relacionadas às PA. Isso estimula a redução das PA pelo fato ser uma exigência para aportes financeiros. O escalonamento das metas previstas de 35% até 2025 e 30% para os anos de 2026 a 2032 já devem sinalizar os reflexos do Novo Marco nas PA sem perder de vista o horizonte de 25% para 2033. A relação do resultado do IVuPA (2026) com o que se espera dos municípios em virtude do desempenho das PA pode corresponder ao controle que os seus SAA demonstram frente as fragilidades dos seus sistemas. O IVuPA não visa analisar se tão somente os municípios estão alcançando as metas do Novo Marco em relação a redução progressiva das PA, mas se preocupa em analisar

o contexto em conjunto com outros índices do estudo que são importantes na gestão das perdas, e a composição de todos os fatores resulta no grau de fragilidade às perdas, sendo a falta de monitoramento uma condição que leva à vulnerabilidade de um SAA.

4.1.6 Elaboração do mapa de classificação do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA)

Essa etapa consiste na criação do mapa do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água, após a obtenção das classes de vulnerabilidade do Índice dos municípios. Essas informações são processadas no programa QGIS para a consecução do mapa, possibilitando a compreensão da posição de cada município em relação a classe de vulnerabilidade correspondente. Esse mapa é o produto da pesquisa e representa a situação dos municípios em face da suscetibilidade às PA. Através do mapa é possível perceber como está a distribuição das classes entre os municípios paulistas e qual a predominância das categorias nas regiões paulistas. Para essa pesquisa, o mapa da vulnerabilidade só pode ser utilizado para o estado de São Paulo. Não obstante, o IVuPA pode ser aplicado em todo o Brasil e em países estrangeiros, apenas sendo necessário obter os dados relacionados aos indicadores. O mapa apresenta-se com seis cores diferentes, e cada cor está vinculada a uma faixa de vulnerabilidade. As faixas informam a situação do município quanto a posição em que o mesmo se encontra diante da vulnerabilidade presente no seu SAA. Como sugestão para futuros estudos com o IVuPA, propõe-se que a confecção do mapa de vulnerabilidade possa apresentar-se como um mapa interativo e que forneça as informações para a região de interesse.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

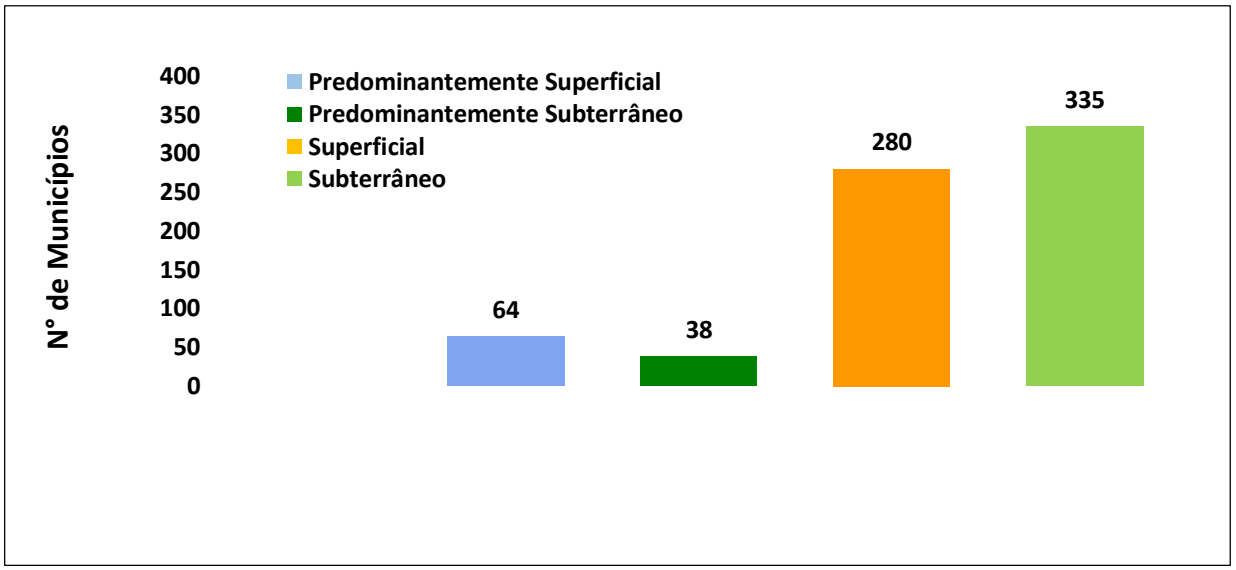
5.1 DESEMPENHO DOS MUNICÍPIOS PELA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DO IVuPA EM 2026

Essa etapa da pesquisa visa apresentar os resultados obtidos com a aplicação dos seis indicadores que constitui o Índice, e, por conseguinte, as classes de vulnerabilidade do IVuPA em 2026. Todos os indicadores foram atribuídos aos municípios, demonstrando os resultados que estes possuem em relação ao IVuPA. O resultado dos indicadores: Razão da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica; Razão do consumo médio per capita de água ponderado por UGHRI e Razão das despesas totais com os serviços por m³, foram obtidos através dos cálculos por planilha Excel, cuja as fórmulas já foram apresentadas no Quadro 8. Já os indicadores; Índice de atendimento urbano de água e Índice de perdas por ligação possuem cálculo efetuado pelo próprio índice, e o indicador Tipo de manancial não possui fórmula de cálculo. Dentre os 645 municípios da amostra, 87 não apresentaram pelo menos uma informação oportuna para calcular ou integrar os indicadores e foram denominadas como “Informações ausentes”. Esses dados ausentes apresentam-se como uma limitação da pesquisa. Como sugestão para futuras aplicações do Índice, recomenda-se que esses dados ausentes possam ser excluídos da amostra e seja observado o comportamento dos resultados com a retirada destes dados faltantes. Em 2024 o principal banco de dados da pesquisa, o sistema SNIS, encerrou a sua atuação para dar início ao novo sistema SINISA. Pôde ser observado que nos anos anteriores ainda no antigo sistema, a falta de algumas informações por parte das operadoras dos serviços já era recorrente. Para a prestação dos serviços públicos a falta destes dados é prejudicial, pois os indicadores auxiliam no planejamento e como indicativo da qualidade dos serviços. Os resultados dos indicadores mostram que parte destes indicadores calculados para 2024 apresentam valores próximos ao de Carmo (2023).

5.1.2 Tipo de Manancial

A Figura 5 apresenta o comparativo desses mananciais nos municípios possíveis de avaliação. Para esse indicador foram adotados os mesmos resultados de Carmo (2023) devido à base de dados não ter sido atualizado no período da pesquisa.

Figura 5 - Gráfico comparativo dos tipos de manancial dos municípios avaliados (IVuPA, 2023)

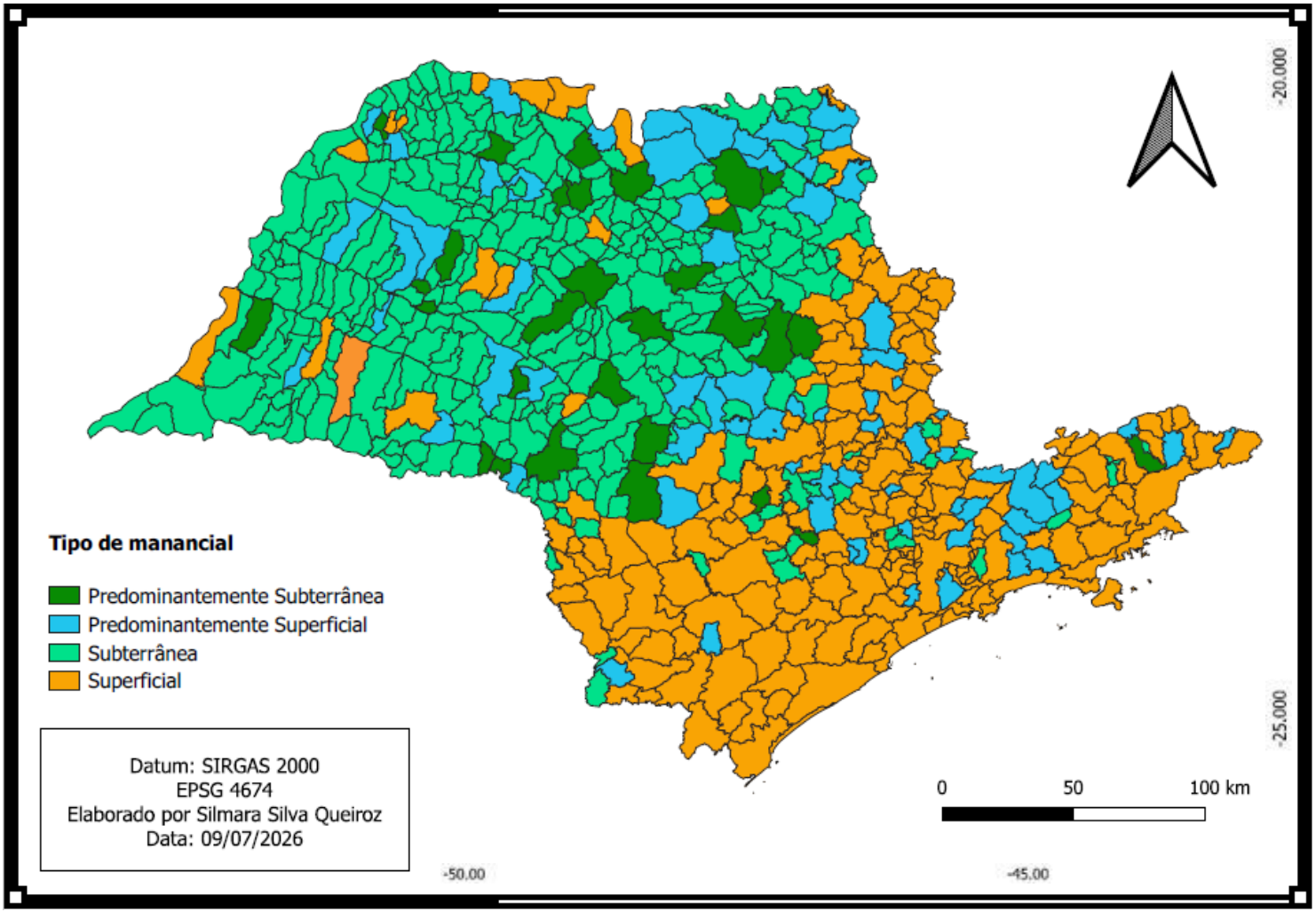


Fonte: Elaborado pelo autor

No estado de São Paulo existe uma certa padronização para os mananciais de captação. O mapa da Figura 6 indica esse padrão e apresenta a distribuição espacial dos tipos de mananciais apontando no litoral na Região Metropolitana de São Paulo, Região Metropolitana de Campinas e municípios vizinhos captação em manancial superficial, misto ou predominantemente superficial, com poucas fontes de captação subterrânea.

O estado de São Paulo mostra basicamente metade dos municípios com captação subterrânea (51,94%) seguido de 32,25% da captação superficial, ficando o restante com os sistemas mistos, sendo 9,92% predominantemente superficial e 5,89% predominantemente subterrâneo. Isso significa que mais da metade dos SAA, mostram-se favorável para o melhor desempenho parcial do indicador, e quase um terço apresentam-se no pior intervalo (Carmo, 2023).

Figura 6 - Mapa de distribuição dos tipos de manancial de captação dos municípios do estado de São Paulo

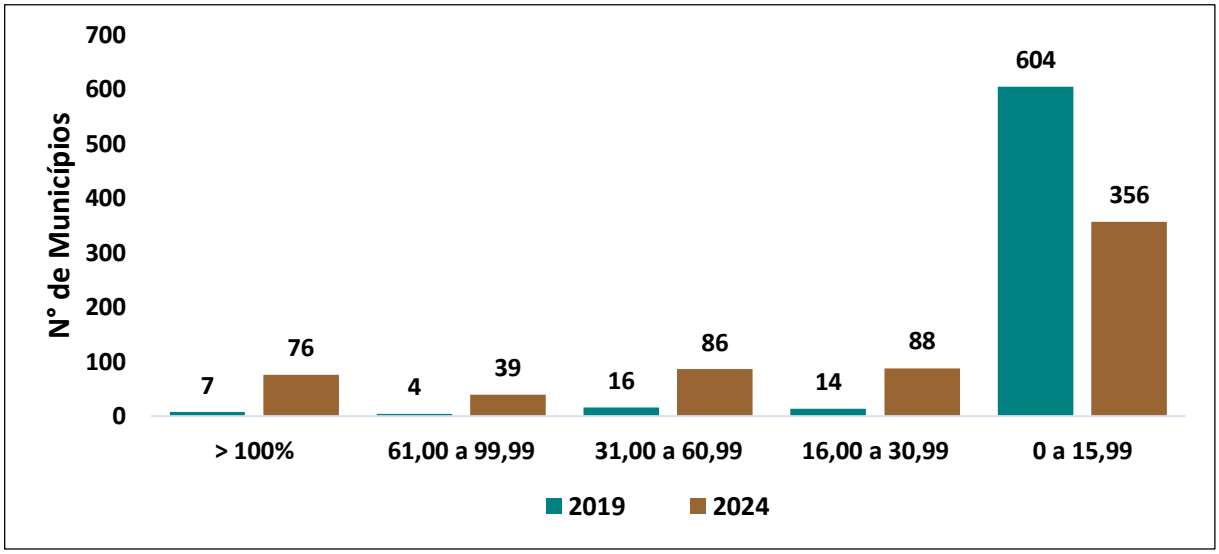


Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.3 Relação da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica

O Gráfico da Figura 7 mostra o desempenho desse indicador que foi melhor apresentado para o ano de 2019, quando a maior parte os municípios apresentaram-se dentro do melhor intervalo correspondendo a 93,64% (0 a 15,99%). Apenas 1,70% apresentaram-se no pior intervalo com razão superior a 61,00%, ao passo que, em 2024 os mesmos valores corresponderam a 55,19% para o melhor intervalo (diferença de 38,45%) e razão de 17,82% para o pior intervalo.

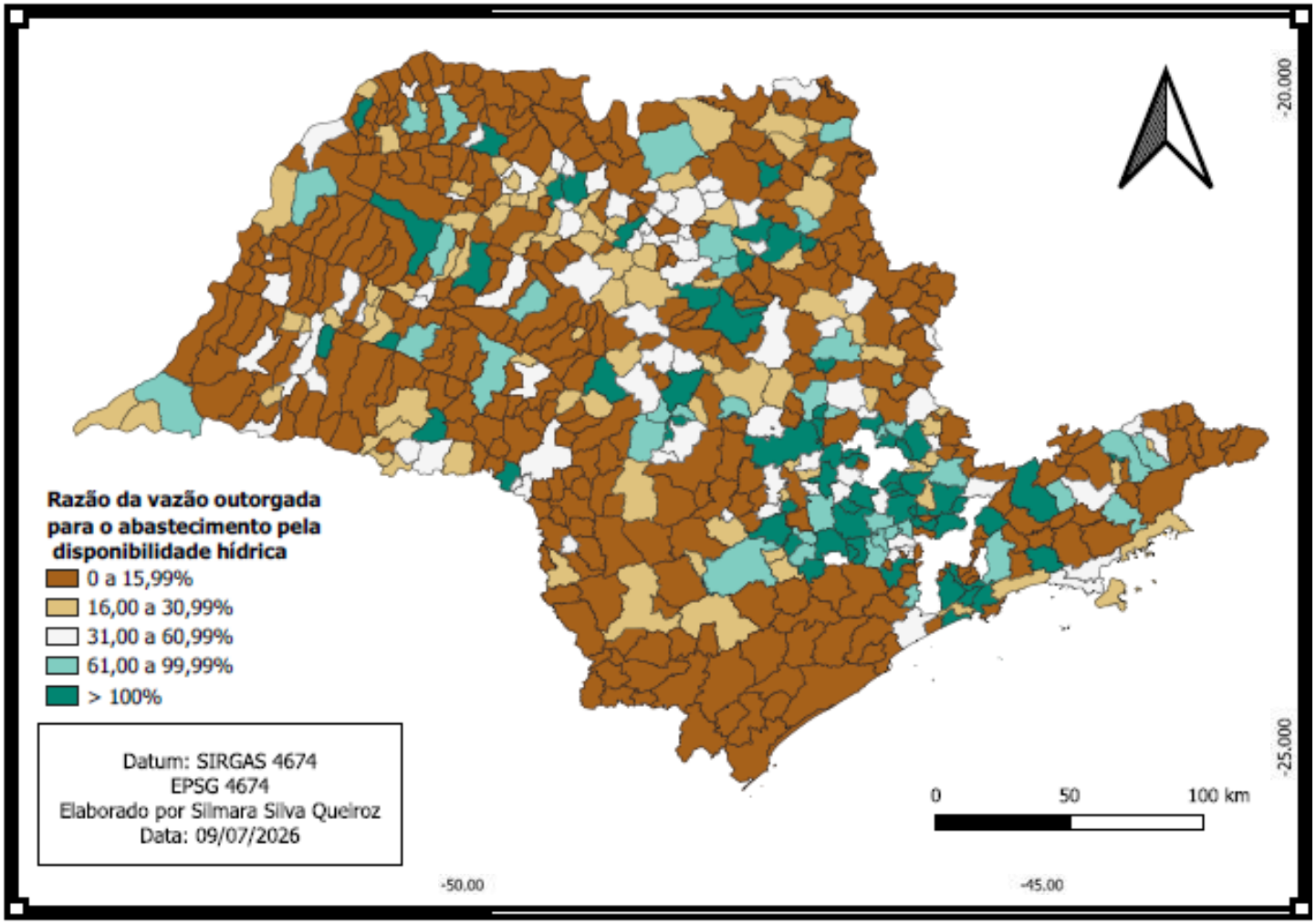
Figura 7 – Gráfico comparativo da relação da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica dos municípios paulista



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando se trata da disponibilidade hídrica subterrânea no estado de São Paulo, existe uma relevante contribuição da reserva subterrânea. Sempre que comparada a disponibilidade hídrica pela vazão outorgada, resultará em uma razão inferior a 16%, considerada de bom desempenho como apresentada no mapa da Figura 8.

Figura 8 - Mapa da relação da vazão outorgada para o abastecimento pela disponibilidade hídrica dos municípios do estado de São Paulo

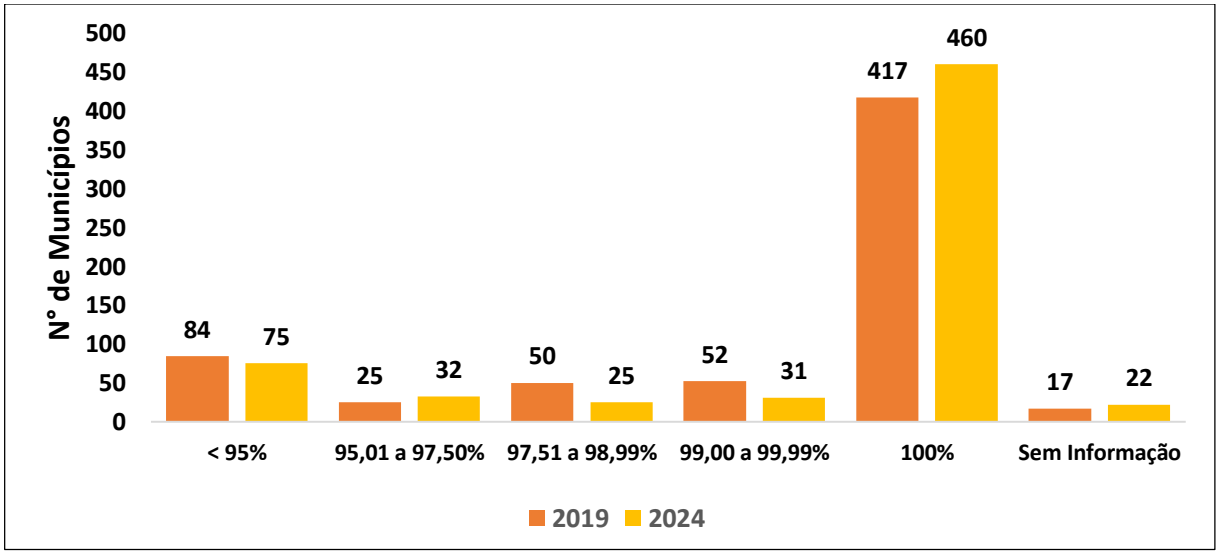


Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.4 Índice de atendimento urbano de água

Em 2019, dos municípios avaliados 65,65% se apresentaram no melhor intervalo possível para o indicador, com atendimento de 100% segundo Carmo (2023). Esse mesmo intervalo se apresentou em 2024 com 71,32%. Grosso modo, os municípios ainda apresentaram bom desempenho para esse indicador. Já para o pior intervalo (< 95%) o valor correspondente passou de 13,02% em 2019 para 11,62% em 2024 apresentando uma melhora para esse intervalo conforme a Figura 9. Carmo (2023) ressalta que os municípios que apresentaram um desempenho ruim inferior a 95% possuem potencial de curto prazo para melhorarem o seu desempenho.

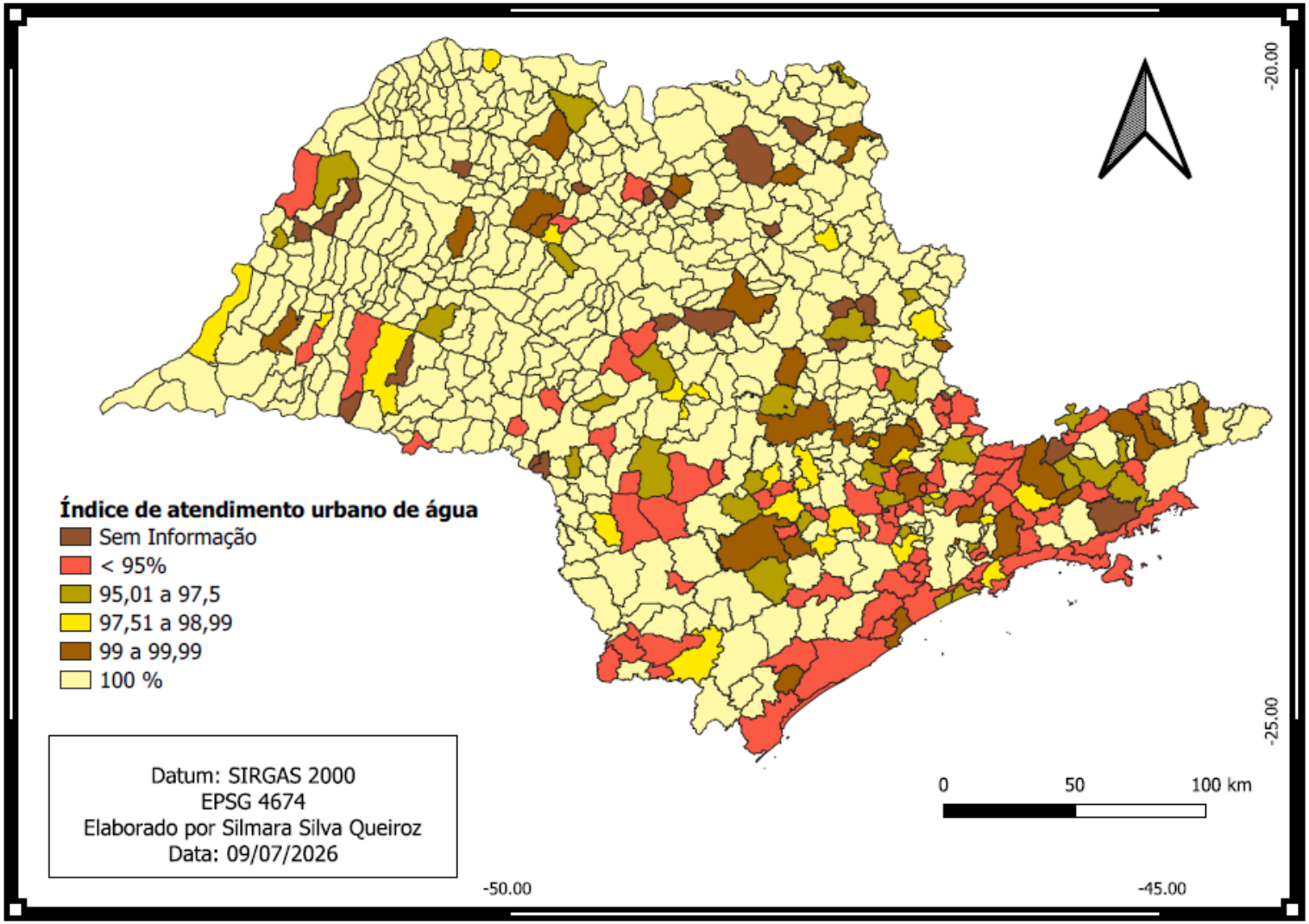
Figura 9 - Gráfico comparativo do Índice de atendimento urbano de água dos municípios avaliados



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se em 2024 um aumento de 43 municípios no percentual de 100% de atendimento de abastecimento de água e os municípios que estão abaixo de 95% passaram de 84 para 75 municípios mostrando uma melhora em relação a esse percentual e uma melhora geral para o índice. Essa distribuição pode ser observada pelo mapa da Figura 10 a seguir.

Figura 10 - Mapa do Índice de atendimento urbano de água dos municípios do estado de São Paulo

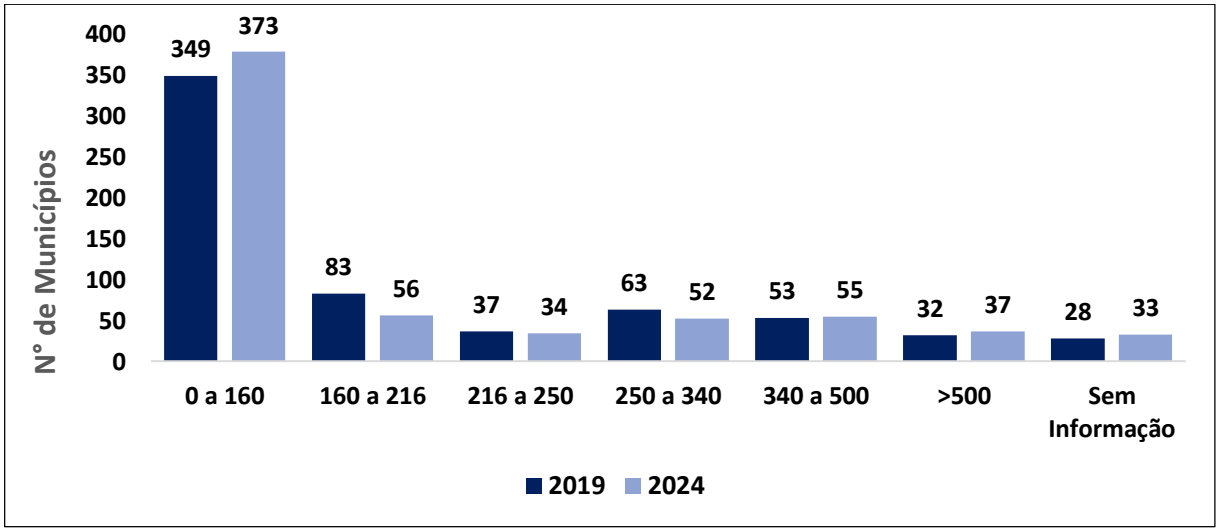


Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.5 Índice de perdas por ligação

O Gráfico da Figura 11 apresenta para os dados de 2024, 57,82% dos municípios dentro do melhor intervalo com perdas entre 0 e 160 l/ligação/dia, 22,01% entre os intervalos médio de 160 a 340 l/ligação/dia e 14,26% nos piores intervalos para o indicador de 340 a 500 e maior que 500 l/ligação/dia. Para o ano de 2019 os resultados foram, 54,11%, 28,37% e 13,18% respectivamente. Destaca-se uma diminuição entre os anos avaliados dos municípios com valores médios de 160 a 340 l/ligação/dia, uma evolução dos municípios com perdas até 160 l/ligação/dia e uma piora para os municípios com perdas acima de 340 l/ligação/dia.

Figura 11 – Gráfico comparativo do Índice de perdas por ligação dos municípios avaliados



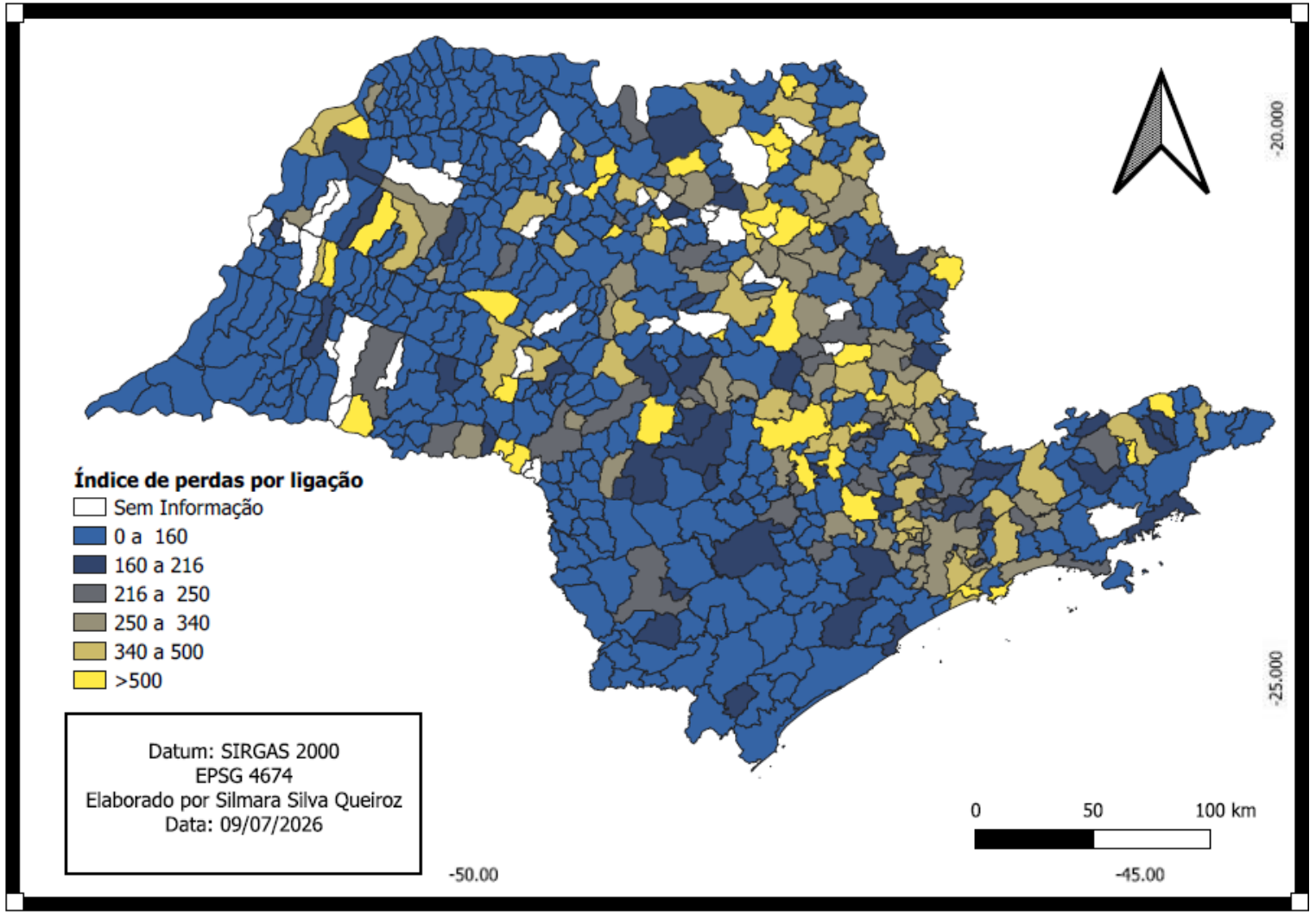
Fonte: Elaborado pelo autor.

O mapa da Figura 12 destaca a grande maioria dos municípios com perdas por ligação entre 0 e 160 l/ligação/dia (IAG2015). Esta distribuição para os dados de 2024, ainda persiste em maior parte no Noroeste e no Sul do estado. Quando se trata dos municípios próximos da Região Metropolitana de São Paulo e da Região Metropolitana de Campinas as perdas são maiores por ligação, contudo, alguns municípios destas regiões já apontam perdas na distribuição (IAG2013 - SINISA, 2024) menores que 25% como Suzano (1,27%); Campinas (17,46%); São Bernardo do Campo (18,25%) e São Paulo (24,46%).

Outros municípios que não fazem parte da região metropolitana de São Paulo e Campinas também merecem destaque para as perdas por distribuição: Santos (5,35%); São José do Rio Preto (14,52%); Limeira (16,58%); Taubaté (19,08%) e Franca com (24,01%). O (IAG2015) é considerado o principal indicador do IVuPA, porque demonstra em qual situação

os SAA se encontram no que se refere às PA. E neste contexto as perdas de água são a pressão matriz que origina a vulnerabilidade.

Figura 12 - Mapa do Índice de perdas por ligação dos municípios do estado de São Paulo

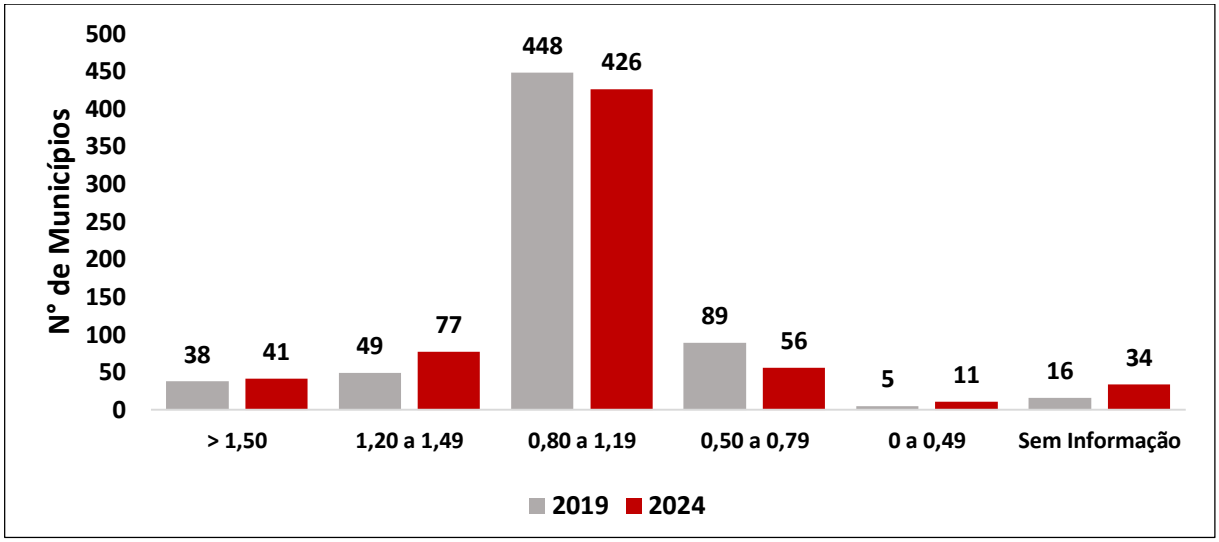


Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.6 Razão do Consumo médio *per capita* de água ponderado por UGRHI

O Gráfico da Figura 13 indica que para os dados de 2019, 14,57% dos municípios se apresentaram nos melhores intervalos entre 0 e 0,79 e 13,49% nos piores intervalos, 1,3 a 1,49 e maior que 1,5. Por outro lado, para 2024 o melhor intervalo aponta 10,38% e o pior intervalo 18, 29%.

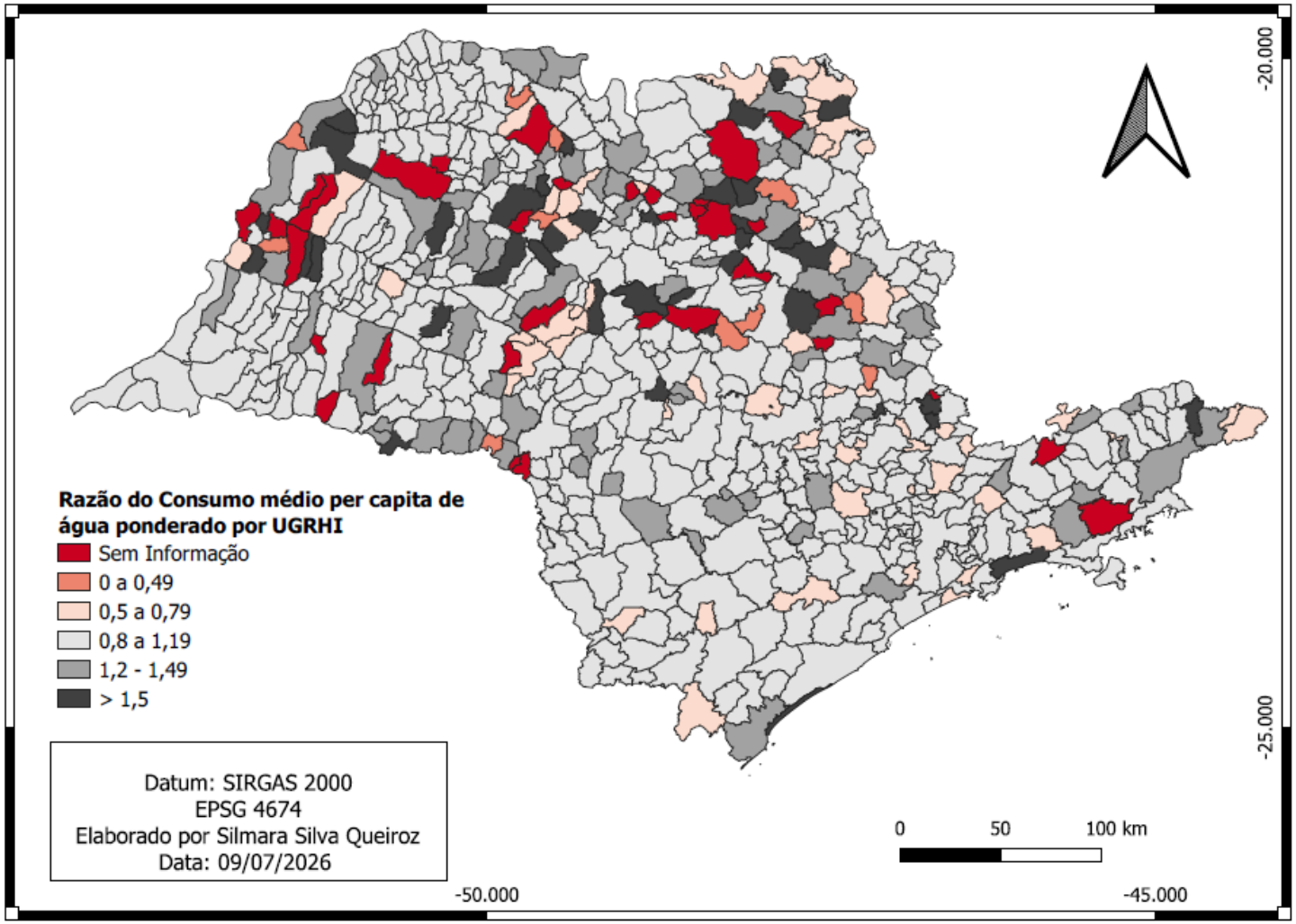
Figura 13 – Gráfico comparativo da Razão do Consumo médio *per capita* de água ponderado por UGRHI dos municípios avaliados.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Este indicador está vinculado à capacidade de a água tratada ser revertida em recurso financeiro e se propõe demonstrar qual seria o nível ponderado de consumo médio, tomando por base a UGRHI inserida, observada no mapa da Figura 14. Esse indicador também diz respeito a dinâmica do consumo dos municípios considerando vários aspectos, econômicos, produtivos e sociais.

Figura 14 - Mapa da Razão do Consumo médio per capita de água ponderado por UGRHI dos municípios do estado de São Paulo

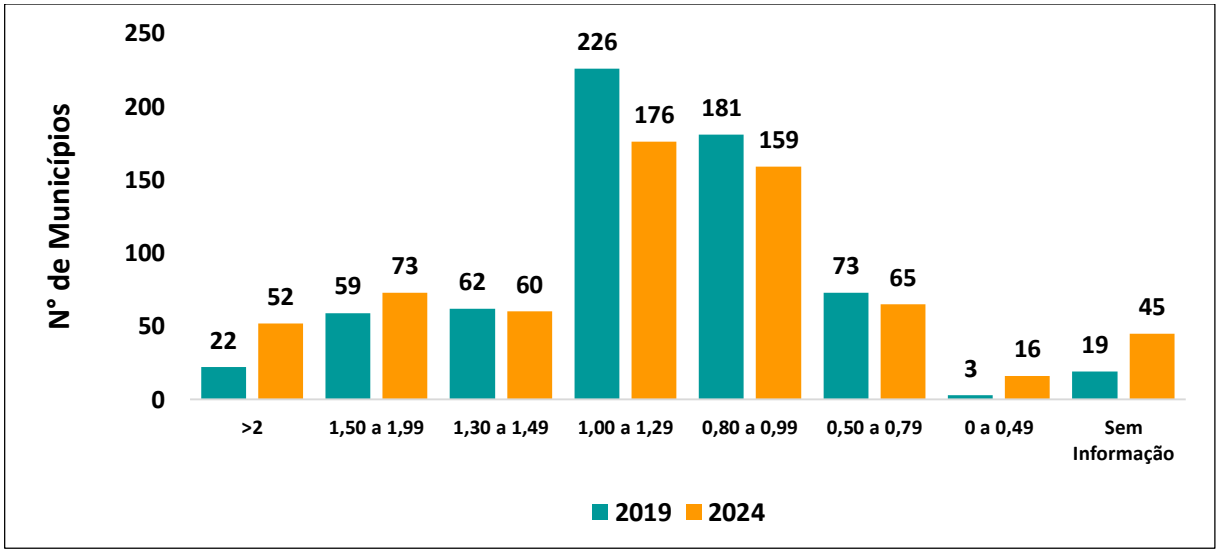


Fonte: Elaborado pelo autor

5.1.7 Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela Tarifa média

Em geral, os municípios avaliados continuam apresentando baixo desempenho para o indicador, sendo mais da metade dos municípios, 55,95% representando 361 municípios com razão superior a 1,00 de acordo com o Gráfico da Figura 15, implicando custos de produção maiores que a tarifa média aplicada, apontando possíveis déficits financeiros, o que pode ser muito nocivo, visto que o valor da tarifa média ao longo do ano pode variar e os custos de produção também. Em 2019 foram 369 municípios (57,21%) na mesma situação. Pode-se considerar uma leve melhora para o pior intervalo pela diferença dos anos avaliados.

Figura 15 – Gráfico comparativo da Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela Tarifa Média aplicada dos municípios avaliados

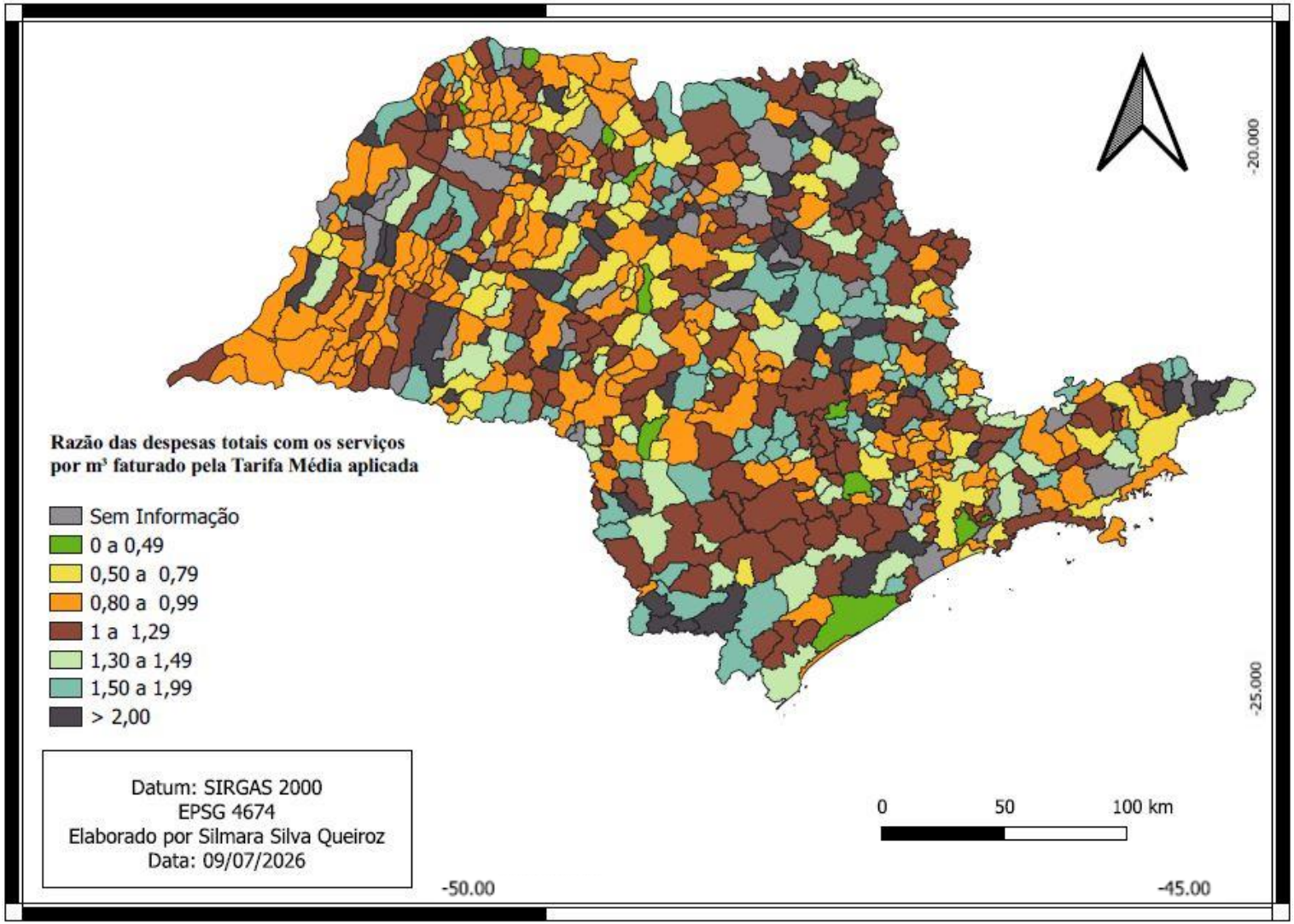


Fonte: Elaborado pelo autor.

Esse indicador está vinculado a capacidade que o prestador possui em converter água tratada em recursos financeiros pela Tarifa Média Aplicada. Quanto menor for a diferença do quanto se gasta para produzir a água pelo quanto se ganha pela sua produção, maiores serão os retornos em termos de recursos para lidar com os investimentos e custos para reduzir as PA. Se uma operadora dos serviços de saneamento não receber financeiramente o retorno dos gastos com o abastecimento de água os serviços de infraestrutura sofrem redução afetando as ações pertinentes à gestão das PA. (CARMO, 2023)

O mapa da Figura 16 mostra visualmente os municípios com bom desempenho razão superior a 1,00 e os que ainda estão abaixo desse valor.

Figura 16 - Mapa da Razão das despesas totais com os serviços por m³ faturado pela Tarifa Média aplicada dos municípios do Estado de São Paulo



Fonte: Elaborado pelo autor.

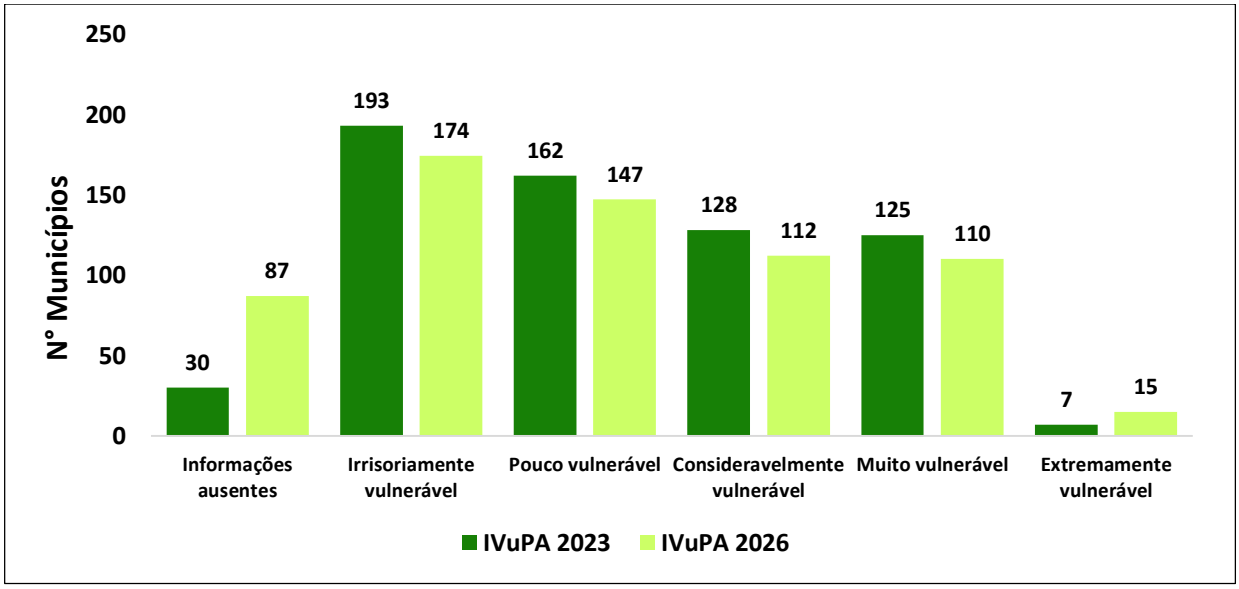
5.1.8 Desempenho do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água 2026

Partindo da composição do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água, foi possível obter as classes de vulnerabilidade às perdas dos municípios do estado de São Paulo, e a partir disso, compreender qual a tendência dos municípios paulistas, quanto a performance em relação à categoria de fragilidade que estes apresentam perante as PA. O Gráfico da Figura 17 exibe o resultado desta classificação para os anos de 2023 com dados referentes a 2019 e em 2026 com dados de 2024.

Constata-se em 2026 que a maior parte dos municípios se situam nas classes Irrisoriamente, Pouco e Consideravelmente vulneráveis (433 municípios). Comportamento semelhante é observado em 2023 quando estas categorias também somavam a maioria da amostra nestas faixas. **N**a ocasião, Carmo (2023) considerou um bom cenário para o estado de São Paulo, visto que essas faixas são consideradas pelo autor como de baixa a média vulnerabilidade, portanto, menos vulneráveis do que as categorias, Muito e Extremamente vulneráveis, consideradas faixas mais elevadas de vulnerabilidade.

Todavia, os resultados em 2026 mostram gradual redução dessas categorias menos vulneráveis e um aumento para a classe Extremamente vulnerável em comparação a 2023.

Figura 17 – Gráfico das classes do IVuPA para os anos 2023 e 2026



Fonte: Elaborado pelo autor

Para uma melhor compreensão dos resultados a Tabela 2 informa a proporção de municípios dentro das faixas de vulnerabilidade classificadas pelo IVuPA 2023 e 2026, demostrando o comportamento das variáveis, permitindo contrapor os dois cenários analisados.

Tabela 2 – Classes de vulnerabilidade do IVuPA para os anos em análise

Classes de vulnerabilidade	**Municípios (cenário em 2023)**	**Percentual (%)**	**Municípios (cenário em 2026)**	**Percentual (%)**
Informações ausentes	**30**	4,65	**87**	13,49
Irrisoriamente vulnerável	**193**	29,92	**174**	26,98
Pouco vulnerável	**162**	25,12	**147**	22,79
Consideravelmente vulnerável	**128**	19,84	**112**	17,36
Muito vulnerável	**125**	19,38	**110**	17,05
Extremamente vulnerável	**7**	1,1	**15**	2,33

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que boa parte dos municípios ainda se apresentam no melhor intervalo da classe Irrisoriamente vulnerável com 174 municípios, porém com 19 municípios a menos do que o observado em 2023 para essa divisão. A mesma tendência constata-se também para as classes Pouco e Consideravelmente vulneráveis com 15 e 16 municípios a menos respectivamente.

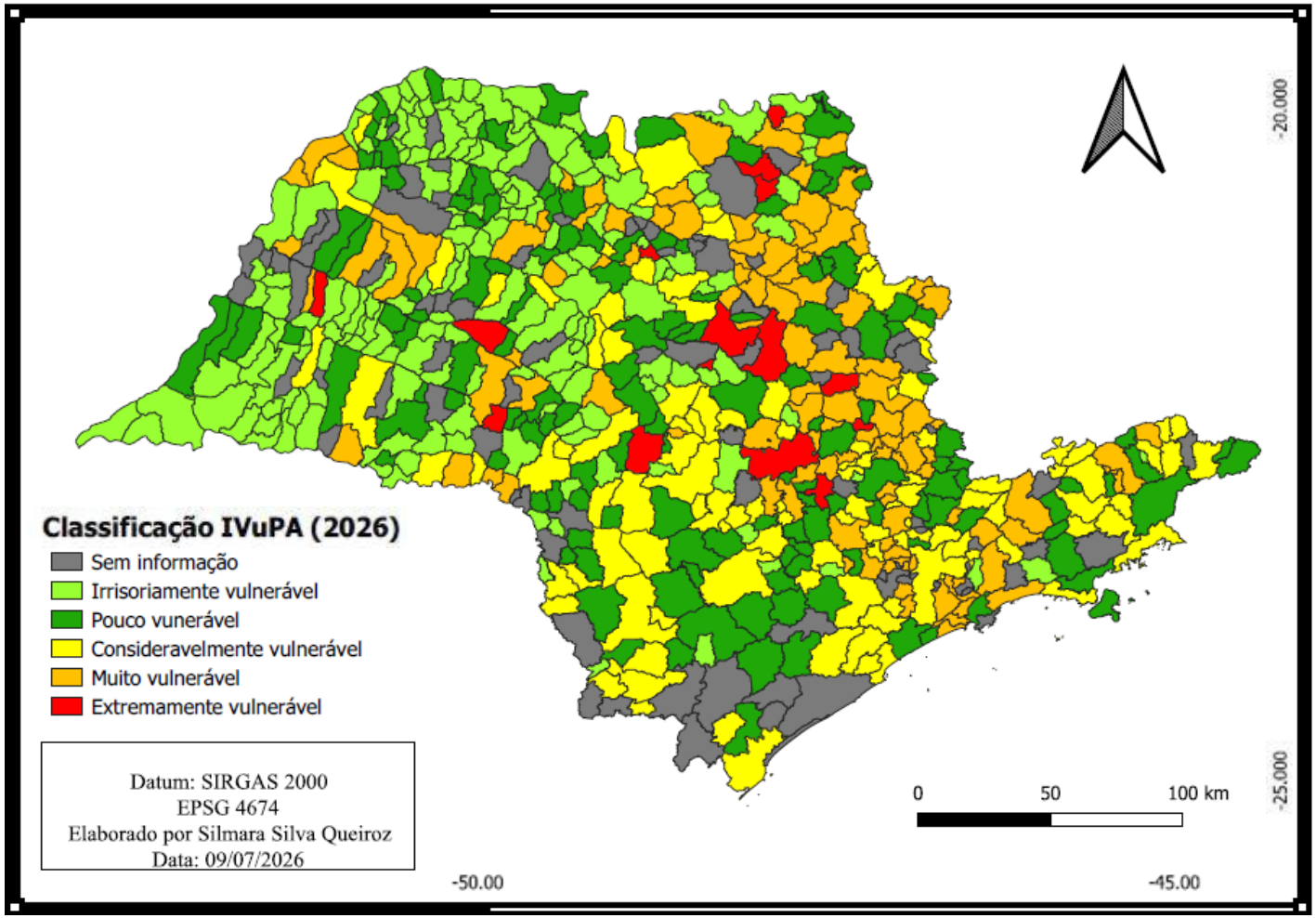
As classes Irrisoriamente, Pouco e Consideravelmente vulneráveis somam 50 municípios a menos na nova avaliação. A Tabela 1 também revela que existem menos municípios na divisão Muito vulnerável, uma redução de 15 municípios entre os anos avaliados. Observa-se um aumento para os municípios Extremamente vulneráveis de 7 para 15 municípios (114%), somando 8 municípios a mais em 2026, logo, um aumento do elevado grau de vulnerabilidade nos respectivos SAA para a base de dados de 2024. Já a categoria Informações ausentes aumentou expressivamente de 30 para 87 municípios.

Os resultados sugerem que existe uma predisposição de retrocesso das classes menos vulneráveis e um aumento das classes mais vulneráveis às PA. Os resultados em 2026 apresentam mudanças no panorama em relação a 2023. Ainda existe uma parcela da população que é atendida pelos SAA em situação elevada de vulnerabilidade às perdas, e que absorve os

custos destas PA, muitas vezes sem saber disso. Constata-se que mesmo após seis anos do NMLS o cenário ainda apresenta insegurança quanto as estratégias para dirimir as perdas de água e suas avarias.

O mapa da Figura 18 representa visualmente a distribuição dos municípios paulistas quanto a classe de vulnerabilidade às perdas de água, e evidencia que os respectivos SAA possuem diferentes níveis de fragilidades diante das PA. É notório que uma parcela dos municípios enfrenta dificuldades para evoluir o estado de vulnerabilidade às perdas. Essa vulnerabilidade não observa somente um fator, mas um conjunto de informações operacionais, de disponibilidade hídrica, econômicas e de infraestrutura. Percebe-se que as condições dos SAA são bem heterogêneas juntamente com o grau de fragilidade às perdas de água distribuídas em todo o estado de São Paulo. A análise não se limita somente aos municípios mais vulneráveis, os irrisoriamente, poucos ou consideravelmente vulneráveis também apresentam perdas, embora menores dos que apresentam as classes de muita ou extremamente vulneráveis. Portanto, o IVuPA em 2026 comparado ao estudo de Carmo (2023), indica que os municípios extremamente vulneráveis estão crescendo, que as faltas de informações no sistema ainda persistem, os municípios encontram resistência para progredirem de uma classe de vulnerabilidade crítica para uma de baixa vulnerabilidade e o número de municípios situados nos intervalos intermediários estão reduzindo, ocupando outras classes que não refletem o avanço esperado pela perspectiva do Novo Marco.

Figura 18 - Mapa da classificação do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA, 2026)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição espacial do mapa de classificação do IVuPA em 2026, demonstra que a maior parte da categoria Irrisoriamente vulnerável se encontra no Oeste e Noroeste paulista, já os Extremamente vulneráveis estão situados a maior parte na faixa Leste. Os municípios menos vulneráveis possuem algumas características como perdas de água mais baixas, melhores condições financeiras, hídricas e operacionais. Entende-se pelo conjunto dos indicadores que esses municípios possuem capacidade sistêmica de fornecer atendimento dos serviços gerenciando bem as PA. Em contrapartida os de vulnerabilidade elevada apresentam perdas altas, tarifas baixas em relação aos custos de operação e menor disponibilidade hídrica, sendo estes alguns fatores que expõe os SAA destes municípios mais suscetíveis à PA.

A Tabela 3 apresenta um resumo da variação em relação aos municípios segundo suas classes de vulnerabilidade e como estas categorias se movem entre os anos de avaliação.

Tabela 3 - Comparação temporal pela aplicação do Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água e as classes correspondentes aos anos avaliados

Classes	**IVuPA (2023)**	**IVuPA (2026)**	**Variação**
Informações ausentes	30	87	190%
Irrisoriamente vulnerável	193	174	-10%
Pouco vulnerável	162	147	-9%
Consideravelmente vulnerável	128	112	-13%
Muito vulnerável	125	110	-12%
Extremamente vulnerável	7	15	114%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A maior variação foi percebida na classe Informação ausente (190%), seguida das Classes Extremamente vulnerável (114%), Consideravelmente vulnerável (-13%), Muito vulnerável (-12%), Irrisoriamente vulnerável (-10%) e Pouco vulnerável (-9%). Destaca-se o decréscimo da faixa Irrisoriamente vulnerável, o aumento dos extremamente vulneráveis e o desfalque de informações. Os dados ausentes podem ser prejudiciais para a gestão das PA, pois são dados relevantes que auxiliam na composição dos parâmetros da qualidade da prestação dos serviços e nas mudanças que precisam ser realizadas, como comenta Carvalho (2023) que fatores associados a escassez de condições técnicas e gerenciais podem prejudicar a obtenção de informações de qualidade, afetando a evolução dos indicadores que são comumente utilizados para avaliar e reduzir as PA.

No levantamento para compor as “Perdas totais de água por ligação” (IAG2015 - SINISA, 2023), considerado como o principal indicador utilizado na confecção do IVuPA, o

mesmo aponta 429 municípios que declararam estar dentro da meta determinada para as PA por ligação, ou seja, menor ou igual 216 l/ligação/dia e abaixo da média para o estado de São Paulo de 280,34 l/ligação/dia (SINISA, 2024). A maior parte destes municípios pertencem às UGRHIs 2, 5, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18 e 19, achando-se entre as classes, Irrisoriamente vulnerável, Pouco vulnerável e Consideravelmente vulnerável. Apesar da tendência positiva demonstrada pelo indicador IAG2015 (2023), e a predisposição semelhante em 2023 quando boa parte dos municípios ocupavam classes menos vulneráveis, ainda assim, a evolução dos municípios para classes de menor vulnerabilidade se apresenta lenta para as expectativas da regulação do setor.

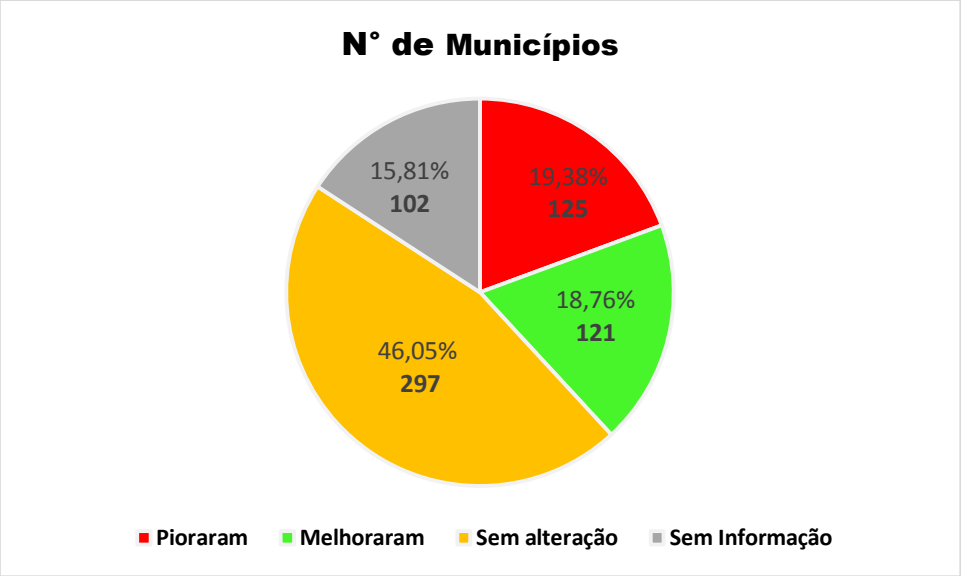
A fim de dar continuidade na constatação, o Quadro 11 exibe o quantitativo de municípios que alteraram o seu patamar em relação ao desempenho na classe de vulnerabilidade dos municípios em análise. O Gráfico da Figura 19 visa demonstrar de forma visual essa propensão.

Quadro 11 – Comparação da evolução dos municípios em relação à posição na classe de vulnerabilidade

Posição em relação à classe de vulnerabilidade	**N° de Municípios**	**Distribuição %**
Pioraram	125	19,38%
Melhoraram	121	18,76%
Sem alteração	297	46,05%
Sem Informação	102	15,81%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 19 – Gráfico da evolução dos municípios em relação a classe de vulnerabilidade

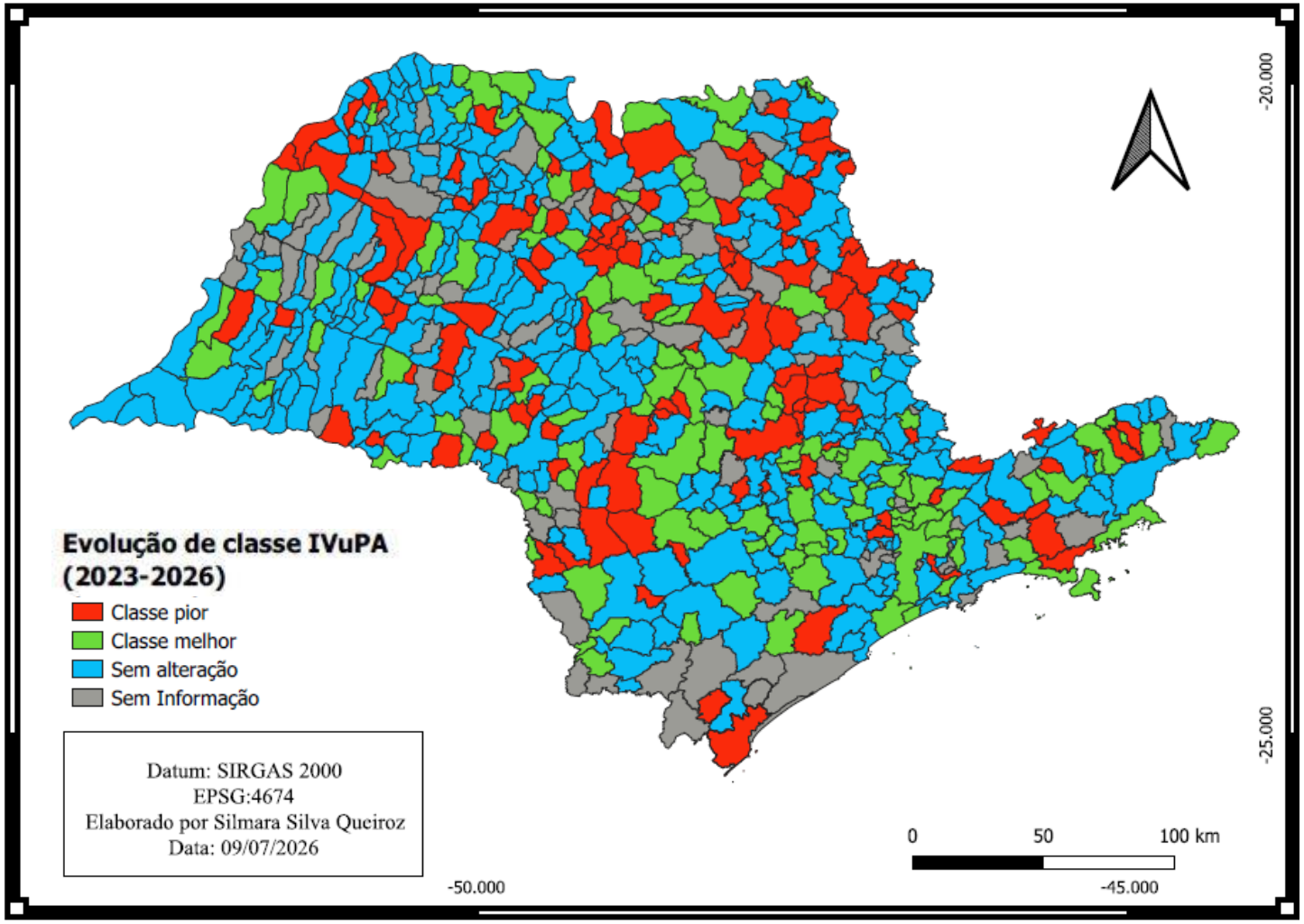


Fonte: Elaborado pelo autor.

Dentro do intervalo apresentado os municípios que transitaram de classe, evidenciam maior mudança para uma posição pior quanto a classe do que para uma melhor (19,38%). Os municípios que não mudaram de classe, possuem o maior percentual (46,05%) dentre esses municípios os pertencentes a classe Irrisoriamente vulnerável não necessitam de alteração, porém os municípios que estão muito ou extremamente vulneráveis e ainda permanecem na mesma classe crítica, ainda não refletem os efeitos do Novo Marco na redução progressiva das PA. Essa comparação tem o intuito de mostrar a mudança de classes e não necessariamente a grandeza da redução ou o aumento das perdas nas classes.

O mapa da Figura 20 revela espacialmente a dinâmica dos municípios quanto à posição nas classes de vulnerabilidade em comparação a posição que ocupavam em 2023. Os municípios estão distribuídos como, classe que pioraram no Índice, indicando que um município estava em uma classe de baixa vulnerabilidade e passou para uma outra de vulnerabilidade alta. O contrário é observado para os que melhoraram, indicando que um município estava ocupando uma classe de vulnerabilidade considerada elevada, mas passou para uma de melhor desempenho. Os municípios que não alteraram sua posição em relação à classe, permanecem sendo denominados, sem alteração e alguns municípios não forneceram informações suficientes para compor o resultado.

Figura 20 - Mapa de comparação da evolução das classes do IVuPA



Fonte: Elaborado pelo autor.

Prosseguindo com a análise de desempenho dos municípios, o Quadro 12 exibe uma lista dos 10 melhores posicionados e o Quadro 13 os 10 piores resultados obtidos pelo IVuPA com os dados mais recentes.

Quadro 12 - 10 melhores desempenhos do IVuPA em 2026

10 Melhores					
Municípios	**Avaliação**	**IDHM (IBGE,2010)**	**População**	**SAA**	**Perdas totais de água por ligação (IAG2015)**
Ribeirão Bonito	0,12	0,712	10.989	Prefeitura Municipal de Ribeirão Bonito	67,59
Mirassolândia	0,12	0,738	4.669	Prefeitura Municipal de Mirassolândia	139,79
Jardinópolis	0,14	0,735	45.282	Prefeitura Municipal de Jardinópolis	93,93
Américo de Campos	0,14	0,745	5.870	Prefeitura Municipal de Américo de Campos	56,91
Guarani D'Oeste	0,14	0,732	1.968	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	49,03
Indiaporã	0,15	0,751	4.035	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	42,13
São Francisco	0,15	0,723	2.602	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	51,87
Cosmorama	0,15	0,722	8.719	Prefeitura Municipal de Cosmorama	42,29
Balbinos	0,15	0,669	3.887	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	85,84
Irapuã	0,15	0,713	6.867	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	40,63

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 13 - 10 piores desempenhos do IVuPA em 2026

10 Piores					
Municípios	**Avaliação**	**IDHM (IBGE,2010)**	**População**	**SAA**	**Perdas totais de água por ligação – l/lig./dia (IAG2015)**
Araraquara	0,79	0,815	242.228	Departamento Autônomo de Água e Esgotos	420,37
Orlândia	0,78	0,780	38.319	Saneamento de Orlândia SPE S/A	992,41
Ariranha	0,77	0,733	7.602	Prefeitura Municipal de Ariranha	814,82
Aramina	0,77	0,740	5.420	Prefeitura Municipal de Aramina	940,05
Pacaembu	0,77	0,725	14.877	Prefeitura Municipal de Pacaembu	699,48
Capivari	0,76	0,750	50.068	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	993,9
Lençóis Paulista	0,76	0,764	66.505	Serviço Autônomo Água e Esgotos de Lençóis Paulista	508,57
São Carlos	0,76	0,805	254.857	Serviço Autônomo de Água e Esgoto	501,54
Engenheiro Coelho	0,75	0,732	19.566	Serviço de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho	676,02
Ocauçu	0,76	0,717	4.331	Prefeitura Municipal de Ocauçu	826,74

Fonte: Elaborado pelo autor.

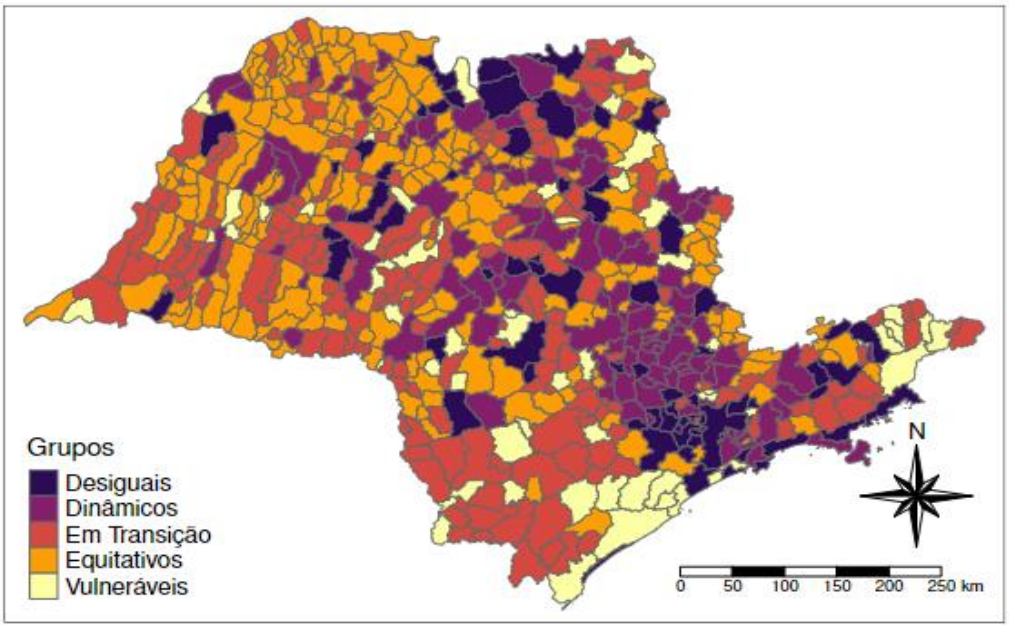
Observa-se no ranking do desempenho IVuPA para 2026 que dentre os municípios melhores colocados, aproximadamente 50% dos SAA são operados pela Companhia de Saneamento Básico do estado de São Paulo e nos 10 piores, os serviços são operados pelos próprios municípios na maior parte. Percebe-se também que os municípios melhores colocados, já atendem concomitantemente a meta da Portaria 788/2024 no que diz respeito as perdas por ligação em 216 l/ligação/dia e também se encontram dentro do viés de baixa vulnerabilidade. Já os colocados entre os piores as perdas de água são altas, e nenhum destes municípios atendem a meta do índice perdas por ligação (IAG2015), chegando o município de Aramina a ultrapassar

esse valor em 435% declarando-se com 940,05 l/ligação/dia de perdas. É possível notar que no IDHM **(**Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**)** de alguns municípios no quadro dos piores colocados estão mais elevados que alguns municípios do ranking dos melhores. Não foi possível nesse estudo evidenciar essa discrepância, mas entende-se que o fator social é um parâmetro da expansão de investimentos e desempenho que refletem nas PA. É evidente que falta a capacidade de respostas frente às perdas para esses municípios considerados os piores. A velocidade com a qual se reage a um cenário de perdas e seus prejuízos também é um fator importante no combate às perdas. Quanto mais tempo leva para intervir nas perdas de água, maiores serão os prejuízos, ambientais, econômicos e sociais. A redução dos índices de perdas e o avanço para diminuir a vulnerabilidade às PA caminham juntas para que o saneamento alcance a universalização. As ações para manter um sistema com um nível de PA aceitáveis precisam ser persistentes, contínuas e atuantes no rendimento de todos os parâmetros considerados para uma boa gestão. Fica incontestável que as PA contêm problemas muito além dos comumente conhecidos. Esses problemas envolvem também as questões sociais, uma vez que, quanto maiores as perdas de água, maior é a falta de investimentos em infraestrutura, saneamento e qualidade de vida da população por parte dos designados a garantir os serviços de qualidade à sociedade.

5.1.9 Vulnerabilidade às perdas de água e a relação com a vulnerabilidade social

O Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) criado como parâmetro para medir o desenvolvimento humano nos municípios do estado de São Paulo, aponta em 2019 que a região Noroeste paulista se qualifica como a região com a maior quantidade de municípios equitativos com baixos níveis de riquezas, mas bons indicadores sociais e menor vulnerabilidade social. A região predominante para a classe Irrisoriamente vulnerável em 2026 como indica o mapa da Figura 18, também mostra bom desempenho dentro do melhor intervalo de classe do IVuPA (2026) para os municípios esta região. A Figura 21 demonstra como os municípios paulistas estão distribuídos espacialmente segundo o nível de desenvolvimento do IPRS, versão 2019, e como a região dos Irrisoriamente vulneráveis encontra-se localizada na distribuição espacial dos municípios pela avaliação do IPRS. (Ribeiro *et al*., 2022)

Figura 21 - Distribuição espacial dos municípios paulistas pelo IPRS (2019)



Fonte: Adaptado de Ribeiro (2022)

Machado (2025) em uma pesquisa sobre perdas de água em regiões socialmente vulneráveis da cidade de São Paulo, fundamenta-se no Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) e no Índice de Perdas de Água na Distribuição (IPDT) a fim de identificar a relação entre bairros com alta vulnerabilidade social e maiores índices de perdas de água nos SAA. O resultado aponta que nas localidades periféricas e de ocupação irregular os serviços de abastecimento de água não são oferecidos de forma plena e as medidas para reduzir as perdas de água são comprometidas pela insuficiência estrutural o que aumenta os casos de perdas de todos os tipos nessas áreas. Além do mais, ressalta o autor, que a improvisação da distribuição de água pelos usuários corrobora para o aumento dessas perdas.

O autor concorda com Carmo e Manzione (2023) ao afirmarem que nas perdas de água não são levadas em consideração somente o desperdício hídrico, mas também a desigualdade social que é refletida nas perdas, o desperdício energético e de insumos também são estimados. Em suma, o autor atesta que a análise dos dados sugere que áreas com maior vulnerabilidade social estão mais propensas a maiores PA nos SAA e ressalta que a problemática das PA é uma questão para despertar no saneamento políticas públicas igualitárias que vise suprir as necessidades da população de um bom serviço prestado, objetivando atender aos princípios nacionais e universais, a exemplo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6, que aponta para a universalização do saneamento.

5.2.1 Desafios para superar a pressão matriz da vulnerabilidade às PA

Biasutti (2016) em um estudo sobre indicadores de perdas de água nos SAA, mostra as dificuldades encontradas com prestadores de serviços de abastecimento no território brasileiro para evidenciar a metodologia utilizada na caracterização, quantificação e controle das perdas reais e aparentes de água. O estudo identificou que 79% dos prestadores declararam não realizar o Balanço Hídrico recomendado pela IWA na investigação de perdas. Outro dado importante foi a verificação dos prestadores sobre a estimativa das perdas reais. De um total de 56 prestadores participantes somente 16 relataram conhecer a parcela de suas perdas reais. Em relação aos reparos de vazamentos na rede de distribuição dos sistemas de médio e pequeno porte 38,5% declararam realizar uma média de reparos inferior a 100 reparos por mês. Apenas 20% dos prestadores do total da amostra declararam avaliar o volume de perdas aparentes.

Tratando-se da idade da tubulação, 47,4% das tubulações dos sistemas possuem tempo maior que 20 anos de operação. No que se refere ao cálculo dos indicadores de perdas, 40% da amostra disseram não calcular indicadores de perdas, 6% não declararam se utilizam esses indicadores na gestão dos serviços de abastecimento de água. Dos que utilizam indicadores, 74% limitam-se ao uso dos indicadores de perdas do SNIS (Índice de Perdas Faturamento - IN013; Índice de Perdas na Distribuição – IN049; e Índice de Perdas por Ligação – IN051, sistema vigente no período da pesquisa) somente 26% adotavam outras categorias de indicadores de perdas diferentes do SNIS. O mesmo autor reúne as dificuldades relatadas pelos operadores dos serviços no quesito gestão de perdas que podem ser observadas no Quadro 14.

Quadro 14 – Principais dificuldades na gestão das perdas de água

Categoria	Restrição a Gestão das Perdas
Balanço hídrico	As principais reclamações para realizar o levantamento foram a ausência de equipamentos de medição e insuficiência de dados confiáveis.
Indicadores de perdas	Limitação no uso de indicadores utilizando somente o SNIS.
Perdas Reais	Falta de informações sobre as perdas reais e sobre o controle da quantidade de vazamentos por mês.
Perdas aparentes	Falta metodologia eficaz para estimar as perdas aparentes devido aos erros na medição e na gestão de dados.
Rede de distribuição	Dificuldade de material de boa qualidade e renovação das redes e ramais de água.
Cadastro técnico e comercial	Dificuldade para manter cadastro atualizado ou falta deste.

Quadro 14 – Principais dificuldades na gestão das perdas de água

(conclusão)

Categoria	Restrição a Gestão das Perdas
Macromedição	Empecilhos na aquisição de equipamentos de macromedição ou a falta de calibração.
Micromedição	Dificuldade de manutenção preventiva dos hidrômetros
Controle e redução de perdas	Falta de equipamentos para pesquisa de vazamentos e limitação ao acesso de ferramentas mais modernas como telemetria e telecomando.
Perdas na produção	Ausência de procedimento operacional padrão para a redução de perdas para diversos prestadores.

Fonte: Adaptado de Biasutti (2016)

O Quadro 14 sintetiza as queixas e os entraves enfrentados pelos operadores entrevistados. As reclamações são unânimes quando se trata das dificuldades que os prestadores de serviços de saneamento lidam diariamente. Fatores como a falta de distrito de macromedição, impede o controle dos pontos de entrada de água e a elaboração de um plano de ação das intervenções. Contar com vazões estimadas para substituir um Balanço Hídrico não produz dados confiáveis. No contexto dos municípios com vulnerabilidade eleva no IVuPA, essas dificuldades elencadas deixam claro que os desafios encontrados na gestão e na redução das perdas são mais habituais e enigmáticos do que se imagina. Fica evidente que os municípios brasileiros compartilham dos mesmos empecilhos no tocante ao planejamento, recursos e incentivos para mitigar os problemas motivadores das PA. Outra questão importante é a falta de investimentos e financiamento do setor que pode limitar as ações da gestão das perdas. O exemplo de um município paulista nesse sentido, é o município de Barretos, pois o custo para implementar as ações de redução de perdas no município com um horizonte de até 20 anos, pode chegar a R$ 202.318.408,50, Lei nº 7.161/2025. Nesse caso o custo para implantar um programa de redução de perdas junto com o tempo para cumprir o exigido pela regulação das metas de redução das PA podem ser grandes obstáculos que confronta o objetivo primordial de um SAA, lembrando que existe um tempo curto para que os municípios adaptem suas perdas a níveis aceitáveis no sistema até 2033 conforme normativa legal.

Observa-se então, que os custos para um programa de reduções de PA pode ser um entrave financeiro caso o município não disponha dos recursos necessários como é a realidade da maioria dos municípios brasileiros. Para muitos destes municípios, incluindo os paulistas, a

falta de autonomia tarifária e o acesso aos recursos financeiros podem ser o ponto obstativo para cumprirem suas metas de gestão das PA. Vale a pena ressaltar que após implementado um programa para redução das perdas de água, é fundamental que as ações de controle sejam contínuas para que haja a sustentabilidade hídrica e para que os índices ao serem medidos, não apontem um declínio da evolução das perdas como se constata nos estudos do setor nos últimos anos. Para os municípios considerados vulneráveis e que encontram dificuldades técnicas e as já citadas, cumprir as metas que estabelecem as reduções das PA dentro do prazo estimado pode ser algo inatingível a curto e médio prazo.

Lins (2025) ressalta que as metas do Novo Marco são ambiciosas e não conformam-se com a realidade municipal, que muitas vezes lida com a escassez de investimentos, repasses púbicos e trabalho técnico. A autora também afirma que os valores anunciados pelo governo federal não são pagos efetivamente aos municípios. Com o ritmo atual de investimentos, a universalização seria alcançada somente em 230 anos. Sem os recursos financeiros federais necessários, sem responsabilização compartilhada entre os entes e sem suporte técnico, a autora salienta que os municípios brasileiros não conseguirão cumprir suas metas dentro da perspectiva legal.

O ITB (2026), também concorda com a discussão quando enfatiza que mesmo passado seis anos após a divulgação do NMLS, ainda se faz necessário acompanhar o curso da universalização do saneamento, e nesse prisma as perdas de água são indispensáveis para a segurança e a gestão dos recursos hídricos, ainda mais em tempos de falência hídrica e pressão sobre os mananciais, principalmente em estados muito povoados com é o paulista. Embora, com todos os avanços normativos para o setor, o IVuPA revela que ainda existe um grande obstáculo para que muitos SAA deixem de ser altamente vulneráveis e passem a operar com eficiência operacional, otimização e sustentabilidade hídrica e financeira e com isso menos suscetíveis à vulnerabilidade.

Diante do exposto, o cenário de vulnerabilidade às PA, apresentado pelo IVuPA em 2026 retrata que até agora, existem municípios demonstrando bom desempenho para os índices de perdas utilizado na pesquisa, e uma parte permanece com vulnerabilidade baixa. Entretanto, ainda existem uma grande porção de municípios em estado de vulnerabilidade elevada, e consequentemente, estando com a pressão que motiva a vulnerabilidade às perdas, presente em todo o tempo nos SAA. Sendo assim, o panorama para a vulnerabilidade às PA até o momento é de fragilidade para boa parte dos municípios paulistas, mas que efetivada as estratégias de gestão das perdas as chances de progresso podem ser concretizadas.

6 PRODUTO TÉCNICO – TECNOLÓGICO

6.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O Produto Técnico-Tecnológico visa evidenciar um problema latente nos municípios do Estado de São Paulo que também é uma problemática em todo o território brasileiro nos sistemas de abastecimento de água, que são as perdas de água. Todo o sistema de abastecimento de água (SAA) possui um percentual de perdas que é considerado aceitável na operação. O entrave surge quando esses percentuais ultrapassam os limites dessas perdas se tornando vulnerável em um grau elevado a estas perdas. O grau de vulnerabilidade às perdas dos SAA de alguns municípios de São Paulo revela o nível de comprometimento destes sistemas com a qualidade dos serviços e com a segurança hídrica do abastecimento. Atualmente as perdas de água no estado encontra-se em 32,15% na distribuição e 280,34 l/ligação/dia. (Trata Brasil, 2026). Outro problema atribuído a esta questão, está no tempo para reduzir os percentuais elevados estas perdas que possuem normas estabelecidas pelo marco regulatório de saneamento para que os serviços sejam prestados com qualidade. O Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020) estabelece que devem existir metas em relação à redução das perdas e atribui a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a responsabilidade de normatizar e acompanhar o progresso do controle dessas perdas. A Portaria MCID 788/2004 estabelece que a partir de 2033 as perdas precisam estar em 25% na distribuição e 216,00 l/ligação/dia. Para isso se concretizar é necessário que os municípios entendam as suas fragilidades frente a estas perdas e possam se planejar para combater progressivamente esse obstáculo para a qualidade dos serviços.

6.2 OBJETIVO DO PRODUTO

Demonstrar de forma objetiva qual a situação atual dos sistemas de abastecimento de água do Estado de São Paulo quanto as suas fragilidades diante das perdas de água e contribuir para que a gestão das perdas possa ser mais estratégica e efetiva.

6.2.1 Objetivo geral

Fornecer uma ferramenta de apoio técnico-científico para a gestão das perdas de água aos gestores hídricos do estado de São Paulo.

6.2.2 Objetivo específico

- Compilar dados de indicadores de saneamento e recursos hídricos;
- Agrupar os municípios de São Paulo em classes de vulnerabilidade;
- Atualizar o cenário de vulnerabilidade às perdas de água dos municípios paulistas;
- Classificar em um mapa os municípios do Estado de São Paulo quanto à vulnerabilidade às perdas de água que estes estão sujeitos.

6.3 PÚBLICO-ALVO

Operadoras de serviços de saneamento, agências reguladoras, municípios, membros de comitês de bacia hidrográfica, agências de bacias e órgãos de gestão de recursos hídricos.

6.4 FUNDAMENTAÇÃO TÉCNICA

a) Metodologia

Levantamento quantitativo, simulação e análise estatística.

b) Base científica

- Scielo; BDTD – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações; Scopus
- CARMO, C.G.S. Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água (IVuPA: Conceitualização e meios de avaliação, 2023.
- Agência Nacional de Águas E Saneamento Básico (ANA)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística.
- SINISA- Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico.

c) Normativas aplicáveis

Lei n° 11.445, de 05 de janeiro de 2007
Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020
NR nº 09/2024 (ANA)
Portaria MCID n° 788/2024

6.5 DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO

- Compilação dos dados dos índices: IAG0002; IAG2006; IAG2015; IFA1001 e IFA2002 (SINISA, 2024), Atlas Água (2021) e CRHI (2024);
- Cálculos dos indicadores;
- Aplicação do Índice de Vulnerabilidade às Perdas (IVuPA);
- Tratamento dos dados com o uso do software Excel;
- Busca do shapefile dos municípios de São Paulo;
- Uso de Sistema de Informações Geográficas SIG - programa QGIS;
- Elaboração do mapa.

6.6 DESCRIÇÃO DO PRODUTO

O Produto se constitui em um mapa visual do agrupamento dos municípios do Estado de São Paulo em classes de vulnerabilidade às perdas de água. O mapa busca ajudar os municípios a identificarem sua disposição diante da vulnerabilidade às perdas de água e com isso analisar se houve melhora ou retrocessos na evolução do Índice aplicado, ou seja, se o município avançou ou retrocedeu no grau de fragilidade a estas perdas. Cada município deve buscar no mapa onde se localiza a sua região e observar na legenda a descrição da classificação pelas cores atribuídas a cada categoria que são: “Irrisoriamente vulnerável” (verde claro), “Pouco vulnerável” (verde escuro) “Consideravelmente vulnerável” (amarelo), “Muito vulnerável” (laranja), “Extremamente vulnerável” (vermelho) e “Informações ausentes” (cinza).

6.7 VALIDAÇÃO

Anexa ao produto.

6.8 APLICABILIDADE

Setores estratégicos de planejamento e gestão de perdas de água, câmaras técnicas, órgãos colegiados, municipais, estaduais e federais. Companhias de saneamento públicas ou

privadas, entidades interessadas pelo saneamento e recursos hídricos, profissionais autônomos e instituição acadêmica. O mapa não é interativo e limita-se somente ao estado de São Paulo.

6.9 IMPACTO

Espera-se que o mapa técnico contribua na identificação da vulnerabilidade dos municípios quanto ao complexo problema das perdas de água, na tomada de decisão, no controle e na gestão destas perdas.

6.10 ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO

Além da publicação do produto no repositório acadêmico, pretende-se divulga-lo em comitês de bacias hidrográficas, órgãos gestores de recursos hídricos, agências reguladoras e prestadoras de serviços de saneamento através de contato institucional. O produto poderá ser replicado e disponibilizado em outros estados brasileiros e estrangeiros.

7 CONCLUSÕES

O Índice de Vulnerabilidade às Perdas de Água, mostra-se uma ferramenta muito eficiente e objetiva para evidenciar a fragilidade dos municípios quanto as perdas de água que seus sistemas de abastecimento estão condicionados. O IVuPA classificou 15 municípios como Extremamente vulnerável; 110 Muito vulnerável; 112 Consideravelmente vulnerável; 147 Pouco vulnerável; 174 Irrisoriamente vulnerável e 87 com informações ausentes. Em relação a evolução da classe de vulnerabilidade, 125 foram os municípios que migraram para uma classe pior, 121 passaram para uma classe melhor de vulnerabilidade, 297 permaneceram na mesma classe e 102 municípios não forneceram informações para essa análise. O estudo conclui que embora haja municípios que se mantenham com baixa exposição à vulnerabilidade, o estado de São Paulo apresenta municípios cuja a vulnerabilidade ainda é alta, e que a mudança de categoria da classe de vulnerabilidade dos municípios está sendo mais propensa para a categoria mais vulnerável. Isso revela que o problema das perdas de água ainda se mostra desafiador para boa parte dos municípios paulistas. Nesse contexto, temos que os municípios possíveis de avaliação em sua maior parte, apresentam dificuldades em algum ponto da gestão para melhorarem o seu desempenho no que diz respeito às suas PA, defronte à posição que os mesmos ocupam em relação às faixas de vulnerabilidade, e o empecilho de evoluir para uma classe melhor. A morosidade no progresso destes municípios quanto à perda de água pode adiar o cumprimento das metas do Novo Marco, comprometendo significativamente o avanço da universalização. Também é possível concluir que as PA não possuem somente vulnerabilidade no que diz respeito aos danos ambientais, mas também caracteriza um problema social, e quanto maiores são as perdas de um SAA pior será a sua classe de vulnerabilidade. Por isso, mesmo após o intervalo dos seis anos da promulgação da Lei do Novo Marco, os indícios revelam que a pressão exercida pela Lei, ainda não foi factível para mudar a realidade da vulnerabilidade das PA dos municípios paulistas, conforme se considera no arcabouço legal para um futuro próximo. Medidas como prioridade nos investimentos, políticas públicas, melhor planejamento do setor e aprimoramento técnico, são mais do que urgentes para que o saneamento caminhe rumo a universalização, à sustentabilidade hídrica e ao nível ótimo de perdas para a expectativa brasileira.

REFERÊNCIAS

ABES-SP. **Do invisível ao essencial**: o desafio da redução de perdas de água e a universalização. São Paulo, 2026. Disponível em: https://www.abes-sp.org.br/do-invisivel-ao-essencial-o-desafio-da-reducao-de-perdas-de-agua-e-a-universalizacao/ Acesso em: 03 outubro 2026.

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO - ARISMAT. **Norma de Referência 9**. Disponível em: https://www.arismt.com.br/fotos_noticias_downloads/17.pdf Acesso em: 04 março 2026.

ÁGUA E SANEAMENTO. **Entenda o Marco Legal do Saneamento**. Disponível em: https://marcolegal.aguaesaneamento.org.br/entenda-o-marco-legal/. Acesso em: 15 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Saneamento Básico**. Disponível em: https://www.ana.gov.br/saneamento/. Acesso em: 15 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Aprova normas de referência para indicadores de resíduos sólidos e redução de perdas de água**. 18 dez. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/diretoria-da-ana-aprova-normas-de-referencia-para-indicadores-de-residuos-solidos-e-reducao-de-perdas-de-agua. Acesso em: 15 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Aprova norma de referência sobre indicadores operacionais dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário**. 1 out. 2024. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-aprova-norma-de-referencia-sobre-indicadores-operacionais-dos-servicos-publicos-de-abastecimento-de-agua-e-esgotamento-sanitario. Acesso em: 15 jan. 2026.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO - ARSESP. **Perfil do setor de Saneamento Básico**. Disponível em: https://www.arsesp.sp.gov.br/Paginas/saneamento/saneamento-basico.aspx. Acesso em: 15 jan. 2026.

ARRUDA, T. C. **Novo marco legal do saneamento básico (Lei n° 14.026, de 15 de julho de 2020)**: Entrelaçamentos e desafios para a efetivação da meta de universalização dos serviços públicos de saneamento até 2033. 2023. 90 f. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande.

BARROSO, M. L. A. **Avaliação de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água no estado do Sergipe**. Pesquisa de Ensino de Ciências Exatas e da Natureza. Aracaju, p. 2 2019. Disponível em: https://cfp.revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/RPECEN/article/view/1150 Acesso em: 21 de fev. 2026.

BEZERRA, A. K. L; MOITA NETO, J. M; LEITE, C. H. P. **Novo Marco Legal do Saneamento Básico**: alterações e perspectivas. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2022. 7 f. Disponível em: https://www.scielo.br/j/esa/a/c9q3cL4bMT4L4KP7zCMxzCP/abstract/?lang=pt Acesso em: 26 de fev.2026.

BEZERRA, S. T. M.; PETER, M.; MACEDO, J. E. S. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do agreste brasileiro. **Ambiente Construido**. v.19, n.3, p. 249-258, 2019.

BEZERRA, S. T. M.; CHEUNG, P. B. **Perdas de água tecnologias de controle**. João Pessoa: Ed.UFPB. 2013. Cap. 2.

BIASUTTI, S. **Indicadores de perdas para serviços de abastecimento de água: padronizações e limitações da aplicação no Brasil**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável. Univerdidade Federal do Espírito Santo – Centro Tecnológico. Espirito Santo, 2016. 164 p.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - BNDES. Novo Marco Legal do Saneamento. **Revista do BNDES**, v. 28, n. 55, 2022. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22467/3/PR_BS_v28_n55_Saneamento_parte%201_.pdf. Acesso em: 15 jan. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 15 jan. 2026.

BRASIL. **Portaria MCID nº 788, de 1º de agosto de 2024**. Diário Oficial da União. Ministério das Cidades. Brasília, DF. Seção 1, p.10. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-mcid-n-788-de-1-de-agosto-de-2024-578754081 Acesso em: 02 outubro 2026.

BARRETOS (município). **Lei n° 7.161, de 23 de junho de 2025**. Câmara Municipal de Barretos. Plano de Controle de Perdas Operacionais e suas Atualizações no Abastecimento de Água da Estância Turística de Barretos. Disponível em: https://www.legislacaodigital.com.br/Barretos-SP/LeisOrdinarias/7161-2025 Acesso em: 25 setembro 2026.

CAMBRAIS, M. R. **Diagnóstico e avaliação de um sistema abastecimento de água em município de médio porte**: um estudo sobre perdas. 2024. 155 f. (Mestrado em Regulação e Gestão de Recursos Hídricos) – UNESP, Ilha Solteira, 2024.

CARMO, C.G.S. Índice de vulnerabilidade às perdas de água (IVuPA: Conceitualização e meios de avaliação. 2023. 228 f. (Mestrado em Regulação e Gestão de Recursos Hídricos) – UNESP, Ilha Solteira, 2023.

CARMO, C. G. S.; MANZIONE, R. L. **Índice de vulnerabilidade às perdas de água (IVuPA): concepção e aplicação**. São Paulo, 2023.

CARVALHO, R. S. **Investimento em controle de perdas dos sistemas de abastecimento de água nas bacias hidrográficas Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. São Carlos. 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-20102023-181820/publico/DissertacaoRafaelSantosCarvalhoVersaoCorrigida.pdf Acesso em: 21 de fev. 2026.

CENTRO DE LIDERANÇA PÚBLICA - CLP. **O desafio do Brasil cinco anos após o novo Marco Legal do Saneamento**. 14 jul. 2025. Disponível em: https://clp.org.br/o-desafio-do-brasil-cinco-anos-apos-o-novo-marco-legal-do-saneamento/. Acesso em: 15 jan. 2026.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **Controle de Perdas**. Disponível em: https://www.sabesp.com.br/o-que-fazemos/obras-programas/reducao-perdas/controle-perdas Acesso em: 15 jan. 2026.

DINIZ, A. R. S.; DALFRÉ FILHO, J. G. Physical loss evaluation in water distribution systems in the metropolitan region of São Paulo-Brazil. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, Southampton, v. 171, p. 23-33, 2013.

COUTINHO, R. P. A. Trajetória político- institucional do saneamento básico no Brasil: Do PLANASA à lei 14.026/2020. **Revista de Direito da Administração Pública,** Rio de Janeiro, v. 1, p. 33, 2020.

GO ASSOCIADOS. **Estudos sobre os avanços do marco legal do saneamento Brasil de 2025 (SINISA,2023).** Instituto Trata Brasil, p. 10, 2025.

GONÇALVES, K. P. **Análise da gestão e controle de perdas de água no sistema público de abastecimento do município de Uberaba**. Ouro Preto: [*S. l.*], 2017. p. 21

HESPANHOL, I. Água e saneamento básico. *In.*: BRAGA, B.; TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T. M.; CIMINELLI, V.S.T. (org.). **Águas doces no Brasil**. São Paulo: Ed. Escrituras, 2015, p. 263 -318.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Contas econômicas ambientais**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/meio-ambiente/20207-contas-economicas-ambientais-da-agua-brasil.html. 2020. Acesso em: 08 de maio 2026.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Cinco anos da mudança do Marco Legal**: como a lei transformou o setor do saneamento. 2025. Disponível em: https://www.aguaesaneamento.org.br/noticias/saneamento-em-transformacao-os-5-anos-da-lei-que-redesenhou-o-setor/ Acesso em: 16/02/2026

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. **Mapa do Estado de São Paulo**, 2026. Disponível em: http://geoportal.igc.sp.gov.br/centraldownloads/ Acesso em: 21 fevereiro 2026.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. **Balanço e perspectivas após o novo marco legal Lei 14.026/2020**. São Paulo. 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo de perdas de água de 2025 (SINISA,2023)**: Desafios na eficiência do saneamento básico no Brasil. 2025. 62 p. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-2025/ Acesso em: 09 de fev. 2026

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo de perdas de água de 2026 (SINISA,2024):** desafios na eficiência do saneamento básico no Brasil. 2026. p. 40 Disponível em: https://tratabrasil.org.br/perdas-de-agua-2025/ Acesso em: 07 de agosto 2026.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Avanços do novo marco legal do saneamento básico no Brasil – 2026 (SINISA 2024)**. 2026. 91 f. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/avancos-do-marco-legal-do-saneamento-basico-no-brasil-de-2026-sinisa-2024/ Acesso em: 07 de agosto 2026.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Demanda futura por água em 2050**: desafios na eficiência e das mudanças climáticas. 2025. p. 6. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2025/10/Demanda-futura-por-agua-em-2050-v.-2025-10-23-baixa.pdf Acesso em: 08 de maio 2026.

KELLY, G. **Perdas de água**: um dos grandes desafios do saneamento básico. ARSAE – Agência Reguladora de MG. 2024. Disponível em: https://www.arsae.mg.gov.br/2024/06/17/perdas-de-agua-um-dos-grandes-desafios-do-saneamento-basico/ Acesso em: 24 de fev. 2026.

LINS, C. **5 anos da mudança do marco legal do saneamento básico**. IAS/IPEA. Brasília, 2025.

LOBEL, F. Sabesp descumpre metas de redução de perdas de água na Grande SP por dois anos seguidos; represas têm pior nível desde 2015. **G1**, São Paulo, 22 out. 2025. Disponível em: https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2025/10/22/sabesp-descumpre-metas-de-reducao-de-perdas-de-agua-na-grande-sp-por-dois-anos-seguidos-e-represas-tem-pior-nivel-desde-2015.ghtml. Acesso em: 15 jan. 2026.

MACHADO, M. R. M. **Análise de perdas de água em regiões socialmente vulnerável da cidade de São Paulo**. Programa de Pós-graduação em Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua. UNESP, 2025.

MARCON, A. M. **O Novo Marco Legal e a Universalização do Saneamento Básico no Espaço Rural. Foz do Iguaçu.** 2023. 81 f. Universidade federal da integração latino-americana (unila) instituto latino-americano de economia, sociedade e política: Programa de pós-graduação em políticas públicas e desenvolvimento. 2023.

MORENO, J.; DUARTE, R. G. **Gestão da qualidade da água em uma empresa de saneamento básico**. Gestão do saneamento básico, abastecimento de água e esgotamento sanitário. São Paulo. Ed. Manole. 2016. p. 392

MELATO, D. S. **Discussão de uma metodologia para o diagnóstico e ações para redução de perdas de água**: aplicação no sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo. 2010. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Hidráulica e Saneamento) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MENICUCCI, T.; D'ALBUQUERQUE, R; HELLER, L.; BRITTO, A.L.; SARTI,F.; ULTREMARE, F. Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS. **Política de saneamento vis à vis à política de saúde**: encontros, desencontros e seus efeitos. Rio de Janeiro, 2018

PLANSAB**. Atualização do novo marco legal do saneamento:** um panorama das principais alterações segundo a Lei n° 14.026/2020. Brasília –DF. Ed. Arte em Movimento. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/noticias-1/noticia-mcid-n-1842 Acesso em: 31/01/2026

PINELLI, J. T. **Definições das bases de um sistema especialista de auxílio à decisão no combate às perdas de água**. 2021. 95 f. (Mestrado em Regulação e Gestão de Recursos Hídricos) – UNESP, Ilha Solteira.

PINTO, L.C.B. Água e saneamento básico. *In.*: ARLINDO, P.J.; JUNIOR, A.C.G. (org.). **Gestão do Saneamento Básico**: abastecimento de água e esgotamento sanitário. São Paulo: Ed. Manole, 2012. p. 355 – 391.

POLLACHI, A. Sabesp institucionalizou a falta d'água em São Paulo, diz especialista em saneamento. **Agência Pública**, 25 nov. 2025. Disponível em: https://apublica.org/2025/11/sabesp-institucionalizou-a-falta-dagua-em-sao-paulo-diz-especialista-em-saneamento/. Acesso em: 15 jan. 2026.

PROVÉRBIOS DE SALOMÃO. **Provérbios capítulo 18, versículo 4**. Bíblia Sagrada – NVI, 2026.

PURVIN, G. Justiça ambiental, acesso à água e ao saneamento: Algumas considerações por ocasião dos vinte anos de edição da Lei n. 9.433/1997 e dos Dez anos da lei n. 11.445/2007. In.: PURVIN, G. **Direito Ambiental, Recursos Hídricos e Saneamento**. São Paulo. Ed. Letras Jurídicas. 2015. Cap. 1.

RIBEIRO, M. J.; NAKABASHI, L.; ZMBELLO, V.; PEREZ, R. **Índice CEPER de Desenvolvimento Municipal.** São Paulo, v. 16, n. 4, p. 616-636, 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO - SINISA. **Relatório da gestão municipal do saneamento básico**. Disponível: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa Acesso em: 27 de março 2025.

TARDELLI, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. **Revista DAE,** 2015. Disponível em: https://www.revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_201_n_1622.pdf Acesso em: 23 de fev. 2026.

TARDELLI FILHO, J. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. **Revista DAE,** p. 6-20, 2016.

TAVARES, A. N. **Saneamento Básico**: direitos e reponsabilidades. Curso de capacitação EAD. 2025. Disponível em: https://www.escolavirtual.gov.br/catalogo Acesso em: 09 abril. 2025.

THORNTON. J. Ministério Das Cidades. **Balanço Hídrico**. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/pmss/projeto-com-agua/balanco-hidrico Acesso em: 23 de fev. 2026.

TUROLLA, F.A. **Política de saneamento básico**: avanços recentes e opções futuras de políticas públicas. 2002. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/entities/publication/a9297102-4c7a-477a-bea1-5d38c0c83b6c Acesso em: 05 ago. 2026.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água. Departamento de Engenharia Hídráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.** 3 ed. 643 p. São Paulo, 2006.

VICENTINI, L.P. **Componentes do balanço hídrico para avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água.** 2012. 196 f. (Mestrado em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.