

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

VICTOR ZANARDI RODRIGUES DOS SANTOS

**PROPOSIÇÃO DE POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS PARA REDUÇÃO DE
PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Ilha Solteira

2023

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

VICTOR ZANARDI RODRIGUES DOS SANTOS

**PROPOSIÇÃO DE POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS PARA REDUÇÃO
DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Dissertação de Mestrado Profissional
apresentado à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – UNESP como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre
Profissional em Rede Nacional em Gestão e
Regulação de Recursos Hídricos

Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira
Orientador

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

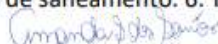
S237p Santos, Victor Zanardi Rodrigues dos.
Proposição de políticas compensatórias para redução de perdas em sistemas de abastecimento de água / Victor Zanardi Rodrigues Dos Santos. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
135 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Instrumentos de Política Recursos Hídricos, 2023

Orientador: Jefferson Nascimento de Oliveira

Inclui bibliografia

1. Perdas na distribuição. 2. Consumo per capita. 3. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. 4. Comitê de bacias hidrográficas. 5. Prestadores de serviços de saneamento. 6. Turvo Grande.


Amanda Sertori dos Santos

Biblioteca - CRB/1-001
Serviço Técnico de Referência, Atendimento ao
Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "PROPOSIÇÃO DE POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS PARA REDUÇÃO DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA"

AUTOR: VICTOR ZANARDI RODRIGUES DOS SANTOS

ORIENTADOR: JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área: Instrumentos de Política de Recursos Hídricos pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

Prof. Dr. CAMILO ALLYSON SIMÕES DE FARIA (Participação Virtual)
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Prof. Dr. PAULO ROBINSON DA SILVA SAMUEL (Participação Virtual)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Ilha Solteira, 14 de dezembro de 2023

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos, Eduardo e Eloísa e à minha esposa Gleyce, os amores da minha vida.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa e professora Dra. Gleyce Teixeira Correia dos Santos por todo o apoio e inúmeros empréstimos do seu notebook pessoal para que eu pudesse realizar o curso, além de estar presente em todos os momentos de alegrias e dificuldades enfrentadas nesse processo, muitas vezes se desdobrando incansavelmente para que eu pudesse alcançar essa etapa.

Ao professor Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira pela sua orientação, apoio e sua paciência inabalável, imprescindíveis para o desenvolvimento desse trabalho. Minha eterna gratidão e admiração.

A todos os colegas mestrandos profissionais do ProfÁgua, que mesmo remotamente, se fizeram presentes em diversos momentos dessa caminhada. Um agradecimento especial ao nosso representante de turma, Viktor Boyadjian Pereira, que nos ajudou do início ao fim da nossa jornada, dedicando parte de seu precioso tempo nessa missão.

A todos os gestores, servidores e colaboradores do SeMAE de São José do Rio Preto, representados pelas figuras do coordenador e orientador do estágio supervisionado, Rafael M. Zerunian e do chefe de divisão do setor de perdas, Luís Fernando Quintino que me proporcionaram um aprendizado indescritível e que deram total suporte e contribuição ao trabalho.

Aos gestores e servidores do Saev de Votuporanga, representados pela figura do também colega de ProfÁgua, Marcelo Cambrais, pelo auxílio e contribuição para esse trabalho.

Aos gestores e colaboradores da Sabesp de Fernandópolis, representados pela figura do engenheiro André Luiz, por todo o auxílio, contribuição ao trabalho e pela troca de experiências.

A todos os outros colegas, amigos e professores que, de alguma forma, foram fundamentais para a conclusão desse trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES), Brasil - Código de Financiamento 001. Agradeço também ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

RESUMO

As perdas em sistemas de abastecimento de água são consideradas elevadas no Brasil. O índice de perdas na distribuição (IN049) nacional divulgado em 2022, referente ao ano anterior foi na ordem de 40,1%. Tendo em vista que diversos prestadores de serviços de saneamento, em 2023, ainda possuem reais dificuldades em reduzir de maneira considerável suas perdas, esse trabalho teve como objetivo a proposição de políticas compensatórias a serem desenvolvidas pelo poder público, com a participação de diversos atores envolvidos na gestão de recursos hídricos e na regulação de serviços de saneamento, dentre eles, os comitês de bacia hidrográfica e as agências reguladoras de serviços de saneamento. Essas propostas foram desenvolvidas a partir da realização de um trabalho técnico-científico, envolvendo a região contemplada pelo Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Turvo e Grande (CBH-TG) por meio de análises de informações coletadas na base de dados do Sistema Nacional de Informação sobre saneamento (SNIS), referente a indicadores como: índice de perdas na distribuição (IN049) e índice de consumo per capita (IN022), índice de macromedição (IN011) e de hidromedição (IN009) de 66 municípios e informações a respeito de vazões outorgadas de cada localidade estudada. Além disso, foram realizadas visitas técnicas em prestadores de serviços de saneamento de três municípios da região e consulta em literatura em periódicos nacionais e internacionais, buscando alternativas viáveis para aplicação dessas políticas. As propostas foram construídas a partir da coleta e tratamento de dados e tiveram como temática: melhorar a qualidade das informações transmitidas ao SNIS pelos prestadores de serviços de saneamento, propor direcionamento de investimentos voltados ao controle de perdas de cada localidade, de acordo com suas respectivas realidades e estágios de desenvolvimento de suas gestões e integrar os instrumentos de gestão de recursos hídricos elencados pela Lei 9.433/1997, à gestão de perdas.

Palavras-chave: perdas na distribuição; consumo *per capita*; Sistema Nacional de informações sobre saneamento; comitê de bacias hidrográficas; prestadores de serviços de saneamento; visita técnica; Turvo-Grande.

ABSTRACT

Losses in water supply systems in Brazil are considered high. National distribution losses index was 40,1% in 2022. Considering that many sanitation service providers still have, in 2023, real difficulties to reduce their losses. This work aimed to propose compensatory policies to be developed by public authorities with the participation of several actors involved in water resources management and sanitation services regulation, like river basin committee and sanitation services regulator agencies. These proposals were developed by a technical-scientific work in region covered by Turvo and Grande River Basin Committee. through analysis of collected data in National Sanitation Information System database. referring to indicators such as: distribution loss index, per capita consumption index, macro-measurement index and hydrometering index of 66 municipalities in addition to grating flow rates information of each studied location. Technical visits were carried out of three municipalities sanitation service providers of Turvo and Grande hydrographic region in addition to literature consultation in national and international journals, seeking viable alternatives for applying these policies. The proposals were built based on data collection and processing and focused the following themes: improving information quality transmitted by sanitation service providers for National database, proposing targeted investment aimed at controlling losses in each location, according to their realities and development stages of its management and integrate water resources management instruments listed by Law 9,433/1997, with loss management.

Keywords: distribution losses; *per capita* consumption; National Sanitation Information System database; river basin committee; sanitation service providers; Technical visit; Turvo and Grande.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Equação do cálculo do IN049	20
Figura 2	- Sistema japonês de controle e prevenção de vazamentos	26
Figura 3	- Fluxograma das etapas de desenvolvimento desse trabalho ...	45
Figura 4	- Municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento	51
Figura 5	- Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento	52
Figura 6	- Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento, excluindo as cidades que apresentaram valor do índice menores ou iguais a 5% da média geral	54
Figura 7	- Análise do valor médio do IN022 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento	56
Figura 8	- Análise conjunta dos valores médios dos indicadores IN049 e IN022 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento	57
Figura 9	- Quantidade de municípios pertencentes ao CBH-TG, agrupados por tamanho da população, que possuem número de habitantes estimado igual ou inferior a 26.231 e superior ao valor	61
Figura 10	- Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população estimada	62
Figura 11	- Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população estimada, excluindo os municípios que apresentaram valores iguais ou inferiores a 5% da média geral.	65

Figura 12	- Discriminação da aquisição de geofone eletrônico pelo município de Taiúva	65
Figura 13	- Análise do valor médio do IN022 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população estimada	65
Figura 14	- Análise do valor médio do IN011 e do IN009 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento	69
Figura 15	- Análise do valor médio do IN011 e do IN009 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população	71
Figura 16	- Discriminação da dotação inicial anual do município de Taiúva para saneamento e o empenho para quitar gastos com energia elétrica	76
Figura 17	- Discriminação dos valores empenhados para custos com energia elétrica do município de Mirassolândia no setor de saneamento, com a dotação inicial anual e o valor já empenhado ao todo	76
Figura 18	- Discriminação da dotação inicial anual do município de Cedral para saneamento e o valor empenhado para quitar gastos com energia elétrica	77
Figura 19	- Valor total empenhado em custos com energia elétrica do orçamento de saneamento do município de Ipiruá	78
Figura 20	- Discriminação dos valores empenhados para custos com energia elétrica do município de Novais em saneamento, com a dotação inicial, aumento de dotação e dotação atualizada	79
Figura 21	- Geofone utilizado pelo SeMAE	81
Figura 22	- Haste de escuta utilizada pelo SeMAE	82
Figura 23	- Haste de escuta eletrônica (esquerda) e aplicativo 4Fluid® utilizado no perímetro do município de São José do Rio Preto (direita)	82
Figura 24	- Micromedidor do tipo velocimétrico utilizado pelo SeMAE	83
Figura 25	- Macromedidores do tipo ultrassônico utilizados pelo SeMAE ...	84

Figura 26	- VRP eletropneumática utilizada pelo SeMAE	84
Figura 27	- Sistema de monitoramento por telemetria do Centro de Controle Operacional (CCO) do SeMAE	85
Figura 28	- Sistema de monitoramento por telemetria do setor de Controle de Perdas do SeMAE	86
Figura 29	- Caixa elevada em formato de taça do SeMAE	87
Figura 30	- Reservatório enterrado (esquerda) e elevado (direita) dos sistemas complementares de abastecimento	88
Figura 31	- Estação de Tratamento de Água "Palácio das Águas"	88
Figura 32	- Reservatório elevado da região Central de Votuporanga	92
Figura 33	- Sistema de Abastecimento da Região Central de Votuporanga, composto por dois reservatórios enterrados (capacidade 1000 m ³), e um elevado (capacidade 750 m ³), além da Estação de Tratamento de Água superficial	92
Figura 34	- Solicitação de financiamento realizada pelo Saev de Votuporanga para aquisição e instalação de equipamentos voltados ao controle de perdas do município	93
Figura 35	- Macromedidor do tipo eletromagnético instalado nas dependências da Estação de Tratamento de Água, na entrada de água bruta	93
Figura 36	- Sistema de telemetria e monitoramento dos poços tubulares e do manancial de Votuporanga	95
Figura 37	- Reservatório elevado (esquerda) e reservatório semi-enterrado (direita) da SABESP de Fernandópolis	96
Figura 38	- Tubulações de PEAD para utilização em redes de distribuição de água tratada	97
Figura 39	- Geofone digital (esquerda) e mecânico (direita) utilizados pela SABESP de Fernandópolis	97
Figura 40	- Manômetro Digital Zürich® utilizado para medição e controle de pressão nas redes de distribuição do município de Fernandópolis	98

Figura 41	- Mapa cadastral de rede de água do município de Fernandópolis, subdividido em setores, representando o sistema de distribuição da cidade	98
Figura 42	- Conversores de sinal (esquerda) e macromedidor eletromagnético e sua identificação (direita) utilizado pela SABESP	99
Figura 43	- Centro de Controle Operacional da SABESP de Fernandópolis	99
Figura 44	- Gráfico Boxplot dos valores referentes ao IN049 do ano de 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG que possuem seus serviços de saneamento geridos pela SABESP (esquerda) e pela Administração Pública Direta (direita)	102
Figura 45	- Gráfico Boxplot dos valores referentes ao IN022 do ano de 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG que possuem seus serviços de saneamento geridos pela SABESP (esquerda) e pela Administração Pública Direta (direita)	103
Figura 46	- Etapas de desenvolvimento da proposta de política compensatória referente a implementação do projeto ACERTAR e seus objetivos	110
Figura 47	- Etapas de desenvolvimento de proposta de política compensatória, baseada na natureza e direcionamento do investimento a ser realizado pelos municípios ou consórcios de prestação de serviços de saneamento	116
Figura 48	- Etapas de desenvolvimento de política compensatória envolvendo a integração dos instrumentos de gestão de recursos hídricos à gestão de perdas	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Dados referentes à população, tipo de prestador de serviço de saneamento, ao índice de perdas na distribuição (IN049) e ao índice de consumo per capita (IN022) dos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG	49
Tabela 2	- Dados referentes à população, ao índice de macromedição (IN011) e ao índice de consumo per capita (IN009), vazão dos municípios pertencentes ao CBH-TG	67
Tabela 3	- Dados referentes à população e vazão outorgada (m ³ /h) dos anos de 2020 e 2021 para abastecimento público dos municípios pertencentes ao CBH-TG	73
Tabela 4	- Quadro-resumo das operações, infra-estrutura e ferramentas utilizadas pelos prestadores de serviços de saneamento dos municípios visitados	105

LISTA DE SIGLAS

ANA	- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ARES-PCJ	- Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
ARSESP	- Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo
CBH-TG	- Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Turvo e Grande
CCO	- Centro de Controle Operacional
DAEE	- Departamento de Água e Energia Elétrica de São Paulo
DMC	- Distrito de Medição e Controle
FEHIDRO	- Fundo Estadual de Recursos Hídricos
FP	- Fator de Pesquisa
IoT	- Internet das coisas (<i>internet of Thing</i>)
OCDE	- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PEAD	- Polietileno de alta densidade
PVC	- Polivinilcloro
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SeMAE	- Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto de São José do Rio Preto
SNIS	- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
VMN	- Vazão Mínima Noturna
VRP	- Válvula Redutora de pressão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	ASPECTOS GERAIS	17
3.2	INDICADORES OPERACIONAIS DE ÁGUA UTILIZADOS PELO SNIS	19
3.2.1	Índices de perdas na distribuição e por ligação	20
3.2.2	Índice de consumo per capita	22
3.2.3	Índice de Macromedição	23
3.2.4	Índice de Hidrometração	23
3.3	INFRA-ESTRUTURA, INSTRUMENTAÇÃO E FERRAMENTAS EMPREGADAS NO COMBATE A PERDAS	24
3.4	INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SEUS USOS PARA REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	29
3.4.1	Outorga pelo direito de uso	31
3.4.2	Cobrança pelo uso da água	33
3.4.3	Planos de Recursos Hídricos	35
3.5	O PAPEL DAS AGÊNCIAS REGULADORAS DE SANEAMENTO NO CONTROLE DE PERDAS	36
3.6	CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA E POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS	40
4	MATERIAL E MÉTODOS	43
4.1	ANÁLISE DA CONSULTA DE DADOS	45
4.2	VISITAS TÉCNICAS	45
4.2.1	São José do Rio Preto (SeMAE)	46

4.2.2	Votuporanga (Saev Ambiental)	46
4.2.3	Fernandópolis (SABESP)	46
4.3	DESENVOLVIMENTO DAS PROPOSTAS DE POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS	47
4.4	ELABORAÇÃO DO PRODUTO	47
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1	ANÁLISE DA CONSULTA DE DADOS	49
5.2	VISITA TÉCNICA	81
5.2.1	São José do Rio Preto (SeMAE)	81
5.2.1.1	<i>Instrumentação e Infra-estrutura</i>	81
5.2.1.2	<i>Acompanhamento do desenvolvimento das atividades voltadas à gestão de perdas</i>	89
5.2.2	Votuporanga (Saev Ambiental)	91
5.2.2.1	<i>Instrumentação e Infra-estrutura</i>	91
5.2.2.2	<i>Acompanhamento do desenvolvimento das atividades voltadas à gestão de perdas</i>	94
5.2.3	Fernandópolis (SABESP)	96
5.2.3.1	<i>Instrumentação e Infra-estrutura</i>	96
5.2.3.2	<i>Acompanhamento do desenvolvimento das atividades voltadas à gestão de perdas</i>	100
5.2.4	Considerações complementares	104
5.3	DESENVOLVIMENTO DAS PROPOSTAS DE POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS	105
5.3.1	Proposta para atuação em conjunto de comitês de bacia hidrográfica e Agências Reguladoras para minimizar e/ou eliminar inconsistências dos dados transmitidos pelos prestadores de serviços de saneamento ao SNIS	106
5.3.2	Proposta para solicitação e direcionamento de recursos financeiros para desenvolvimento de atividades referentes a perdas em sistemas de abastecimento	110
5.3.3	Proposta para integração dos instrumentos de gestão de recursos hídricos à gestão de perdas	117

6	CONCLUSÃO	122
	REFERÊNCIAS	127

1 INTRODUÇÃO

As perdas de água em sistemas de abastecimento representam grandes prejuízos, tanto para a população, já que o volume de água desperdiçado representa menor disponibilidade do bem à comunidade, quanto para as bacias hidrográficas, devido à necessidade de captar maior quantidade de água para atender a demanda da população envolvida. A quantificação das perdas é de suma importância para as empresas prestadoras de serviço público de saneamento, no que diz respeito à eficiência de distribuição de água, além de aspectos sociais, ambientais e econômicos. As perdas ocorrem em todos os componentes de um sistema de abastecimento de água, desde a captação até a distribuição. Entretanto, a magnitude dessas perdas depende de cada unidade (Andrade Sobrinho, 2012).

Segundo o Censo realizado pelo IBGE (2020), a população brasileira em 1º de julho de 2020 foi estimada em 211.765.692 habitantes. As projeções para 2030 estimam aumento da população em cerca de 5,67% e em 2047, a projeção indica um pico populacional com 233.233.670 habitantes, o que representa um aumento de 10,13% da população brasileira, em comparação com o período atual. Além do crescimento populacional, fatores como a urbanização desenfreada e o aumento da demanda por água nos grandes centros, reforçam ainda mais a necessidade do uso racional dos recursos hídricos. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, OCDE (2017), o Brasil deve incentivar cada vez mais o uso da água de maneira eficiente, visando aliviar as pressões sobre as águas superficiais e subterrâneas, especialmente, em partes do território nacional onde esses recursos são escassos e a competição entre os setores se intensifica, considerando ainda a necessidade de vazões ecológicas. Para isso, a OCDE recomenda que os governos façam uso de instrumentos incentivadores, regulatórios, econômicos e informativos para proporcionar aos usuários de água motivação contínua para a redução da pressão quantitativa e qualitativa sobre os recursos hídricos.

Além disso, em 2012, na conferência Rio+20, organizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), foram criados os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, conhecidos como ODS. Consiste em um plano de ação global, inserido na Agenda 2030, que visa atender às gerações atuais, sem comprometer as gerações futuras, a partir do desenvolvimento sustentável. Esse plano contém 17 objetivos a serem

cumpridos até o ano de 2030 (Torres; Uribeondo; Yago, 2020). O presente trabalho tem como uma das missões, contribuir para que a Agenda 2030 do Brasil seja cumprida nas metas a que se refere diretamente ao ODS 6 (Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos), e indiretamente aos ODS 9 (Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação) ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) ODS 12 (Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis) e ODS 13 (Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Esse trabalho tem como objetivo central propor políticas compensatórias visando a mitigação das perdas em sistemas de abastecimento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Comparar o índice de perdas na distribuição (IN049) entre as cidades pertencentes ao CBH-TG, relacionando, população, índice de consumo per capita (IN022), índice de Macromedição (IN011) e Hidrometração (IN009) e vazão outorgada para abastecimento público, além de realizar uma análise de confiabilidade das informações fornecidas ao Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) pelos prestadores de serviço de saneamento;
- ✓ Comparar diferentes realidades de prestadores de serviço de saneamento na questão da gestão e controle perdas, identificando possíveis gargalos;
- ✓ Estudar a viabilidade da aplicação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos como subsídio ao controle e redução de perdas;
- ✓ Elaboração de um manual contemplando propostas de políticas compensatórias.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ASPECTOS GERAIS

Com o aumento da demanda de recursos hídricos, somado aos altos custos de produção de energia elétrica, e da relação direta com a saúde financeira dos prestadores de serviços de saneamento, a redução e o controle de perdas em sistemas de abastecimento de água torna-se essencial para todo e qualquer processo produtivo. Se apresenta também como um tema de alta relevância frente a cenários de escassez hídrica, uma vez que as perdas representam desperdício dos recursos naturais, de mão-de-obra, tecnológicos e financeiros. Dessa forma, a mitigação das perdas minimiza os custos operacionais e, conseqüentemente, o eventual repasse dos custos ao consumidor final. Além disso, nos períodos de secas, quando há o apelo de autoridades aos usuários para a economia de água, a ineficiência em combate aos vazamentos é altamente prejudicial à reputação do prestador de serviço de saneamento (European Commission, 2015a; Kusterko *et al.*, 2018; Brasil, 2021).

Segundo o Ministério da Saúde, a definição de sistemas de abastecimento de água é a composição de todos os elementos que envolvem o processo produtivo (manancial, captação, adução, tratamento, reservação, redes de distribuição e ligações prediais). As causas e a magnitude das perdas nesses sistemas, assim como a natureza das ações para o seu efetivo controle, devem ser realizadas em todas as estruturas. Por isso, a identificação e o controle das perdas devem ser feitos por unidade estrutural. A importância da compreensão da origem dessas perdas e sua quantificação se dá pelo fato de possibilitar o direcionamento de ações preventivas, corretivas e de investimentos necessários para mitigação do problema (Andrade Sobrinho, 2012; Tnc, 2021).

As perdas são classificadas em perdas reais e perdas aparentes. As perdas reais, também chamadas perdas físicas, são caracterizadas por toda a água desperdiçada no sistema, desde a captação, até a distribuição, com exceção das instalações do consumidor final. Por exemplo, rompimento em tubulações, vazamentos em trincas estruturais e por fissuras nas impermeabilizações de reservatórios, perdas no processo de tratamento da água, dentre outros. Já as perdas aparentes ou não-físicas referem-se a toda água que não é medida ou que não tenha o seu uso definido. Essas perdas são decorrentes de ligações clandestinas e/ou

irregulares, hidrômetros fraudados, erros de micromedição e macromedição, erro cadastral (desatualização do cadastro, ligações inativas, ligação não cadastrada), erro de leitura, entre outros) (PNCDA, 2007; Brasil, 2021).

Para evitar uma eventual escassez de água no futuro é necessário que se haja uma Gestão de Recursos Hídricos no sentido da redução de perdas. O Banco Mundial recomenda um valor máximo de perdas em cerca de 25%, além da educação ambiental voltada ao uso eficiente de água de modo que a população compreenda a gestão adequada e o valor de água e de outros recursos naturais numa perspectiva de médio a longo prazo (Notisso; Formiga, 2020).

Os problemas relacionados às perdas são mundiais e muitos países vêm se esforçando para diminuir cada vez mais suas perdas em sistemas de abastecimento. Alguns países da União Europeia, principalmente do Leste Europeu apresentaram índices de perdas na distribuição relativamente altos na década anterior, como a Bulgária (que apresentou cerca de 50% de perdas), Eslovênia (40%), Hungria (35%), República Tcheca e Romênia (30%). Países como a Indonésia, apresentam perdas na ordem de 33%, assim como a Irlanda. Uma das principais economias mundiais, os Estados Unidos possuíam nível de perdas em torno de 16%. Países como Alemanha e Dinamarca, são considerados referências na Europa com relação à gestão de perdas, apresentando valores inferiores a 10%. (Egenhofer *et al.*, 2012; Malm *et al.*, 2020; Heryanto *et al.*, 2021).

A Dinamarca apresenta-se como país modelo com relação à gestão das perdas na distribuição por cinco principais razões: boas construções; ações estratégicas de combate ao desperdício; medições (micro e macro) mais próximas da realidade; políticas de incentivo; e re-educação da população, visando a mudança comportamental (Malm *et al.*, 2020).

No Brasil, o Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento (SNIS) é considerado a maior e mais importante base de dados a respeito do saneamento básico no país e reúne informações de diversos caracteres (operacionais, gerenciais, financeiros e a respeito de qualidade dos serviços de Água e Esgotos prestados), iniciados no ano de 1995. Armazena informações a respeito do Manejo de Resíduos Sólidos desde 2002 e Drenagem Pluvial desde 2015. A partir dessas informações coletadas, são produzidos indicadores que servem como referência para efetuar comparações entre o desempenho do serviço prestado entre os municípios e para

realizar o acompanhamento da evolução do setor de saneamento básico no país (Brasil, 2020a).

Esses dados são fornecidos pelos próprios prestadores de serviço de saneamento, sendo considerados autodeclarados e são cadastrados exclusivamente pelo *SNISweb*, uma plataforma online em que o prestador designa uma pessoa, que recebe um *login* e senha para cadastrar e preencher as informações solicitadas em um formulário. Quando são inseridos dados que podem ser considerados como possíveis inconsistências, a plataforma, por meio de dispositivos de análise de consistência de dados, emite alertas tanto em forma de “aviso”, quanto na forma de “erro”. Na forma de “aviso”, a inconsistência é informada, porém o sistema permite a continuidade do preenchimento, diferentemente da mensagem de “erro”, que impede o envio das informações até que a situação seja corrigida. Os dados são transformados em indicadores, e vão para a base de dados do Ministério responsável (hoje, Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional), onde é possível consultar a série histórica por municípios, indicadores a serem observados, prestadores, dentre outros (Brasil, 2020a).

3.2 INDICADORES OPERACIONAIS DE ÁGUA UTILIZADOS PELO SNIS

O Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) faz uso de indicadores de diversas naturezas, dentre eles, os indicadores operacionais de água, que visam avaliar, de maneira geral, a qualidade da prestação de serviço de saneamento voltado à água tratada. São 22 indicadores, podendo eles serem correlacionados de diversas maneiras. Aqueles diretamente relacionados às perdas em sistemas de tratamento de água são: o índice de perdas na distribuição (IN049), o índice bruto de perdas lineares (IN050) e o índice de perdas por ligação (IN051). Outros indicadores utilizados pelo SNIS também podem contribuir para a análise de níveis de perdas, porém de maneira indireta, na maioria das vezes auxiliando na compreensão das causas e efeitos do desperdício. Os índices que foram utilizados como subsídio para análise dos índices diretamente voltados a perdas no presente trabalho são: os índices de macromedicação e hidromedicação (IN011 e IN009) e o índice de consumo *per capita* (IN022) (Brasil, 2020a).

3.2.1 Índices de perdas na distribuição e por ligação

Os índices utilizados para mensurar perdas, segundo o SNIS, não diferem perdas reais e aparentes. São estimativas realizadas pelos prestadores de serviço, a partir das ferramentas que cada um deles possuem, já que muitos não dispõem de técnicas e instrumentação necessária para tal distinção. As unidades utilizadas nos três índices que avaliam as perdas são diferentes entre si, pois, para que se possa efetuar uma comparação adequada de eficiência entre os sistemas de adução e distribuição de água do país, é necessário considerar parâmetros como o tempo médio de abastecimento, a pressão média e extensão das redes e o número de ligações, e muitas vezes, a falta de estrutura ou de disponibilidade dos dados, não permitem tal aprofundamento na abordagem da análise (Brasil, 2022).

O cálculo do índice de perdas na distribuição (IN049) é realizado a partir da quantidade de água consumida e produzida. A diferença entre o volume produzido e o consumido dá origem ao volume perdido. O indicador é dado em porcentagem e encontrado de acordo com a equação apresentada na Figura 1.

Figura 1 - Equação do cálculo do IN049

$$\text{IN049} = \frac{\text{AG006} + \text{AG018} - \text{AG010} - \text{AG024}}{\text{AG006} + \text{AG018} - \text{AG024}} \times 100$$

IN049
 Índice de perdas na distribuição (%)

AG006: Volume de água produzido
 AG010: Volume de água consumido
 AG018: Volume de água tratada importado
 AG024: Volume de serviço

Fonte: BRASIL (2022).

O Brasil, no ano de 2020, apresentou o IN049 na ordem de 40,1%, segundo o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, baseados nos dados autodeclarados pelas prefeituras e pelas empresas prestadoras de serviços de saneamento ao SNIS. Ainda, segundo o documento, as Regiões Norte e Nordeste do país foram as que tiveram os maiores índices de perdas na distribuição (51,2% e 46,3%), superando a média Nacional. Já as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, os valores de perdas na distribuição foram de 34,2%, 38,1%, 36,7%, respectivamente. Dos 30 prestadores de

abrangência local de maior porte, Macaé (10,1%) Limeira-SP (18,9%), Campo Grande-MS (19,3%), São José do Rio Preto-SP (20,98%), e Campinas-SP (20,7%), foram alguns dos municípios que apresentaram valores do IN049 menor que 25%. Por outro lado, ainda na mesma categoria de prestadores, alguns municípios que tiveram índices de perdas superiores a 50% foram: Volta Redonda-RJ (50,76%), Piracicaba-SP (56,8%), Cuiabá-MT (58,4%), Pelotas-RS (61,1%) e Manaus-AM (65,21%) (Brasil, 2022).

Considerando o tipo de prestador de serviço de saneamento, os valores do IN049 são (Brasil, 2022):

- ✓ prestadores locais por empresas particulares (44,1%);
- ✓ prestadores locais de direito público (37,0%);
- ✓ prestadores regionais (41,2%);
- ✓ microrregional (26,7%);
- ✓ prestadores locais de direito privado (32,7%).

Já o índice de perdas por ligação (IN051), considera o volume de perdas a partir de outra perspectiva, a do número de ligações ativas de água. Em termos operacionais, esse indicador apresenta maiores condições para avaliar a eficiência do prestador de serviço de saneamento com relação às perdas, já que os vazamentos mais duradouros são observados frequentemente nos ramais de distribuição. A unidade utilizada no indicador é o volume em litros por ligação por dia (L/dia/lig) e a equação apresentada na Figura 2 mostra como o índice é calculado (Brasil, 2022)

Em 2020, o Brasil perdeu cerca de 343 L/lig/dia, segundo o SNIS. A região Norte do país apresentou o maior volume de perdas, considerando esse índice (595 L/lig.dia). Já região Sul obteve maior eficiência pelo indicador (289 L/lig/dia). Quando se trata de indicadores relacionados a perdas, não há unanimidade a respeito do melhor a ser utilizado. Há a necessidade de avaliação das variáveis dos indicadores e buscar fazer o uso daquele que se aplica melhor com a realidade dos municípios em questão. O índice de perdas na distribuição, que adota o percentual do volume de água perdido, pode apresentar distorções na forma de expressar o desperdício, principalmente devido à diferença de padrão de consumo *per capita* entre as diversas localidades. Mesmo com restrições quanto ao uso, os indicadores percentuais são amplamente aplicados, pela universalidade do entendimento. Dessa forma, a propensão ao uso comparativo dos números entre diferentes sistemas de abastecimento, de proporções distintas são frequentes (ABES, 2015).

3.2.2 Índice de consumo *per capita*

O índice de consumo per capita (IN022), utilizado para estimativas de usos da água durante o período de um ano todo em um município, se refere a uma vazão que varia de acordo com uma diversos fatores, tais como os ambientais, econômicos, demográficos, políticos e culturais. Para realizar o estudo do consumo per capita de água, é necessário considerar a influência de uma série de especificidades que, devido à dificuldade de integrá-las, é necessário buscar o entendimento de seus determinantes, por meio de características que envolvem diretamente as condições da demanda e da oferta de água de uma localidade. A definição de consumo *per capita* é o volume de água diário, requerido individualmente por cada cidadão de um determinado local de estudo. A unidade habitualmente utilizada é o litro por habitante dia (L/hab.dia). O valor calculado é adotado em projetos de sistemas de abastecimento de água, visando contemplar o consumo doméstico, o consumo comercial, o consumo industrial, o consumo público e as perdas de água no sistema (Resende; Roland; Ribeiro, 2015).

Para reverter o cenário de aumento do índice de consumo *per capita*, os municípios com previsões de crescimento da população e com disponibilidade hídrica restrita nas captações necessitam adotar medidas para inverter essa tendência. Dentre as vantagens dessa redução, além da sustentabilidade hídrica e energética com impactos ambientais benéficos, destaca-se a maior durabilidade das infraestruturas físicas, em especial das tubulações, além de possivelmente, evitar o sobrecarga em volume nas estações de tratamento de esgoto, já que, as projeções para construção dessas unidades de tratamento, levam em consideração a vazão diária de efluentes, utilizando para cálculo o índice de consumo *per capita*. Dentre as ações que podem ser adotadas para a redução desse indicador, estão: a conscientização da população para a importância do uso racional da água, incentivos para instalação de dispositivos sanitários de baixo consumo, substituir a hidrometração coletiva em condomínios e adotar a individualizada e sobretaxar consumos excessivos (Von Sperling, 1996; Brasil, 2021).

3.2.3 Índice de Macromedição

A macromedição representa o conjunto de medições realizadas em sistemas de abastecimento, desde a captação da água sem qualquer tipo de tratamento prévio, até a saída dos reservatórios do bem tratado, que são responsáveis pela distribuição do recurso natural para a população. Essas medições contribuem para identificar volumes de água efetivamente consumidos e as perdas nos sistemas de abastecimento e são fundamentais, tanto para a valoração das perdas reais e aparentes, quanto para acompanhar os resultados (ABES, 2015; Brasil, 2022).

O Índice de Macromedição (IN011), de acordo com o SNIS, indica a fração que foi medida do volume de água que foi produzido ou disponibilizado no sistema. De acordo com os dados do SNIS referentes ao ano de 2020, o IN011 Nacional foi de 81,6%, ou seja, a cada 100 litros de água que foram disponibilizados para consumo, 81,6 litros foram medidos de maneira efetiva. Quando esse índice é analisado por região brasileira, pode-se observar diferenças relevantes nos valores do IN011, sendo a região Norte com o menor valor (44,3%) e a região Sudeste com maior valor (90,1%). As demais regiões, Sul, Centro-Oeste e Nordeste, apresentaram os seguintes valores do Índice de Macromedição: 83,4%, 87,8% e 69%, respectivamente (Brasil, 2022).

O SNIS apresentou os valores do IN011, analisando o tipo de prestação de serviço de saneamento. Os prestadores locais por empresas particulares obtiveram melhores números para o índice (97,9%) e os prestadores locais regidos pelo direito público os menores valores índice (59,4%). Destacam-se também os prestadores regionais (87%), microrregional (78%) e prestadores locais regidos pelo direito privado (90,8%) (Brasil, 2022).

3.2.4 Índice de Hidrometração

A micromedição consiste em apurar os volumes de água que são destinados aos consumidores finais (residenciais, comerciais, industriais), por meio de leituras periódicas em hidrômetros que são instalados nessas edificações. A totalização dessas coletas de informações, em um determinado intervalo de tempo é confrontada com a macromedição apurada no mesmo período. Por usar hidrômetros, a micromedição também é conhecida como hidrometração (ABES, 2015; Brasil, 2021).

O Índice de Hidrometração (IN009), de acordo com o SNIS, corresponde ao quociente entre quantidade de ligações de água micromedidas (aquelas providas de hidrômetros) e o número de ligações de água ativas (as que estavam em pleno funcionamento até o último dia disponíveis para coleta de dados). Com base nos dados fornecidos ao SNIS referentes ao ano de 2020, o IN009 Nacional foi de 91,3%, ou seja, a cada 100 ligações ativas, 91,3 foram micromedidas. Quando a amostragem é realizada por região brasileira, pode-se observar diferenças relevantes nos valores do IN009, sendo a região Norte com o menor valor (61,9%) e a região Sul com maior valor (99%). As demais regiões, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, apresentaram os seguintes valores do Índice de Hidrometração: 92,8%, 95,3% e 87,6%, respectivamente. O SNIS apresentou os valores do IN009, analisando o tipo de prestação de serviço de saneamento. Os prestadores microrregionais obtiveram o valor do índice mais alto (97,9%) e os prestadores locais diretos regidos pelo direito público os menores índices (86,3%). Destacam-se também os prestadores regionais (92,2%), prestadoras particulares (95,9%) e prestadores locais regidos pelo direito privado (96,3%) (Brasil, 2022).

3.3 INFRA-ESTRUTURA, INSTRUMENTAÇÃO E FERRAMENTAS EMPREGADAS NO COMBATE A PERDAS

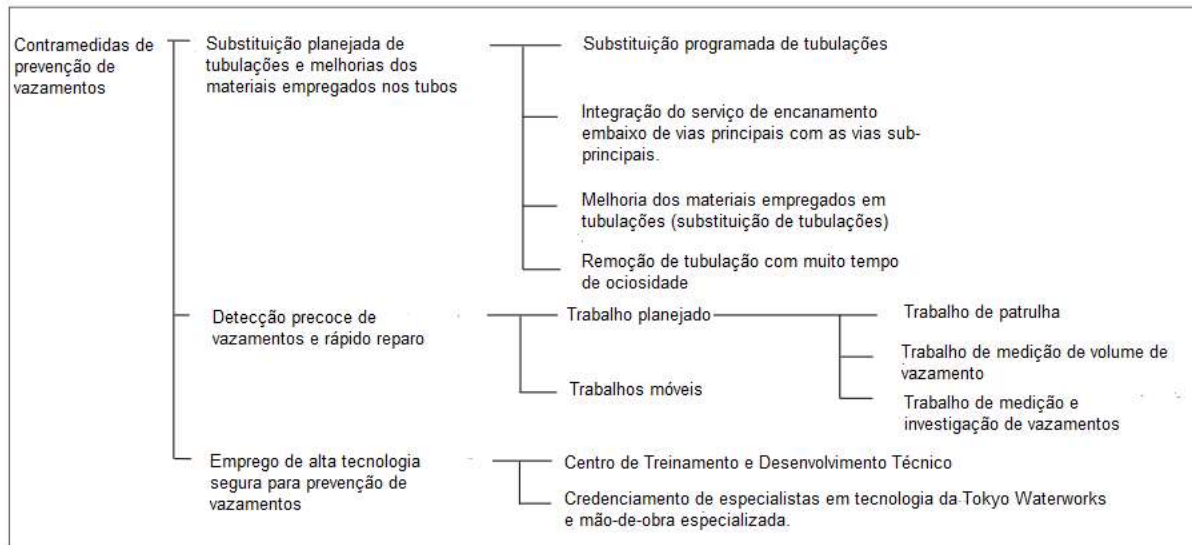
A gestão de perdas contribui tanto ambientalmente, na questão do uso consumptivo racional dos recursos naturais, como economicamente, reduzindo o consumo de produtos químicos utilizados no tratamento da água, além energia elétrica empregada em todo o sistema de abastecimento (no bombeamento, na captação, no tratamento e no transporte por tubulações que fazem uso de *boosters*), além de preservar as instalações e a infra-estrutura local. Para um combate eficiente a perdas em sistemas de abastecimento de água, no entanto, é necessário que haja investimentos. Porém, a capacidade de se realizar esses aportes financeiros varia de acordo com o tamanho e realidade de cada prestador de serviços de saneamento. Além disso, a falta de indicadores que apontam o nível de investimento em controle e redução de perdas dificultam ações voltadas ao planejamento e uma atuação programada em diversos locais, de acordo com suas realidades (European Commission, 2015a; Manzi; Ramirez; Martins, 2018).

As ações comumente empregadas com a finalidade de reduzir e controlar as perdas são (ABES, 2015):

- ✓ Gerenciamento de Infra-estrutura;
- ✓ Controle ativo de vazamentos;
- ✓ Agilidade e qualidade na reparação de vazamentos;
- ✓ Maior precisão possível nas leituras de Macromedição;
- ✓ Valores próximos de 100% de hidrometração;
- ✓ Cadastro comercial atualizado;
- ✓ Controle de pressão da rede de distribuição;
- ✓ Instalação de Distritos de Medição e Controle (DMC) e setorização operacional;
- ✓ Emprego de tecnologias mais modernas.

Os sistemas de abastecimento de água devem fazer parte do crescimento e desenvolvimento de cada município e, cada vez mais há a necessidade de empregar estruturas mais resilientes. O Japão, país que apresenta um dos menores índices mundiais em perdas em redes de distribuição (cerca de 3%), tem uma política de prevenção e controle de perdas rigorosa, levando em consideração que, os vazamentos nas estruturas não comprometem apenas o abastecimento e o meio ambiente, mas também desastres de outras naturezas, como afundamento de vias, inundações, dentre outros. É um dos países que mais possuem problemas de ordem estrutural, devido a inúmeros terrenos acidentados, solos corrosivos, fluxo intenso de veículos pela alta densidade demográfica, além de sofrer constantemente com catástrofes naturais, tais como os terremotos. A política japonesa de combate a vazamentos, envolve desde o material utilizado nas construções das redes, a substituição programada de tubulações, trabalho preventivo e corretivo, mão-de obra especializada, dentre outros (Figura 2) (Sanchez *et al.*, 2019; Tokyo Metropolitan Government, 2022).

Figura 2 - Sistema japonês de controle e prevenção de vazamentos



Fonte: Adaptado de Tokyo Metropolitan Government (2022).

Em algumas localidades do Brasil, as tubulações antigas de ferro fundido e PVC (polivinilcloreto), que são frequentemente susceptíveis a rompimentos e vazamentos, estão sendo substituídas gradativamente por materiais com maior resistência, como, por exemplo, as redes de PEAD (polietileno de alta densidade), que apresentaram resultados satisfatórios perante ao intemperismo, vibrações no solo causadas pelo fluxo intenso de veículos, além de facilitar o uso do método não destrutivo na substituição das tubulações, e estão largamente empregadas em grandes cidades, como São Paulo e Porto Alegre. Por serem tubulações mais resilientes, também contribuem para manter a qualidade da água tratada da saída das Estações de Tratamento de Água e dos reservatórios, além de auxiliar no controle e redução de perdas no sistema (Marcondes, 2023).

Para localização de vazamentos de todas as naturezas, utiliza-se os geofones, instrumentos capazes de captar vibrações geradas pelas fugas de água, convertendo-as em forma de áudios, além de executar cortes de frequência, o que garante maior precisão. Com isso, o operador do aparelho tem subsídios para localizar a região com perdas por vazamentos com maior precisão. Eles podem ser de diversos tipos e formas. Os do tipo mecânico consistem em um par de amplificadores mecânicos, que são posicionadas na superfície, acima do tubo enterrado, e transmitida ao ouvido do usuário por meio de fones analógicos, que se assemelham a um estetoscópio onde há a suspeita do vazamento. Por seu peso elevado e sua menor precisão, dificultam

sua aplicação. Já geofones eletrônicos, são instrumentos que captam o ruído de vazamento por meio de um sensor posicionado ao solo, com a maior proximidade possível da tubulação enterrada. A composição estrutural do equipamento é de um sensor de alta sensibilidade, haste metálica, amplificador e fones de ouvido. Também são empregadas hastes de escuta, que são barras de metal com uma câmara acústica no final que auxiliam e amplificam o sinal que se propaga ao longo da haste mecanicamente (Silva *et al.*, 2008; Cezar, 2021).

A macromedição e a micromedição são fundamentais para avaliação e contabilização das perdas, já que não é possível dimensionar o que não pode ser mensurado. A instalação de macromedidores na maior quantidade de pontos possíveis que se julgue necessário, assim como a calibração dos equipamentos, associados aos ajustes físicos de instalações e manutenção em geral, além da atualização das tecnologias empregadas contribuem tanto para quantificar o volume de água que entra e sai, quanto para auxiliar na identificação do volume desperdiçado. Os macromedidores comumente empregados nos sistemas de abastecimento do país são os velocimétricos do tipo Woltmann, pela sua simplicidade e não precisar de uma fonte de energia próxima para seu funcionamento, diferentemente dos macromedidores eletrônicos, tanto do tipo eletromagnético, quanto os ultrassônicos. Porém, os eletrônicos possuem precisão na leitura superiores aos velocimétricos, já que não contabilizam, por exemplo, passagem de ar pela rede (PNCDA, 2007; ABES, 2015).

Já a micromedição contribui sistematicamente para um controle das perdas aparentes. As empresas prestadoras de serviço de saneamento que buscam diminuir as inconsistências referentes a leituras imprecisas, realizam diversos estudos a respeito do padrão de consumo dos clientes, a fim de analisar a necessidade de substituição do parque de hidrômetros. Recomenda-se a substituição gradativa do parque a cada 5 anos, ou quando é observada uma queda do consumo médio padrão. Além disso é fundamental a realização e atualização do cadastro comercial, que é o conjunto de informações sobre clientes e das unidades consumidoras (institucional, residencial, comercial e industrial). Essa ferramenta auxilia principalmente para a realização do faturamento, cobrança e fornecer informações para planejamento e controle operacional, além de auxiliar na redução dos índices de perdas uso a partir leituras apuradas no sistema comercial. (DAE Jundiaí, 2019).

Além de boas construções e infra-estrutura adequada, o acompanhamento periódico na pressão das redes de distribuição de água é imprescindível. A realização desse controle tem como principal função contribuir para aumentar a vida útil das estruturas empregadas, principalmente nos sistemas de distribuição de água tratada. Para tanto, utiliza-se frequentemente, os dispositivos conhecidos como Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) que são fundamentais para cumprir tal objetivo. Além de contribuir para aumentar a vida útil das tubulações, essas válvulas também podem ser utilizadas para auxiliar na redução das perdas reais. Se há fissuras de pequena ordem em tubulações e ramais, em um sistema pressurizado, o vazamento nessas fendas tende a ser maior. Já com a diminuição da pressão, a vazão do vazamento também é reduzida. A VRP, quando instalada corretamente, é uma importante aliada no combate a perdas originadas por microfissuras nas redes, principalmente (SNSA, 2018).

Diversas experiências bem-sucedidas no controle e redução de perdas em países europeus, relatam a implementação de Distritos de Medição e Controle (DMCs) e da setorização operacional. Segundo Norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR nº 12.218/2017), DMC consiste em uma área delimitada e passível de isolamento que possibilita a gestão do sistema de abastecimento de água por meio de monitoramento, medição e controle de vazões e/ou pressões, permitindo assim definir indicadores operacionais, identificar, avaliar e realizar o controle de perdas (European Commission, 2015b; ABNT, 2017).

A motivação para a divisão da rede de abastecimento em DMCs se baseia na utilização dos valores de vazão de entrada para auxiliar na identificação dos níveis de perdas reais nos diferentes distritos, e dessa forma, definir prioridades de ação em localidades mais deficitárias, focando na realização de manutenções corretivas e preventivas. Já a setorização operacional é, por definição, a divisão de redes de distribuição em setores de menor dimensão, considerando a topologia e condições de operação, visando uma melhor gestão do sistema, principalmente a pressão nas redes. A automação e telemetria nesses sistemas atuam como recursos de suporte à operação, manutenção e gestão de todo o sistema para promover redução das perdas (ABNT, 2017; SNSA, 2018; Costa, 2022).

Aliada a toda instrumentação, técnicas e ferramentas utilizadas na gestão e controle de perdas, emprega-se também as chamadas tecnologias IoT (internet das coisas). Essas inovações costumam ser largamente utilizadas em sistemas de

abastecimento de água. As informações mais importantes a respeito de quantidade e qualidade da água são coletadas a partir do uso desses dispositivos, tais como, sensores pluviométricos, medidores de vazão de rios, em equipamentos que medem parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água, controladores de pressão e temperatura, dentre outros. Para gestão e controle de perdas, as chamadas hastes de escuta eletrônicas, providas de sensores e localizadores são empregadas para localização e identificação mais rápida de vazamentos em tubulação enterrada. Além disso, sua aplicação pode reduzir custos operacionais, em um curto ou médio prazo, com relação à infra-estrutura e mão-de-obra empregada para reparo de vazamentos (Cezar, 2021; Silva *et. al*, 2022).

3.4 INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SEUS USOS PARA REDUÇÃO E CONTROLE DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A quantificação do volume anual de perdas de água tratada é um importante indicador de eficiência a respeito da qualidade da prestação de serviços de saneamento. Com a crescente tendência internacional com relação a práticas sustentáveis, economicamente viáveis e visando a proteção do meio ambiente, cada vez mais o tema ganha importância. Em diversas localidades do mundo, tanto o consumo, quanto a disponibilidade de água varia durante os meses de um único ano e também de ano para ano. Por isso, a gestão de perdas deve ser co-relacionada com essas variáveis, devendo ser mais atuante, principalmente em períodos de seca, quando os reservatórios estão em níveis mais críticos e o uso consumptivo está mais restrito. Para tal, há a necessidade dos municípios se adaptarem aos cenários de escassez e se tornarem cada vez mais resilientes para evitar consequências negativas, tanto ambientais, quanto econômicas (European Commission, 2015a; TNC, 2021).

Além disso, a gestão de demanda voltada ao controle de perdas pode ter um impacto significativo no volume de água a ser captado das bacias hidrográficas compartilhadas, principalmente nas que possuem alto grau de estresse hídrico. A regulação dos recursos hídricos tem como principais objetivos a conservação da água e a manutenção do equilíbrio entre a oferta e demanda do bem. A redução e controle de perdas nos sistemas de abastecimento devem ser inseridas no contexto de

políticas que visem a mitigação, não somente do desperdício de água, como também na preservação dos recursos hídricos (European Commission, 2015a).

No Brasil, a Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997) foi promulgada, com objetivos claros referentes à garantia de assegurar à atual e às futuras gerações água em quantidade e qualidade, além de promover seu uso racional (Artigo 2º, inciso I). A Lei, dentre suas diretrizes gerais de ação, aponta também que a Política Nacional dos Recursos Hídricos deve ser implementada considerando a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade (Artigo 3º, inciso I); a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País (Artigo 3º, inciso II); a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental (Artigo 3º, inciso III), dentre outros. (Brasil, 1997).

A proteção dos mananciais é regida pela Lei nº 9.433/1997, e compreende também a Política Nacional de Saneamento Básico, que tem sua regulamentação estabelecida pela Lei nº 11.445/2007. Embora haja distinção entre as legislações vigentes, o setor de saneamento está cada vez mais envolvido com a conservação das fontes de recursos hídricos, considerando o manejo de bacias hidrográficas nas áreas de captação e nos reservatórios de água bruta. A Lei nº 11.445/2007, que coloca em pauta a questão do abastecimento público, foi atualizada pela Lei nº 14.026/2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento Básico (Brasil, 2007; Burgardt; Oliveira, 2021).

A Lei nº 14.026/2020, recentemente sancionada, fez alterações significativas na Lei que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Em um dos pontos revisados, foi pontuado que a reservação da água bruta é atividade que integra o serviço de abastecimento de água potável. Além disso, a temática relacionada a redução e controle de perdas foi inserida em diversos Artigos, parágrafos e incisos da Lei nº 11.445/2007. O inciso XIII do Artigo 2º, por exemplo, estabeleceu como um dos princípios fundamentais do saneamento básico, a redução e controle de perdas de água e o Artigo 48, em sua nova redação, trata das diretrizes da Política Nacional de Saneamento Básico, e inclui entre elas, no seu inciso XII, a redução progressiva e controle de perdas (Brasil, 2007; Brasil, 2020; TNC, 2021).

A gestão das perdas, embora seja uma questão que tenha relação direta com o saneamento básico, deve também ser associada à gestão de recursos hídricos, já que existem pontos em comum de acordo os objetivos propostos pela Lei 9.433/1997

em seu Artigo 2º. Além disso, os Instrumentos de Gestão, descritos no Artigo 5º da Lei das Águas, são fundamentais para lograr êxito em tais objetivos.

3.4.1 Outorga pelo direito de uso

A outorga pelo direito de uso da água é um Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos, que tem como objetivo, de acordo com o Artigo 11 da Lei nº 9.433/1997, assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. É o ato administrativo pelo qual, o poder outorgante (União, Estados ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (a pessoa física ou pessoa jurídica) o direito do uso do recurso hídrico, por tempo determinado, mediante condições pré-estabelecidas pelo respectivo ato. A solicitação de outorga deve ser realizada por todos aqueles que usam ou pretendem usar os recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, seja para uso consumptivo, seja para utilizar o corpo d'água para descartar efluentes, ou qualquer outra ação que seja potencial causadora de impactos que interfira qualitativamente e/ou quantitativamente. Como exemplo, o uso da água para abastecimento pelos serviços de saneamento (ANA, 2011a).

Outros instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos podem condicionar, auxiliar e fundamentar o uso da outorga. O enquadramento de classes, por exemplo, classifica os corpos d'água de acordo com qualidade, finalidades de uso e lançamento de efluentes. A manutenção da qualidade do recurso hídrico utilizado é obrigação do outorgado, visto que a outorga, nesse caso, pode ser utilizada como uma ferramenta balizadora, já que, em virtude de uma piora da qualidade da água utilizada, o poder público outorgante pode revogar a concessão do direito de uso. Além disso, a outorga integra a cobrança pelo uso da água, já que, o recurso hídrico a ser aplicado o preço público são aqueles sujeitos à outorga. Para que a cobrança tenha seu papel como instrumento de gestão de recursos hídricos, é necessário que os cadastros das outorgas estejam atualizados, adequados e abrangentes (ANA, 2011a).

Na análise de pedidos de outorga envolvendo sistemas de abastecimento público, considera-se, primeiramente, as populações residentes e suas respectivas projeções de crescimento populacional. A estimativa de demanda se realiza a partir do consumo médio per capita e o consumo médio por atividade econômica, de acordo com a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, ADASA (2020). Já a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, ANA

(2013a), coloca como demanda de água, além do consumo per capita e as parcelas de consumo dos setores comerciais e industriais, os índices de perdas físicas ou reais e os respectivos horizontes das análises (cenários de curto e longo prazos). Com relação às perdas reais, a ANA considera racional, para fins de análise de outorga, um sistema de abastecimento de água que apresenta perdas abaixo da ordem de 40%.

Para que o poder público Federal, Estadual ou do Distrito Federal realize a concessão da outorga do direito de uso da água, deve-se analisar a disponibilidade hídrica, que é, segundo a ANA (2011a), a quantidade de água disponível para determinado uso, na qualidade necessária, em um trecho de corpo hídrico, durante determinado tempo. A verificação e cálculo da disponibilidade hídrica em águas superficiais se dá por duas maneiras: a fio d'água em rios, córregos ou ribeirões e em depósitos de água como lagos, açudes, lagoas ou reservatórios formados por barramentos. Para cada uma dessas formas, a outorga deve ser avaliada de maneira distinta.

A deliberação nº 15/2015 do Comitê de Bacias Hidrográficas do Alto Tietê, por meio do documento denominado o “Manifestação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê sobre a renovação da outorga do Sistema Cantareira em 2015”, em suas conclusões, propuseram à ANA e o DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica -SP) como um instrumento de sustentabilidade à renovação das outorgas do Sistema Cantareira, um programa contínuo de gestão de demanda, ou seja, um conjunto de ações que, dentre elas, visem: o uso racional da água, a melhoria da qualidade das águas das bacias hidrográficas e o controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água.

A resolução conjunta da ANA/DAEE nº 926 de maio de 2017, concedeu outorga à SABESP (Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo) para utilização da vazão máxima média mensal de até 33m³/s. O documento, no entanto, exigiu uma série de contrapartidas da empresa de saneamento, como modernização dos equipamentos de medição de vazão, de nível dos reservatórios e de chuvas nas bacias de contribuição do Sistema Cantareira, planos nos moldes do Programa Produtor de Águas e nascentes de São Paulo, além de projetos para gestão de demanda, visando o incentivo ao uso racional da água e proposta de metas para controle de perdas de água nos sistemas de abastecimento.

3.4.2 Cobrança pelo uso da água

A cobrança pelo uso da água é um Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos, tendo seus objetivos consolidado pela Lei nº 9.433/1997, no seu Artigo 19 e são sujeitos à cobrança os recursos hídricos sujeitos à outorga, de acordo com o Artigo 20 da Lei das Águas. Esse instrumento não é considerado um imposto, mas um preço público. Os mecanismos de realização da cobrança e seus respectivos valores são negociados a partir de debate público no âmbito dos comitês de bacia hidrográfica e não por meio de decisões isoladas provenientes de instâncias governamentais. A aplicação de ferramentas econômicas na gestão de Recursos Hídricos tem como princípio incentivar o uso racional da água (Brasil, 1997; ANA, 2014; Finkler *et al.*, 2015).

Sendo um preço público, a cobrança pelo uso da água difere-se da tarifa que as companhias de saneamento cobram pelo serviço de captação, tratamento e distribuição da água, assim como também da tarifa de coleta de esgoto. Essas empresas prestadoras desses serviços de saneamento citados também utilizam a água em seus processos produtivos. retiram água diretamente dos mananciais e não pagam pelas casualidades que esse uso possa proporcionar. A cobrança, portanto, caracteriza-se por ser uma remuneração pelo uso da água, que se configura como um bem de domínio público, expresso no Inciso I do Artigo 1º da Lei nº 9.433/1997. O sistema de abastecimento de água e o esgotamento sanitário são os aspectos do saneamento básico inseridos na gestão de recursos hídricos no que diz respeito à cadastro, outorga e cobrança pelo uso da água (ANA, 2014; AGEVAP, 2018; Costa; Almeida, 2018).

Os preços referentes à Cobrança pelo Uso são fixados a partir de um pacto entre os usuários de água, as organizações civis e os poderes públicos presentes no Comitê de Bacia Hidrográfica, com os objetivos de reconhecer a água como bem econômico, como previsto no inciso II do Artigo 1º da Lei das Águas, estimular o uso racional e arrecadar recursos para a gestão e para a recuperação das águas na bacia. Esses recursos arrecadados devem ser aplicados na bacia de origem, de acordo com o plano de investimentos, aprovado pelo respectivo Comitê de Bacia (ANA, 2014).

O modelo de cobrança adotado varia de acordo com os critérios estabelecidos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica. Para uma compreensão mais aprofundada sobre os aspectos relevantes relacionados aos usos preponderantes de cada bacia

hidrográfica, uma análise crítica, com relação ao banco de dados de usuários é recomendada. Essa análise permite, a priori, observar os principais fatores ambientais relacionados com a atividade predominante na região estudada. A análise dos processos produtivos, realizada posteriormente, permite apontar as principais questões ambientais envolvidas. Dessa forma, a identificação dos principais gargalos e das principais oportunidades de melhoria reflete o quanto a cobrança pelo uso da água está de acordo com os principais fatores que impactam a região compreendida pela Bacia Hidrográfica de interesse (AGEVAP, 2018).

O cálculo da cobrança no Brasil, em geral, adota critérios similares para as bacias hidrográficas onde o instrumento foi implementado. Na fórmula, basicamente, são consideradas três variáveis (AGEVAP, 2018):

- ✓ Os volumes captados, consumidos e lançados - O volume de água captada anualmente é quantificado pelo volume anual outorgado ou a partir de uma soma ponderada do volume anual outorgado e do volume anual medido. Já a água consumida, o cálculo é feito a partir da diferença entre o volume captado e o lançado. O lançamento, por sua vez, tem em conta a carga poluente no efluente (taxa da demanda bioquímica de oxigênio, DBO) de águas residuais lançadas.
- ✓ Preço Público Unitário (PPU) – Baseia-se em programas de investimento contemplados nos planos da Bacia hidrográfica e nos custos operacionais das agências de água;
- ✓ Coeficientes quali-quantitativos - Esses coeficientes consideram metas específicas e ajustes na equação de cálculo. Incluem, por exemplo: enquadramento dos corpos hídricos em classes, de acordo com os usos preponderantes da água, volume de água efetivamente utilizado em relação ao volume outorgado, disponibilidade, dentre outros.

Nas novas propostas relacionadas à cobrança, está cada vez mais sendo inseridos mecanismos relacionados à gestão de demanda e às boas práticas de uso dos recursos hídricos. Em razão das elevadas perdas nos sistemas de abastecimento de água no Brasil, alguns comitês de Bacia Hidrográfica têm inserido o parâmetro índice de perdas na distribuição, adicionando um coeficiente multiplicador do preço na parcela de captação. O motivo da adoção de tal procedimento deve-se à necessidade da gestão e preservação dos recursos hídricos, onerando as empresas prestadoras de serviços de saneamento que fazem uso perdulário do bem. Os comitês federais

das bacias hidrográficas do Paraíba do Sul, Paranaíba e São Francisco, já estão adotando em suas metodologias desde janeiro de 2019, as formulações com a inserção do coeficiente sobre o Índice de Perdas na Distribuição, que são consultados a partir dos dados autodeclarados pelas empresas no SNIS, gerando o valor do coeficiente relacionado a eficiência do prestador de serviços de saneamento (Teixeira *et al.*, 2019; Teixeira; Azevedo; Julien, 2021).

3.4.3 Planos de Recursos Hídricos

A Lei nº 9.433/1997, define a bacia hidrográfica como unidade territorial para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. No entanto, as dimensões do país, a diversidade das condições socioeconômicas, culturais e hidrográficas, assim como os diferentes domínios constitucionais dos corpos hídricos criam a necessidade do estabelecimento de critérios de apoio à implantação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, SINGREH, no que tange à definição dessas unidades territoriais. O conhecimento da bacia hidrográfica, quanto ao uso de suas águas, o uso e ocupação do solo, das atividades econômicas desenvolvidas potencializa a gestão, e são elementos que devem estar contidos nos planos de recursos hídricos, que são essenciais para tais levantamentos (ANA, 2006).

Os planos de recursos hídricos são instrumentos de planejamento que tem como finalidade orientar a sociedade e direcionar a atuação dos gestores, no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção, conservação e desenvolvimento dos recursos hídricos. Os planos são elaborados em três níveis, de acordo com as respectivas competências (ANA, 2013b):

- ✓ Plano Nacional de Recursos Hídricos: Abrange toda a extensão do território nacional. Seus objetivos devem ser de cunho eminentemente estratégico e seu conteúdo deve apresentar metas, diretrizes e programas gerais.
- ✓ Plano Estadual (Distrital) de Recursos Hídricos: É um plano estratégico de abrangência estadual, ou do Distrito Federal, enfatizando os sistemas estaduais de gestão de recursos hídricos.
- ✓ Plano de Bacia Hidrográfica: Também conhecido como plano diretor de recursos hídricos. É o documento programático para a bacia e contém as diretrizes de usos dos recursos hídricos e as medidas correlatas. Seu conteúdo é a agenda de recursos hídricos referente à bacia.

O plano de bacia hidrográfica, que abrange a área de estudos desse trabalho possui um caráter mais operacional do que os demais planos e deve atender às peculiaridades do território englobado pela bacia nas questões de ordem ambiental, econômica, social e cultural indicando que se haja uma análise individual e própria desse instrumento para a região. As áreas ao entorno de mananciais de abastecimento, deveria ser mantida com menor grau de intervenção possível, priorizando a vegetação nativa em suas margens. As obras a serem realizadas devem considerar critérios de sustentabilidade hídrica e ambiental. A implementação dos instrumentos técnicos e institucionais da gestão dos recursos hídricos deve levar em conta a gestão da oferta e da demanda de água, além de ações hidro-ambientais que refletem na proteção ou na melhoria da disponibilidade de água em qualidade e em quantidade. No entanto, as necessidades sociais e econômicas, em determinados momentos, se sobrepõem a questões de cunho ambiental e conservacionista, já que essas áreas são ocupadas, nem sempre respeitando critérios estabelecidos em planos diretores municipais e demais Leis referentes ao uso e ocupação do solo. (ANA, 2013b; Okawa *et.al*, 2021).

3.5 O PAPEL DAS AGÊNCIAS REGULADORAS DE SANEAMENTO NO CONTROLE DE PERDAS

Com o advento da Lei nº 11.445/2007, que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico, foram criadas diversas agências reguladoras de saneamento, a fim de atender imposições da Política Nacional de Saneamento Básico. Às autarquias constituídas, foram concedidas atribuições de regulação e fiscalização dos prestadores de serviços de saneamento. Com a aprovação do chamado Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), as agências reguladoras foram empoderadas para contribuir para busca do objetivo de universalização dos serviços de saneamento. Segundo nova redação do Artigo 8º, inciso XII da Lei nº 11.445/2007, os Estados, Distrito Federal e Municípios, que exercem a titularidade desses serviços, ficam incumbidos de definir a entidade responsável por regular e fiscalizar a prestação de serviços de saneamento, independentemente de sua modalidade (Brasil, 2007; Brasil, 2020).

Visando a melhoria da prestação de serviços de saneamento, as agências reguladoras devem atender os princípios e objetivos da Política Nacional do Saneamento Básico e se apresentarem aptas para atuar de fato como um ente regulador independente, buscando, a partir de suas atividades, a credibilidade regulatória, especialização técnica e a desoneração do Poder Executivo Estadual ou Municipal de decisões de alto nível de complexidade. Além disso, a entidade de regulação deve atuar na edição de normas, levando em consideração as condições técnicas, econômicas e sociais da prestação de serviços (Lorini, 2018; Souza *et.al*, 2019).

Ainda no que envolve a melhoria da regulação dos serviços de saneamento, o trabalho em conjunto das agências reguladoras com os comitês de bacia hidrográfica pode ser de fundamental importância para questões ambientais, voltados à qualidade e quantidade de água. A Lei Federal nº 11.445/2007, referente à Política Nacional de Saneamento Básico, adota a bacia hidrográfica como unidade de referência para suas diretrizes (Artigo 48, inciso X). Por isso, investimentos em proteção de mananciais por empresas prestadoras de serviços de saneamento, por exemplo, podem ser caracterizados como parte integrante das atividades do prestador, podendo dessa maneira, o serviço de conservação ambiental prestados por essas empresas, ser incluído na tarifa de água tratada ao consumidor final. A agência reguladora pode validar essa cobrança, entendendo que a conservação dos mananciais garante o abastecimento de água tratada para a população, sem a ocorrência de sobreposição ou confusão à Cobrança pelo Uso da Água, realizada pelos órgãos gestores de Recursos Hídricos, em conjunto com os comitês de bacia hidrográfica. Assim, o ente regulador pode facultar aos seus regulados a assumir um papel mais responsável na preservação da água e do meio ambiente (Brasil, 2007; TNC, 2021).

O novo marco legal do saneamento também alterou a Lei nº 9.984/2000, a qual foi responsável pela criação da, agora, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, configurando para a Autarquia Federal um rol de novas atribuições elencadas no Artigo 4º, e a função de estabelecer de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico por seus titulares e suas entidades reguladoras e fiscalizadoras (Artigo 4º-A). Com isso, a ANA, além de ser responsável pelas atividades voltadas à gestão de recursos hídricos a nível Federal, incorporou também em suas atribuições, funções diretamente voltadas ao saneamento básico (Brasil, 2000; Brasil, 2020).

Já as agências reguladoras estaduais e municipais de saneamento, são entidades designadas pelos poderes públicos de suas respectivas esferas para regular e fiscalizar o prestador de qualquer modalidade. Essas instituições são responsáveis pela regulação individual ou conjunta dos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, manejo de resíduos sólidos urbanos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas de um determinado município, região ou Estado. No Brasil, segundo levantamento da ANA, há 89 agências reguladoras infranacionais, sendo 47 municipais, 16 intermunicipais e 26 estaduais. O número dessas agências atuando somente no Estado de São Paulo, chegam a 9, e as duas maiores são a Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP) e a Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (ARES-PCJ) (Brasil, 2020; ANA, 2023).

A ARSESP foi criada a partir da Lei Complementar estadual nº 1.025/2007 e é o ente regulador dos serviços de saneamento com abrangência estadual do Estado de São Paulo. Tem como principal atribuição regular, controlar e fiscalizar, serviços de gás encanado e saneamento básico de titularidade estadual (Artigo 6º, *caput*), assim como exercer total ou parcialmente, observada a viabilidade técnica, as funções de regulação, controle e fiscalização que lhe forem delegadas pelos demais entes da Federação quanto aos serviços públicos de saneamento básico de titularidade municipal e a quaisquer serviços e atividades federais de energia (Artigo 6º, parágrafo 1º, item 1) (São Paulo, 2007).

Diferentemente da ANA, assim como diversas agências reguladoras infranacionais, a ARSESP desempenha apenas as funções voltadas à regulação de serviços de saneamento. No Estado de São Paulo, compete ao DAEE as atribuições voltadas à gestão de recursos hídricos. No entanto, na Lei Complementar de criação da ARSESP, é pontuado que, uma das competências do órgão é articular-se, inclusive por meio de comitês conjuntos, com órgãos e entidades competentes em matéria de energia, recursos hídricos, meio ambiente, saúde pública, desenvolvimento urbano, defesa do consumidor e defesa da concorrência, objetivando o intercâmbio eficiente de informações e o melhor desempenho de seus fins (Artigo 7º, inciso XII). Portanto, embora a autarquia reguladora não tenha influência direta na gestão de Recursos Hídricos, ela pode efetivamente atuar como órgão participativo nessas questões, articulando ações, inclusive, com os comitês de bacia hidrográfica (São Paulo, 2007).

A ARES-PCJ foi criada e homologada a partir da confecção de um Estatuto Social, que contou com a participação dos representantes legais dos municípios integrantes ou conveniados ao Consórcio PCJ, com a finalidade de regulação e fiscalização da prestação dos serviços de saneamento dos municípios signatários (Artigo 6º, *caput*). Nas disposições gerais do documento, aponta-se a necessidade da compatibilidade da agência reguladora com diversos princípios, dentre eles, a solidariedade aos Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Jundiá e Capivari (Comitês PCJ), não contrariando as deliberações do órgão (Artigo 68, inciso IV). (ARES-PCJ, 2015).

Algumas agências reguladoras utilizam, como uma das ferramentas para mensurar o desempenho dos prestadores de serviço de saneamento regulados, os indicadores do SNIS gerados a partir do envio de informações pelo prestador. Para aprimorar a qualidade desses dados, foi publicada a Portaria nº 719/2018 do Ministério das Cidades, que instituiu o projeto ACERTAR, que visa certificar as informações transmitidas ao SNIS a respeito dos indicadores de abastecimento de água e esgotamento sanitário pelos prestadores de serviços de saneamento, por meio de um procedimento de auditoria. A certificação se dá a partir auditoria em dados de diversas naturezas (contábeis, financeiras, sociais, econômicas e comerciais, técnicas operacionais, de manutenção, entre outras). A implementação do projeto gerou dois manuais, o “Guia de Auditoria e Certificação dos dados do SNIS”, voltado para o interesse das agências reguladoras de serviços de saneamento e o “Manual de Melhores Práticas de Gestão da Informação sobre Saneamento”, direcionado aos prestadores de serviços. O projeto tem como finalidade, maior confiabilidade e exatidão para as informações fornecidas pelo prestador em questão (Brasil, 2018; Brasil, 2019; Mattar, 2023).

No contexto das perdas em sistemas de tratamento de água, com o advento do Novo Marco do Saneamento, foram incorporados dispositivos na Lei nº 11.445/2007, e o poder público foi autorizado a celebrar contratos de concessão com empresas privadas para execução dos serviços públicos referentes a água tratada, esgoto doméstico, disposição e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana. Nesses adendos, há a exigência de adição de cláusulas contratuais referente a plano de metas que inclui a redução de perdas na distribuição de água tratada (inciso I do Artigo 10-A) e condiciona a validação desses contratos, dentre outras obrigações, a inclusão de metas de redução progressiva e controle de perdas na distribuição do bem (Artigo 11,

inciso II). Além disso, os contratos a serem celebrados devem definir metas para garantir a universalização do saneamento, com 99% da população com água potável e 90% com coleta e tratamento de esgoto até 31 de dezembro de 2033, além de metas para evitar intermitência no abastecimento, bem como redução progressiva de perdas de água e melhoria no tratamento (Artigo 11-B, *caput*) (Brasil, 2007; Brasil, 2020).

A Lei classifica ainda a agência reguladora responsável por regular e fiscalizar o serviço de saneamento como órgão incumbido de anualmente realizar a verificação do cumprimento de metas de universalização e não intermitência do abastecimento, de redução de perdas e de melhoria dos processos de tratamento, observando-se um intervalo dos últimos cinco anos, nos quais as metas deverão ter sido cumpridas em, pelo menos, três, e a primeira fiscalização deverá ser realizada apenas ao término do quinto ano de vigência do contrato (Artigo 11-B, inciso VI) (Brasil, 2007; Brasil, 2020).

3.6 CONFLITOS PELO USO DA ÁGUA E POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS

A definição de conflito é compreendida, nas ciências sociais, como a ocorrência de diversas situações em que haja ao menos dois atores envolvidos que desejam controlar o mesmo recurso natural ou social, sendo esse, de maneira geral, escasso. Muitas das guerras entre países, e conflitos armados entre Estados, províncias e Regiões do planeta Terra, ocorreram por motivos de recursos naturais, os quais, geralmente, um lado os possuía em abundância e o outro lado, necessitava de tal recurso, porém, enfrentava situação de escassez. Embora ocasionalmente, os conflitos sejam associados a guerras, eles surgem constantemente e, em sua maioria, são resolvidos de maneira pacífica. Os conflitos, portanto, podem representar o eixo central de uma mudança além de serem vistos também como uma oportunidade para o desenvolvimento da sociedade moderna. (Ribeiro *et. al*, 2019; Oswald Spring, 2020).

A água, em diversas ocasiões, é motivo de poder e conflito, uma vez que existem demandas locais que podem influenciar diretamente em demandas de outros lugares. Em geral, há dois grandes motivos que originam esses conflitos: a escassez hídrica (seja quantitativa ou qualitativa), tradicionalmente apontada como a responsável pelo surgimento dos conflitos e a inexistência ou inadequação de medidas de gestão hídrica, mais recentemente entendida como a principal causa dos conflitos. As estruturas políticas e sociais são fundamentais na determinação das ações prioritárias e de orientação para o gerenciamento da água em cada país. No

entanto, isso se torna uma particularidade, quando se fala a respeito de escassez de água, já que geralmente é onde ocorrem os conflitos pelo uso da água envolvendo diversos setores (agricultura, indústria, turismo, abastecimento público, dentre outros), o tipo de região onde essa água é obtida (regiões continentais e costeiras), as necessidades das comunidades dependentes do recurso hídrico em questão, dentre outras. (Houdret, 2012; Amorim; Ribeiro; Braga, 2015).

Um fator que contribui para os conflitos pelo uso da água é o compartilhamento de bacia, seja por países, seja por regiões administrativas no mesmo país, no caso do Brasil, entre seus Estados. Um exemplo, dentre as diversas bacias hidrográficas compartilhadas entre Estados no país, se dá a bacia do Rio Paraíba do Sul, que abrange um total de 184 municípios, dos quais 88 situam-se em Minas Gerais, 57 no Rio de Janeiro e 39 em São Paulo. Divide-se, assim, entre três Estados de imensa relevância política, econômica e social. Dada a sua localização, entre alguns dos maiores polos industriais e populacionais do Brasil, o Paraíba do Sul desponta como um rio de extrema importância estratégica no cenário nacional (Cavalcanti; Marques, 2016).

As preocupações no que tange as bacias hidrográficas do país, não se limita apenas ao uso das águas superficiais. No Estado de São Paulo, por exemplo, as águas subterrâneas são muito utilizadas em seus municípios. Estima-se que cerca de 85% deles fazem uso de tal fonte, mas são poucas as cidades e comitês que demonstram preocupações em utilizar o recurso hídrico de maneira sustentável (Correa *et al.*, 2018).

Para auxiliar na resolução dos conflitos pelo uso da água, os comitês de bacia hidrográfica, segundo o Artigo 38 da Lei nº 9.433/1997, dentre suas atribuições, tem como competências: promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos (inciso I) e arbitrar, em primeira instância administrativa a respeito dos conflitos pelo uso da água (inciso II). Além disso, os comitês são responsáveis pela aprovação dos planos de recursos hídricos (Brasil, 1997).

A política ambiental de um país, inclusive referente à sua política de recursos hídricos, pode estar estruturada em várias modalidades de instrumentos que são de fundamental importância para buscar o alcance de determinadas metas. Dois grandes grupos desses instrumentos são os de cunho regulatório e os de cunho econômico. Os regulatórios são geralmente de caráter normativo, ou seja, a maneira em que os recursos naturais serão utilizados é definida em legislação específica. Nessa política,

ao agente que descumpra a lei, não se oferece escolha: ou se obedece ao que se é imposto ou é penalizado em processos judiciais ou administrativos. Os instrumentos econômicos nas políticas ambientais, são capazes de promover a eficiência econômica internalizando os custos externos, ou seja, os efeitos colaterais deletérios derivados da produção ou uso de bens e serviços que atingem a terceiros e não aos agentes envolvidos. (Ribeiro; Lanna, 2001).

Os instrumentos regulatórios e econômicos nos levam a outro conceito: o de políticas compensatórias. A definição de política compensatória, em uma primeira contextualização, seria qualquer ação e investimento do poder público que tem como objetivo principal, a promover o bem-estar social, a partir da melhoria de vida da população carente, garantindo-lhes o acesso continuado a bens e serviços que assegurem vida digna. Mas, para que essa parcela da população se obtenha tais benefícios, há a necessidade de se comprometer com o cumprimento de algumas condições, as quais são impostas pelo poder público, gerando a concepção de compensação (Silva, 2010).

Já o uso termo “compensatório”, no contexto de políticas ambientais compensatórias, refere-se, na maior parte das vezes, a compensações a respeito de um eventual dano causado, seja ao meio ambiente, seja às populações que dependem dos recursos naturais como modo de vida, causando desequilíbrio. A partir desse conceito, ações de prevenção dos impactos emergiram, utilizando-se de meios técnicos e, nos casos em que isso não fosse possível evitar o problema, as medidas de mitigação e compensação são tomadas, com o objetivo da conciliação dos interesses econômicos e ambientais (Costa; Murata, 2016).

No caso dos recursos hídricos, no que tange o abastecimento público, que realiza o uso consumptivo da água, as políticas compensatórias normalmente são voltadas às diretrizes referentes à gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, presente no inciso I do Artigo 3º da Lei das Águas (Brasil, 1997).

4 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada nesse trabalho segue as seguintes etapas:

- ✓ Utilização de dados fornecidos por órgãos gestores e reguladores em seus sítios eletrônicos, consulta de planos de bacia hidrográfica, além da realização de análise dos dados de indicadores fornecidos pelo Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS);
- ✓ Inspeção em campo nas principais estruturas de todo o sistema de abastecimento de água das empresas de saneamento;
- ✓ Pesquisa técnico-científica a respeito de experiências nacionais e internacionais de sucesso, utilizando tanto Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, quanto as mais ferramentas diversas para mitigação de perdas, visando a consolidação das propostas de políticas compensatórias;
- ✓ Elaboração de um manual informativo contendo as políticas compensatórias propostas no presente trabalho.

O trabalho utilizou como área de abrangência a região contemplada pelo comitê das bacias hidrográficas dos rios Turvo e Grande (CBH-TG), localizado na região Noroeste do estado de São Paulo e que contemplava até 2021 em seu território 66 municípios que estão posicionados sobre três importantes aquíferos subterrâneos: Serra Geral, Guarani e Bauru. A Secretaria Executiva do Comitê localiza-se em São José do Rio Preto (SIGRH, 2022). Os principais mananciais superficiais da bacia hidrográfica são: os Rios Grande e Preto; Ribeirão dos Patos; Córregos Baianinho, do Matadouro e dos Olhos d'Água. A área selecionada para estudo compreende uma população total de 1.323.323 habitantes, sendo 93,9% urbana e 6,1% rural. As atividades econômicas da região são voltadas às atividades voltadas à pecuária e de agricultura (setor primário); às atividades industriais e de construção civil (setor secundário); e às atividades comerciais, de serviços e administração pública (setor terciário) (CBH-TG, 2022). Essa região foi escolhida para o desenvolvimento da pesquisa devido à acessibilidade para realização do trabalho de campo, além de contemplar diversas heterogeneidades dentro de uma região englobada por um comitê de bacias hidrográficas.

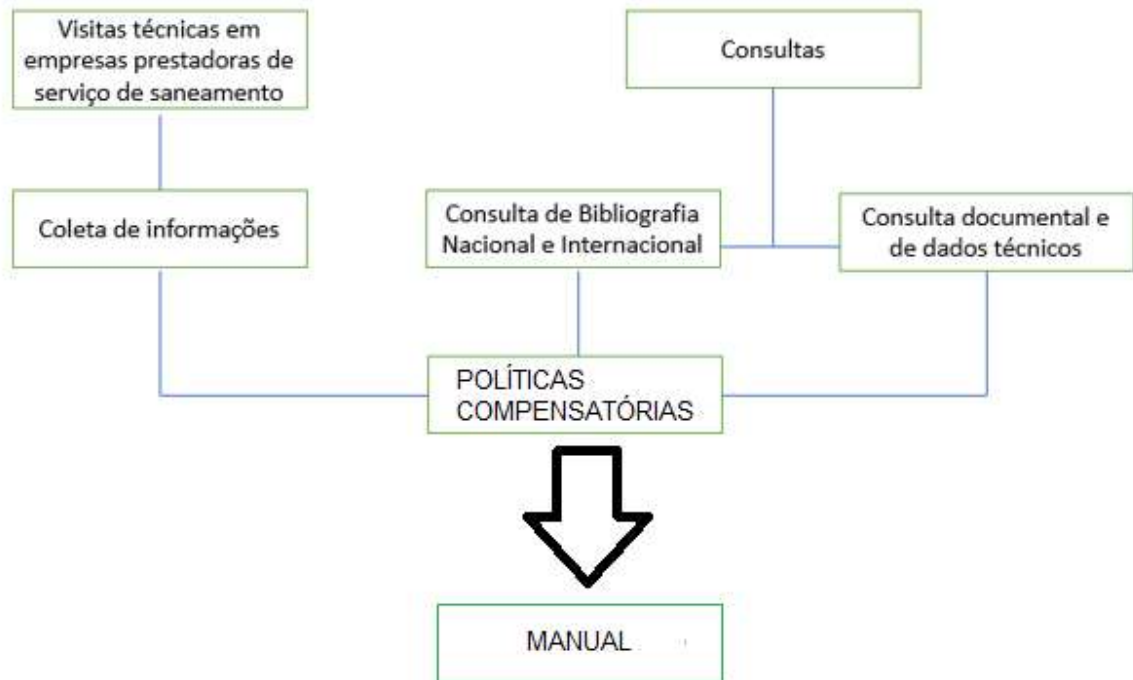
Na primeira etapa do trabalho, foram utilizados dados coletados a partir de sítios eletrônicos de órgãos gestores e reguladores de recursos hídricos, planos de bacia hidrográfica, em especial o do Turvo Grande e os dados da série histórica do

SNIS, relacionados aos índices de perdas na distribuição, de consumo per capita, de macromedição e hidromedição, além das vazões outorgadas de cada cidade.

Na segunda etapa, foram analisados procedimentos adotados por prestadores de serviço de saneamento nas etapas referentes ao abastecimento público, bem como as ferramentas e tecnologias aplicadas nos processos, além de documentos e projeções futuras da prestadora. A pesquisa utilizou, nesta fase específica, dados qualitativos, com critérios pré-definidos. De acordo com Duarte (2002), a definição de critérios segundo os quais serão selecionados os sujeitos que vão compor o universo de investigação é primordial, já que interfere diretamente na qualidade das informações a partir das quais será possível construir a análise e chegar à compreensão mais ampla do problema delineado do trabalho de campo.

Além das informações coletadas em campo e a pesquisa documental realizada em sítios eletrônicos, foram consultadas referências bibliográficas nacionais e internacionais, dentre elas, Leis, normas de referência, artigos científicos de origem nacional e internacional, buscando experiências de sucesso, visando a aplicação desses casos no desenvolvimento de propostas de políticas compensatórias voltadas ao controle de perdas, utilizando os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, caracterizados na Lei nº 9.433/1997 e além de outras alternativas voltadas ao controle e redução de perdas. Essas propostas geraram como produto, a elaboração de um manual informativo. A Figura 3 descreve como o presente trabalho foi desenvolvido.

Figura 3 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento desse trabalho



Fonte: Autoria própria.

4.1 ANÁLISE DA CONSULTA DE DADOS

As informações para essa etapa do trabalho foram coletadas nas seguintes plataformas:

- ✓ Base de dados do SNIS (dados referentes aos indicadores IN009, IN011, IN022 e IN049);
- ✓ Relatório de Situação do Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Turvo e Grande (dados de vazão outorgada e número de outorgas);
- ✓ IBGE (dados referentes a população dos municípios);
- ✓ Portal da Transparência (consulta a respeito de investimentos realizados por alguns municípios de pequeno porte em saneamento).

4.2 VISITAS TÉCNICAS

As visitas técnicas compreenderam 3 prestadores de serviços de saneamento de municípios pertencentes ao CBH-TG. Os principais objetivos dessas visitas foram: constatar as dificuldades enfrentadas pelos prestadores de serviços, conhecer

métodos e tecnologias empregadas, instrumentação utilizada, conhecer a infraestrutura das localidades, dentre outros fatores. Esse passo do projeto foi fundamental para embasar e desenvolver as propostas de políticas compensatórias. Os prestadores de serviços visitados nesse trabalho foram: o Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (SeMAE) de São José do Rio Preto – SP, a Saev Ambiental, de Votuporanga e a Sabesp de Fernandópolis

4.2.1 São José do Rio Preto (SeMAE)

A visita técnica no SeMAE de São José do Rio Preto – SP (maior cidade da região pertencente ao CBH-TG), uma Autarquia Municipal responsável pelo serviço de abastecimento de água (captação, adução, tratamento, reserva e distribuição de água potável) e coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos, foi realizada sob o acompanhamento da equipe da Coordenadoria de Operação e Distribuição de Água da Autarquia. A visita foi compreendida em um período de estágio de dois meses, iniciado em 18 de julho de 2022 e encerrado em 16 de setembro do mesmo ano, com o objetivo de conhecer a instrumentação, tecnologias empregadas, técnicas e serviços executados, além de conhecer a estrutura de distribuição do município, desde a captação de água até o consumidor final.

4.2.2 Votuporanga (Saev Ambiental)

A visita técnica em Votuporanga (terceiro município mais populoso do CBH-TG) foi realizada no Saev Ambiental, no dia 04 de abril de 2023. A Autarquia Municipal é responsável pelo serviço de abastecimento de água (captação, adução, tratamento, reserva e distribuição de água potável), coleta, afastamento e tratamento dos esgotos domésticos e coleta de resíduos sólidos. Todo o acompanhamento foi realizado com a equipe do setor de engenharia e projetos.

4.2.3 Fernandópolis (SABESP)

A visita técnica realizada no município de Fernandópolis (quinto mais populoso daqueles estudados e pertencentes ao CBH-TG) foi realizada no dia 16/05/2023, na

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, SABESP, responsável pelos serviços de captação, adução, tratamento e distribuição de água, além da coleta, afastamento e tratamento de esgotos.

4.3 DESENVOLVIMENTO DAS PROPOSTAS DE POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS

As propostas foram desenvolvidas a partir de revisão bibliográfica em periódicos nacionais e internacionais, legislações, portarias, portal da transparência, dentre outras fontes, além de incluir as etapas referentes às análises dos dados referentes aos indicadores do SNIS que foram selecionados para esse estudo, as visitas técnicas realizadas, além de outras informações obtidas. Esse rol de dados subsidiou a elaboração das propostas referentes às políticas compensatórias, envolvendo perdas em sistemas de abastecimento e a gestão de recursos hídricos.

4.4 ELABORAÇÃO DO PRODUTO

As políticas compensatórias propostas no presente trabalho geraram como produto, um manual informativo a respeito de controle e redução de perdas, apresentando todos os atores envolvidos, as ações de campo para mitigação do desperdício de recursos hídricos, uso dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos em conjunto com ações voltadas às perdas, além das propostas do trabalho. Esse manual foi construído baseado no tratamento de dados referentes ao CBH-TG, buscando atender às necessidades não somente das unidades territoriais alvo da pesquisa, mas também dos demais comitês de bacia e unidades de gestão.

O desenvolvimento de um manual possui inúmeros objetivos, dentre eles, instruir equipes de trabalho, padronizar procedimentos, auxiliar tecnicamente os colaboradores diretamente envolvidos em alguma atividade específica, simplificar a linguagem técnica para a população em geral, além de auxiliar na execução de atividades e projetos. Bastos Júnior (2019) elaborou um manual técnico voltado à engenheiros, bombeiros e técnicos visando auxiliar no processo de elaboração de projetos de prevenção e combate a incêndio em edificações. Já Campos (2013), desenvolveu um manual técnico voltado para área de licenciamento ambiental, com roteiros para relatórios de visitas, pareceres técnicos e preenchimento de documentos objetivando padronizar procedimentos em uma fundação de meio ambiente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ANÁLISE DA CONSULTA DE DADOS

As perdas em sistemas de abastecimento de água dos municípios pertencentes ao CBH-TG foram analisadas a partir da utilização do índice de perdas na distribuição (IN049) como referência, pois, embora não seja o indicador tecnicamente mais recomendado para retratar o volume real de perdas, ele ainda é largamente utilizado por supostamente ser de mais fácil compreensão pela população em geral (European Commission, 2015a), além da possibilidade do índice ser inserido em diversos cenários com muitas heterogeneidades entre si, tais como, municípios como a população de cada cidade, e as peculiaridades de cada maneira de prestação de serviços. Para auxiliar no entendimento dos dados referentes ao indicador de perdas, foi utilizado, subsidiariamente, o índice de consumo *per capita* (IN022). A Tabela 1 apresenta dados coletados a partir do banco de informações da série histórica do SNIS, a respeito dos tipos de prestação de serviços de saneamento, dos indicadores IN049 e IN022, nos anos de 2020 e 2021 e a partir do banco de dados do IBGE a respeito da estimativa populacional do ano de 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG.

Tabela 1 – Dados referentes à população, tipo de prestador de serviço de saneamento, ao índice de perdas na distribuição (IN049) e ao índice de consumo per capita (IN022) dos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG. Legenda: E.P. = Empresa Privada; A.P.D. = Administração Pública Direta; S.E.M. = Sociedade de Economia Mista. N.D. = não divulgado

<i>Município</i>	<i>População (2021)</i>	<i>Tipo de Prestador</i>	<i>IN049 (2020) (%)</i>	<i>IN049 (2021) (%)</i>	<i>IN022 (2020) (L/hab.dia)</i>	<i>IN022 (2021) (L/hab.dia)</i>
Álvares Florence	3616	E.P.	24,32	30,50	165,2	174,3
Américo de Campos	5993	A.P.D.	7,50	6,48	257,6	269,5
Ariranha	9851	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Aspásia	1815	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bálsamo	9209	A.P.D.	23,49	24,16	198,0	201,6
Bebedouro	77612	Autarquia	38,50	33,95	200,1	203,3
Cajobi	10649	Autarquia	11,46	11,25	183,4	184,5
Cândido Rodrigues	2805	S.E.M.	15,08	13,88	185,5	174,8
Cardoso	12371	S.E.M.	11,28	16,09	184,8	170,9

<i>Município</i>	<i>População (2021)</i>	<i>Tipo de Prestador</i>	<i>IN049 (2020) (%)</i>	<i>IN049 (2021) (%)</i>	<i>IN022 (2020) (L/hab.dia)</i>	<i>IN022 (2021) (L/hab.dia)</i>
Catanduva	123114	Autarquia	18,10	18,75	238,3	235,6
Catiguá	7905	S.E.M.	15,42	20,32	157,5	150,1
Cedral	9452	A.P.D.	6,69	16,09	263,7	261,0
Cosmorama	7289	A.P.D.	0,00	0,00	224,3	233,9
Dolcinópolis	2108	S.E.M.	7,40	21,04	193,9	176,7
Embaúba	2446	Autarquia	48,16	N.D.	426,0	N.D.
Estrela D'Oeste	8420	S.E.M.	14,32	9,87	183,8	169,9
Fernando Prestes	5805	S.E.M.	12,98	18,43	174,7	168,9
Fernandópolis	69680	S.E.M.	13,31	16,61	207,5	197,6
Guapiaçu	22087	A.P.D.	20,81	17,89	189,4	187,8
Guarani D'Oeste	1996	S.E.M.	13,10	10,47	180,3	173,8
Indiaporã	3876	S.E.M.	10,84	9,06	213,1	195,4
Ipiguá	5557	A.P.D.	N.D.	8,55	N.D.	297,2
Jales	49291	S.E.M.	15,80	17,52	197,9	191,4
Macedônia	3686	S.E.M.	11,47	13,16	166,2	159,5
Meridiano	3813	S.E.M.	13,29	20,94	181,8	169,0
Mesópolis	1903	S.E.M.	13,85	24,06	178,8	149,8
Mira Estrela	3125	S.E.M.	13,90	14,15	233,6	220,7
Mirassol	60768	E.P.	25,75	39,11	193,7	160,5
Mirassolândia	4966	A.P.D.	15,02	15,34	383,4	384,3
Monte Alto	51039	S.E.M.	14,82	16,99	181,7	171,3
Monte Azul Paulista	18928	Autarquia	39,56	40,54	212,1	212,9
Nova Granada	21891	S.E.M.	15,38	21,34	162,1	152,2
Novais	6057	A.P.D.	0,00	0,00	434,4	451,3
Olímpia	55477	Autarquia	21,00	17,83	260,3	269,5
Onda Verde	4462	S.E.M.	16,33	13,47	154,9	152,8
Orindiúva	7318	S.E.M.	14,43	21,89	158,2	143,9
Ouroeste	10712	S.E.M.	13,48	16,29	182,0	170,3
Palestina	13285	E.P.	12,51	10,60	177,1	172,4
Palmares Paulista	13691	S.E.M.	14,02	17,96	134,2	119,0
Paraíso	6543	A.P.D.	36,79	37,42	190,7	196,3
Paranapuã	4112	S.E.M.	12,34	15,55	171,2	163,4
Parisi	2177	A.P.D.	35,11	26,03	250,4	294,7
Paulo de Faria	8973	S.E.M.	15,80	19,31	208,8	183,4
Pedranópolis	2468	S.E.M.	15,84	20,53	179,0	169,0
Pindorama	17378	A.P.D.	41,67	34,89	156,1	156,1
Pirangi	11524	A.P.D.	24,76	25,00	172,9	175,2
Pontes Gestal	2576	S.E.M.	11,92	14,71	182,8	176,2
Populina	4136	S.E.M.	5,74	20,22	177,2	156,0
Riolândia	12856	S.E.M.	6,92	14,31	242,3	226,6
Santa Adélia	15639	A.P.D.	13,42	15,04	232,4	231,8
Santa Albertina	6036	S.E.M.	16,37	15,43	183,5	182,1
Santa Clara D'Oeste	2111	S.E.M.	14,63	13,40	181,8	176,5
Santa Rita D'Oeste	2476	A.P.D.	10,47	7,75	256,0	287,6
São José do Rio Preto	469173	Autarquia	20,32	20,98	249,1	244,6
Severínia	17820	Autarquia	0,00	0,00	251,8	234,5

<i>Município</i>	<i>População (2021)</i>	<i>Tipo de Prestador</i>	<i>IN049 (2020) (%)</i>	<i>IN049 (2021) (%)</i>	<i>IN022 (2020) (L/hab.dia)</i>	<i>IN022 (2021) (L/hab.dia)</i>
Tabapuã	12561	A.P.D.	12,37	11,83	296,3	309,8
Taiapu	6346	A.P.D.	10,74	19,51	214,3	196,2
Taiuva	5562	A.P.D.	0,38	0,00	387,5	463,4
Tanabi	26231	A.P.D.	19,73	19,73	219,9	219,9
Turmalina	1667	S.E.M.	9,46	23,77	190,6	161,4
Uchoa	10191	A.P.D.	3,46	20,35	221,5	182,7
Urânia	9125	S.E.M.	17,49	17,57	167,4	157,4
Valentim Gentil	13762	S.E.M.	15,46	17,75	172,6	162,4
Vista Alegre do Alto	9163	A.P.D.	17,24	16,95	165,3	156,8
Vitória Brasil	1852	S.E.M.	9,43	10,62	177,5	165,2
Votuporanga	96106	Autarquia	28,87	30,52	200,2	203,0

Fonte: Autoria própria, com dados da série histórica do SNIS e das estimativas populacionais do IBGE.

Para a avaliação dos dados da Tabela 1, utilizou-se dois critérios para melhor entendimento das informações. Os valores de IN049 e IN022 transmitidos pelos municípios pertencentes ao CBH-TG foram analisados a partir do tipo de prestador de serviço de saneamento e do tamanho da população, com o objetivo de compreender melhor o cenário em que essas cidades estão inseridas, tanto na questão da qualidade dos serviços prestados, quanto com relação à confiabilidade das informações transmitidas ao SNIS. Dos 66 municípios objeto do estudo, 64 enviaram as informações ao SNIS a respeito do tipo de prestador de serviços, do IN049 e do IN022 nos anos de 2020 e 2021. A cidade de Ipiguá, não forneceu os dados em 2020 e Embaúba em 2021. Já os municípios de Ariranha e Aspásia não forneceram os dados para o SNIS em nenhum dos dois últimos anos de referência.

Dos 64 municípios que transmitiram as informações, em 32 deles, o prestador de serviços de saneamento é regido pelo direito privado (sociedade de economia mista), em 20, o serviço é prestado pela administração pública direta, 9 pela administração pública indireta (autarquia municipal) e 3 municípios outorgaram a prestação de serviços para empresas privadas a partir de contratos de concessão ou por parcerias público privadas (PPPs). A Figura 4 representa graficamente as informações a respeito do número de cidades que adotam um determinado tipo de prestação de serviços.

Figura 4 - Municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento



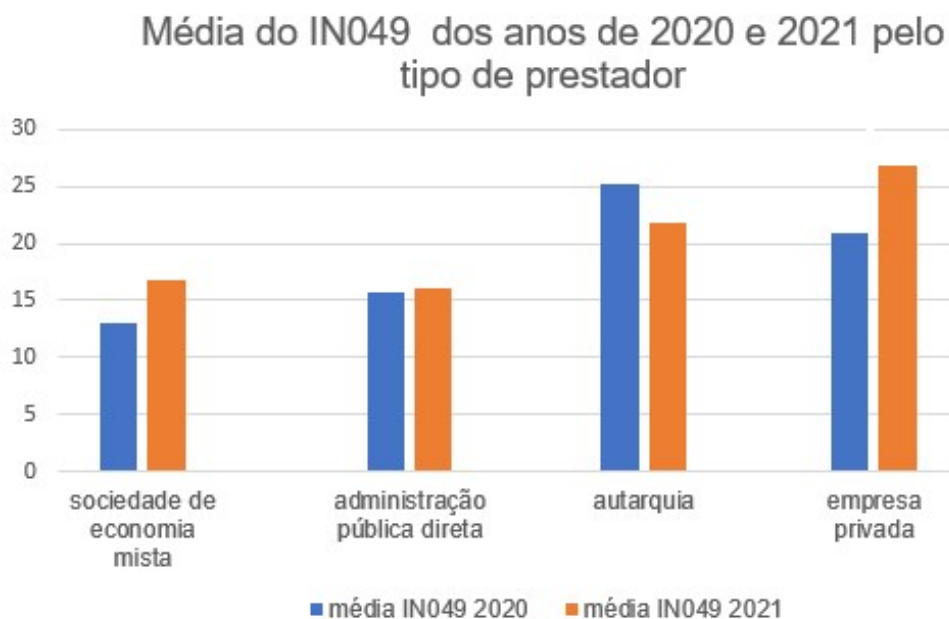
Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

De acordo com a coleta e análise das informações enviadas pelos municípios pertencentes ao CBH-TG para a base de dados da série histórica do SNIS a respeito do IN049, o conjunto de todos os municípios que enviaram suas informações, apresentaram na média geral, o índice de 15,98% no ano de 2020 e 17,68% no ano de 2021. Os índices referentes às médias nacionais, nos mesmos períodos foram de 40,1% em 2020 e 39,3% em 2021.

Dos 64 municípios analisados, 14 deles apresentaram alta no valor do índice IN049 na ordem de 5% ou mais em comparação com o ano anterior e 2 deles, redução na mesma faixa no mesmo comparativo. Dentre eles, 9 dessas cidades têm como prestador de serviços de saneamento a sociedade de economia mista (Dolcinópolis, Fernando Prestes, Mesópolis, Meridiano, Nova Granada, Orindiúva, Populina, Riolândia, Turmalina), 3 são regidos pela Administração Pública Direta (Cedral, Taiapu e Uchoa) e 2 municípios que possuem empresas privadas como prestador de serviços (Álvares Florence e Mirassol). Os dois municípios que apresentaram queda no patamar descrito anteriormente, em ambos a Administração Pública Direta é executora dos serviços. Embora a variação desses valores nos casos descritos possa ser considerada significativa, há a possibilidade, principalmente nos casos em que o IN049 aumentou na comparação entre os dois anos analisados, de que alguns municípios em que foram observadas essas altas, ampliaram a capacidade de rastrear

as perdas. Sendo assim, o aumento pode não representar necessariamente uma piora na prestação do serviço com relação às perdas na distribuição, mas sim de uma transmissão de dados com mais qualidade nas informações, na comparação de um ano para outro. A Figura 5 representa o IN049 dos municípios agrupados por tipo de prestação de serviços de saneamento.

Figura 5 - Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Quando as cidades são classificadas pelo tipo de prestação de serviço, os valores médios dos índices foram:

- ✓ sociedade de economia mista - 13,07% em 2020 e 16,77% em 2021;
- ✓ administração pública direta - 15,77% em 2020 e 16,15% em 2021;
- ✓ autarquias – 25,10% em 2020 e 21,72% em 2021;
- ✓ empresas privadas – 20,86% em 2020 e 26,81% em 2021.

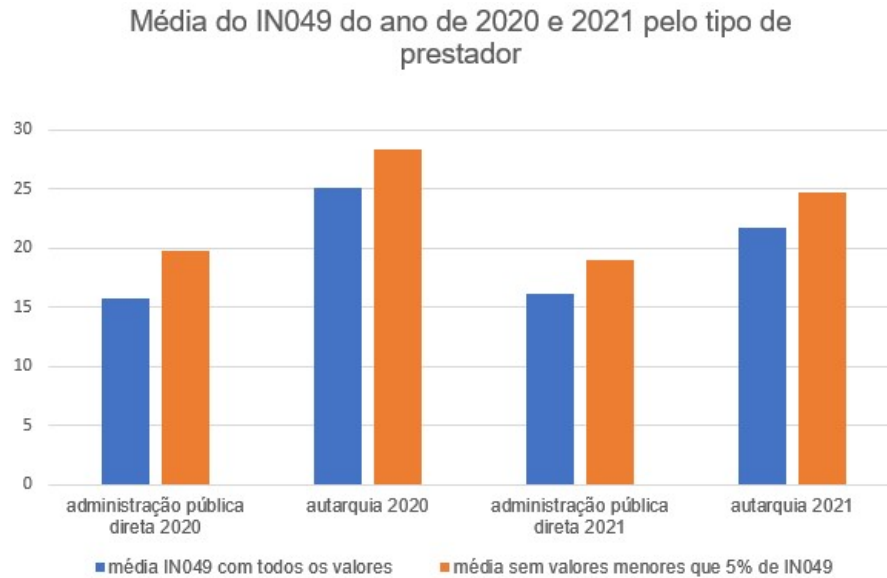
Em uma análise preliminar dos dados referentes ao IN049, é possível observar um aumento das perdas em 2021, em comparação com 2020 na média geral, e dos municípios que possuem gestão dos serviços de saneamento por sociedade de economia mista, os que são geridos pela administração pública direta e pelos serviços

prestados por empresas privadas. Embora seja observada uma queda nos valores do IN049 de 2021 dos municípios em que os prestadores de serviços são autarquias municipais, isso não pode ser entendido como uma melhora, já que o município de Embaúba, que informou o valor de IN049 em 2020 de 48,16%, não transmitiu os dados para o indicador em 2021, contribuindo diretamente para a queda no valor da média dos municípios geridos pela administração pública indireta (sem contabilizar o município em 2020, o valor do IN049 das autarquias seria de 22,22%).

Para uma melhor compreensão dos dados fornecidos pelos municípios para o SNIS, os dados referentes ao IN049 foram analisados também retirando do valor médio os valores do índice inferiores a 5%. De acordo com o documento de Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto (2020), há um rol de formulários a serem preenchidos que possuem grupos homogêneos de informações. Para que o prestador de serviços de saneamento esteja adimplente com o SNIS, o SNISweb exige o preenchimento de, no mínimo, 75% dos campos e, além disso, dentro desse percentual, há 79 de 113 informações a serem obrigatoriamente preenchidas para a validação do envio dos dados. Portanto, os valores referentes ao IN049, principalmente aqueles com percentual nulo, podem ter origem a partir do desconhecimento do responsável pelo preenchimento dos formulários a respeito da informação do percentual de perdas na distribuição e atribui o valor zero por ser um campo a ser preenchido de maneira obrigatória.

Foram 5 os municípios que apresentaram valores de IN049 inferiores a 5%, sendo 4 deles tendo a administração pública direta como prestador de serviços (Cosmorama, Novais, Taiúva nos dois anos estudados, e Uchoa, apenas em 2020) e 1 autarquia (Severínia). Os municípios que possuem seus serviços de saneamento regidos por sociedade de economia mista e por empresas privadas não declararam valores abaixo de 5% de IN049. A Figura 6 apresenta a comparação dos valores médios com todos os índices declarados, sem discriminar os percentuais abaixo de 5%, incluindo os nulos, e sem os valores do indicador de perdas inferiores a 5%.

Figura 6 - Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento, excluindo as cidades que apresentaram valor do índice menores ou iguais a 5% da média geral



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Na análise comparativa entre as médias com e sem os valores menores que 5% de IN049, respectivamente, temos:

- ✓ Administração Pública Direta em 2020: 15,77% e 19,72%;
- ✓ Autarquia em 2020: 25,10% e 28,72%;
- ✓ Administração Pública Direta em 2021: 16,15% e 19,00%
- ✓ Autarquia em 2021: 21,72% e 24,73%.

Com base nos valores médios obtidos, quando são filtrados os valores abaixo de 5%, foi observada uma variação entre 2,75 e 3,95 pontos percentuais para cima em comparação com as médias de todos os dados fornecidos, considerando os dois tipos de prestação de serviços e os seus respectivos anos. Isso pode ser atribuído principalmente às inconstâncias das informações fornecidas ao SNIS por alguns municípios pertencentes ao CBH-TG, configurando dessa maneira uma possíveis equívocos na transmissão dos dados autodeclarados pelos responsáveis.

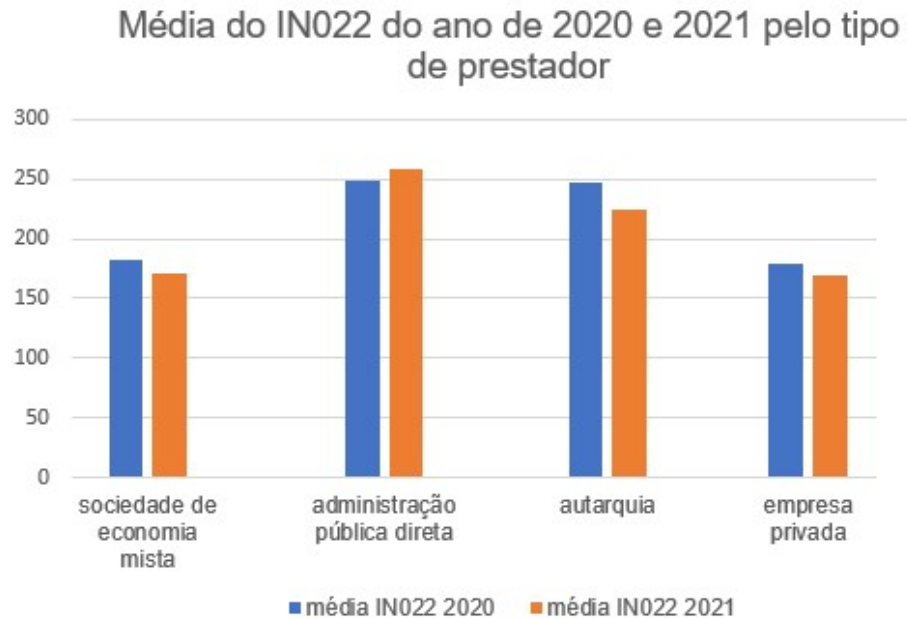
O índice de consumo *per capita* (IN022) é um indicador, que embora não possua relação direta com as perdas na distribuição, auxiliam a construir um cenário em que seja possível compreender melhor os índices voltados especificamente a perdas. Individualmente, os fatores que contribuem para o aumento ou diminuição do

indicador geralmente são: taxa de urbanização, a ampliação do acesso à água potável, grau de industrialização e o poder aquisitivo das pessoas. Em um mesmo município, quando se realiza a análise desse índice por bairros, é possível dimensionar as necessidades de cada região, auxiliando os gestores a executarem ações em áreas mais carentes de recursos. Silva *et al.* (2020), realizaram um estudo do consumo *per capita* pelos bairros do município de Soledade, Rio Grande do Sul e apontaram que a região central, mais desenvolvida, como o local que apresentou maior valor do índice. Bairros com infra-estrutura mais precária, apresentaram valores inferiores do indicador.

No compilado de informações a respeito do IN022 dos municípios pertencentes ao CBH-TG, temos que, no cálculo da média do indicador, englobando os 64 municípios que transmitiram os dados ao SNIS foi de 211,4 L/hab.dia em 2020 e 204,3 L/hab.dia em 2021. Dez municípios apresentaram o IN022 acima de 250 L/hab.dia (Américo de Campos em 2020 e 2021, Embaúba em 2020, Ipiguá em 2021, Mirassolândia em 2020 e 2021, Novais em 2020 e 2021, Olímpia em 2020 e 2021, Parisi em 2020 e 2021, Severínia em 2020, Tabapuã, em 2020 e 2021 e Taiúva em 2021), todos eles tendo o serviço de saneamento prestado ou pela administração pública direta, ou por autarquias. Novais foi o município que apresentou o índice mais alto em 2020 (434,4 L/hab.dia) e Taiúva em 2021 (463,4 L/hab.dia). Palmares Paulista foi o município que apresentou menor IN022 em 2020 e 2021 (134,2 L/hab.dia e 119,0 L/hab.dia, respectivamente). A média nacional do indicador em 2021 foi de 150,7 L/hab.dia e o consumo *per capita* diário de água recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) que é de 110 L/hab.dia (Brasil, 2022).

Os valores de IN022 também foram analisados a partir do tipo de prestação de serviços de saneamento, como indica a Figura 7.

Figura 7 - Análise do valor médio do IN022 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Os valores médios do IN022 dos municípios pertencentes ao CBH-TG pelo tipo de prestador são:

- ✓ Sociedade de economia mista: 182,7 L/hab.dia em 2020 e 170,6 L/hab.dia em 2021;
- ✓ Administração Pública Direta: 248,7 L/hab.dia em 2020 e 257,8 L/hab.dia em 2021;
- ✓ Autarquias: 246,8 L/hab.dia em 2020 e 223,5 L/hab.dia em 2021;
- ✓ Empresas Privadas: 178,1 L/hab.dia em 2020 e 169,1 L/hab.dia em 2021.

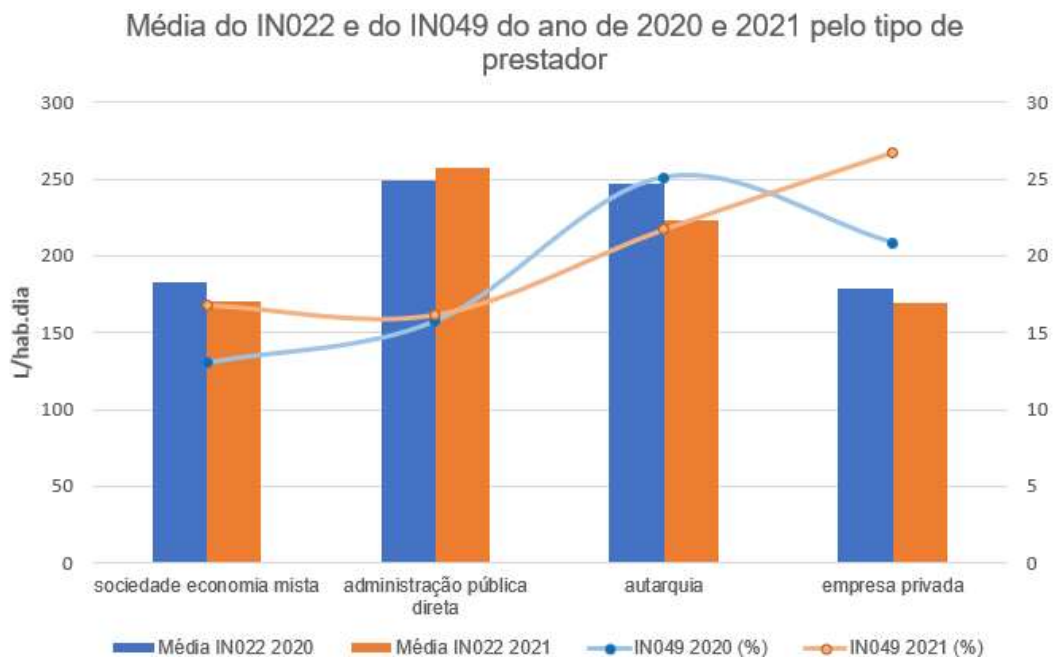
A partir da análise dos dados a respeito do valor médio do IN022 dos municípios estudados, pelo tipo de suas prestações de serviço, é possível observar uma tendência de queda no índice daqueles, cujos serviços de saneamento são geridos por autarquias, empresas privadas e sociedade de economia mista, sendo que os dois últimos, apresentaram índices próximos ao patamar de 170 L/hab.dia em 2021, ao passo que o valor médio do IN022 dos municípios que tem a prestação de serviços executada pela administração pública direta apresentou alta. As cidades que possuem empresas privadas como gestor dos serviços de saneamento apresentaram o índice

de consumo *per capita* em 2021 na ordem de 34,4% menor e os geridos por sociedade de economia mista, 33,8% menor em comparação com aqueles que a administração pública direta é responsável pelos serviços de saneamento.

Na análise entre os valores médios obtidos dos indicadores IN022 e IN049 nos anos de 2020 e 2021 individualmente, em um primeiro momento, sem um embasamento criterioso, seria possível afirmar o consumo *per capita* de um ano para o outro diminuiu, e que as perdas na distribuição de um ano para outro aumentaram. Além disso, poderia se concluir que as cidades que possuem autarquias e a administração pública direta como prestador de serviços são aqueles que sua população mais consome água por habitante a cada dia, e os municípios que são geridos por autarquias e por empresas privadas são aqueles que perdem mais água na distribuição.

Porém, quando se realiza uma análise mais criteriosa desses dados a partir da combinação entre os dois indicadores, esse cenário se transforma completamente. A Figura 8 representa a combinação dos valores médios do IN022 e do IN049 nos anos de 2020 e 2021 pelo tipo de prestação de serviço de água tratada.

Figura 8 - Análise conjunta dos valores médios dos indicadores IN049 e IN022 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Analisando de maneira conjunta as informações fornecidas pelo cálculo do valor médio, tanto do IN049, quanto do IN022 dos municípios pertencentes ao CBH-TG a partir do tipo de prestação de serviço, temos:

- ✓ Aqueles geridos por sociedade de economia mista apresentaram tanto o indicador de consumo *per capita*, quanto o índice de perdas na distribuição em patamares baixos, nos dois anos estudados;
- ✓ Aqueles em que a administração pública direta é executora dos serviços de saneamento apontaram índices de perdas na distribuição considerados baixos e o indicador de consumo *per capita* elevado, tanto no ano de 2020, quanto no ano de 2021;
- ✓ As cidades que possuem autarquias como prestadora de serviços apresentaram o indicador de consumo *per capita* elevado e o índice de perdas na distribuição em patamares mais altos, em comparação com os dois primeiros, tendo o valor médio do índice em 2020 o mais elevado entre aqueles estudados;
- ✓ Os municípios que são geridos por empresas privadas apresentaram o valor médio mais elevado do índice de perdas na distribuição em 2021 e o menor valor médio do indicador de consumo *per capita*, no mesmo ano.

Os três municípios pertencentes ao CBH-TG, que possuem empresas privadas apresentaram valores de IN022 abaixo de 180,0 L/hab.dia no ano de 2021, porém dois municípios (Álvares Florence e Mirassol) apresentaram valores de IN049 acima de 30%. No caso de Mirassol, o IN049 declarado foi de 25,75% em 2020 e 39,11% em 2021, ao passo que, o valor do IN022 transmitido foi de 193,7 L/hab.dia em 2020 e 160,5 L/hab.dia em 2021. Quando se realiza a análise individual dos indicadores, tem-se que esse município aumentou consideravelmente suas perdas e a população reduziu o consumo de água em 33,2 L/hab.dia, em comparação de um ano com o outro. Porém, quando esses índices são analisados conjuntamente, pode-se inferir que parte dessa economia de água no ano de 2021 declarada pelo município, possivelmente foi transmitida no mesmo ano como perdas na distribuição, e que o aumento do valor percentual do IN049, não representa necessariamente um real aumento das perdas, e sim que esse desperdício já existia e não foi contabilizado na declaração do ano anterior. O consumo *per capita* é um índice abstrato, calculado a partir da razão entre o volume de água distribuído, pela população do município em

questão. Nesse indicador, o SNIS (2022) leva em consideração no cálculo do índice os consumos domésticos, comercial, público e industrial, além de contabilizar as perdas no sistema de distribuição. Esses valores ganham ainda mais relevância pelo fato de Mirassol ser o quinto maior município em população estimada daqueles pertencentes ao CBH-TG, principalmente quando se trata do índice de consumo *per capita* inferior, em comparação com outras cidades com população estimada significativamente menor.

Exemplo semelhante foi observado a partir da transmissão das informações referentes ao IN049 e ao IN022 em municípios como Dolcinópolis, Turmalina (com a execução dos serviços de saneamento por sociedade de economia mista) e Uchoa (com serviços de saneamento executados pela administração pública direta). As três cidades citadas apresentaram alta expressiva no IN049 e queda significativa no IN022, sendo Dolcinópolis e Turmalina, com população estimada inferior a 2500 habitantes e Uchoa pouco superior aos 10 mil habitantes. Isso pode indicar uma tendência de que os municípios em questão estejam em processo inicial de distinção entre o que foi consumido de água pela população e das perdas no sistema de abastecimento. Dessa forma, a piora do IN049 não representa, necessariamente, uma eventual negligência com relação ao controle e redução de perdas, nem atribuir a redução do consumo *per capita* exclusivamente à conscientização adquirida pelos municípios a respeito do uso racional da água.

Comparando os valores de IN049 dos anos de 2020 e 2021 entre os municípios geridos por sociedade de economia mista e pela administração pública direta (que representam juntos 52 municípios, ou 82% do total das cidades estudadas que transmitiram dados ao SNIS) observa-se que em ambos os casos, nos anos estudados, os municípios agrupados nas duas categorias de prestação de serviços citadas, foram inferiores a 20%. Segundo Egenhofer *et al.* (2012) tais índices assemelham-se aos registrados em alguns países europeus e aos Estados Unidos, que são referências positivas na questão da gestão de perdas na distribuição. No entanto, quando se realiza a análise comparativa dos valores médios do IN022 nos dois anos estudados, pelos mesmos tipos de prestadores de serviço se tem que o consumo *per capita* entre as duas categorias de prestação tem uma diferença nominal de 66,0 L/hab.dia em 2020 e 87,2 L/hab.dia em 2021.

Além disso, o valor médio do IN022 em 2021 para os municípios em que a administração pública direta é a prestadora dos serviços de saneamento foi superior ao indicador de São José do Rio Preto, município pertencente ao CBH-TG mais populoso, com 480.439 habitantes, segundo o CENSO 2022, e que possui o 56º maior PIB do Brasil, um PIB *per capita* de R\$ 40.204,08, um polo industrial, que abriga, em geral micro, pequenas e médias empresas e um setor de serviços responsável pela maior fonte de renda da cidade, com 5 shoppings centers distribuídos pelo perímetro urbano e um aeroporto. Em suma, esses municípios comparados, se somadas suas populações estimadas, não atingem o número de habitantes estimados no ano de 2021 de São José do Rio Preto, além de possuírem infra-estrutura limitada, indo no sentido contrário de que municípios mais ricos possuem maior consumo *per capita*.

Isso pode ser explicado a partir de que, alguns municípios em que a administração pública direta é executora pela prestação dos serviços de saneamento, mais precisamente, os servidores designados para transmitir as informações ao SNISweb podem não estarem conseguindo realizar a distinção entre consumo de água e perdas na distribuição de maneira precisa e eficaz e, dessa forma, superestimando os valores de IN022, por ter incluso neles, as perdas na distribuição que não foram corretamente discriminados, conseqüentemente, subestimando o IN049, na maioria das vezes. Tal fato pode ser atribuído ao desconhecimento do servidor, ou o município em questão não dispõe de ferramentas para gerar tais dados, de modo que esse tenha um grau de confiabilidade aceitável.

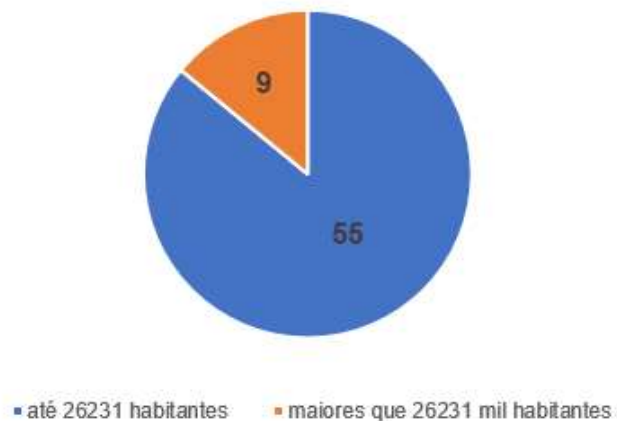
Geralmente, municípios que possuem seus serviços de saneamento geridos pela administração direta possuem dotações próprias limitadas, e, uma boa gestão e controle de perdas passa por investimentos na questão. Recursos restritos normalmente implica em poucas ferramentas para execução de serviços, pouco investimento na rede de informações, gerando dados enganosos ou incompletos com relação a parâmetros como por exemplo, vazão de entrada e saída, além da atividade de gestão, controle e redução de perdas não serem prioritárias em comparação com outras atividades do saneamento municipal. A falta de treinamento de pessoal para a transmissão dos dados ao SNISweb também pode ser um agravante nas inconsistências das informações disponibilizadas. Portanto, para que um município com orçamento restrito possa lograr êxito no controle de perdas na distribuição, é necessário que esse receba aporte de recursos subsidiários. Uma das fontes de recursos acessíveis no Estado de São Paulo referente à gestão de recursos hídricos,

é o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), vinculado à Coordenadoria de Educação Ambiental da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, voltados ao financiamento de projetos que os entes requerentes enviam para solicitação do recurso extra.

Como dito anteriormente, em geral, esses municípios com limitações orçamentárias possuem território urbano e população estimada pequena. Por isso, para melhor compreensão das informações, os municípios pertencentes ao CBH-TG foram agrupados também de acordo com a estimativa populacional de 2021. O valor de referência foi adotado a partir do número de habitantes estimado pelo IBGE da cidade de Tanabi (26231 habitantes). Dos 64 municípios que transmitiram os dados ao SNIS, 55 são municípios com população igual ou inferior ao valor de referência, enquanto 9 possuem o número de habitantes superior (Figura 9).

Figura 9 - Quantidade de municípios pertencentes ao CBH-TG, agrupados por tamanho da população, que possuem número de habitantes estimado igual ou inferior a 26.231 e superior ao valor

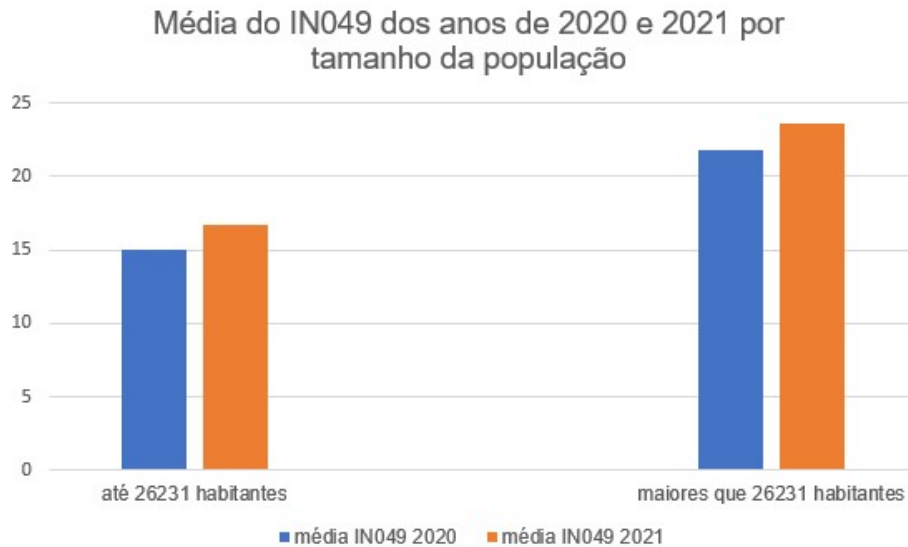
Quantidade de municípios do CBH-TG com população maior e menor que 26.232 habitantes



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do IBGE.

Nessa etapa, foram calculados os valores médios dos índices IN049 e IN022, agora levando em consideração o agrupamento dos municípios de acordo com o tamanho de suas populações estimadas. O objetivo desse passo foi compreender a relevância do fator número de habitantes em um possível aumento ou diminuição desses indicadores. A Figura 10 representa o percentual dos valores médios do índice de perdas na distribuição nos anos de 2020 e 2021 pelo agrupamento populacional.

Figura 10 - Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população estimada



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Os valores obtidos a partir do cálculo do valor médio do IN049 por tamanho da população são:

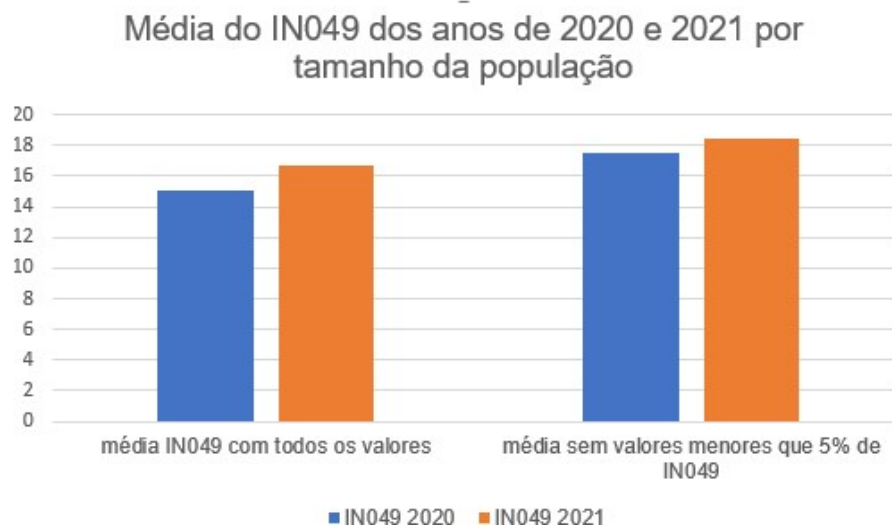
- ✓ Municípios com população até 26231 habitantes: 15,00% em 2020 e 16,69% em 2021;
- ✓ Municípios com população superior à 26231 habitantes: 21,83% em 2020 e 23,58% em 2021.

Comparando os dados obtidos, pode-se observar um aumento do indicador do ano de 2020 para o ano de 2021 nos dois agrupamentos de municípios. Já a análise comparativa entre os grupos, tem-se as diferenças do percentual do IN049 na ordem de 6,83% e 6,89% em 2020 e 2021, respectivamente. Isso pode ser explicado pelo fato de municípios de maior porte possuírem quantidades de conexões e ramais em suas extensões territoriais inúmeras vezes superiores que os de menor população, principalmente em regiões periféricas e de acesso dificultado. Essas estruturas, em suma, são classificadas como maiores fontes de perdas reais potenciais. Além disso, municípios com poucos habitantes não dispõem, na maioria dos casos, de um polo industrial e comercial de grandes magnitudes, o que minimiza, por consequência o efeito de grandes fraudes em hidrômetros.

Da mesma maneira que foi realizado um novo cálculo do valor médio do IN049 sem os índices menores que 5% para os municípios agrupados por tipo de prestação

de serviço, os valores foram re-calculados também para os agrupamentos a partir do tamanho da população. Os 9 municípios com população superior à da cidade de Tanabi não apresentaram valores zerados ou inferiores a 5%, portanto o segundo valor médio foi calculado apenas para os municípios com número de habitantes até 26231. A Figura 11 apresenta o gráfico de barras comparando os valores médios do IN049, com e sem os valores filtrados.

Figura 11 - Análise do valor médio do IN049 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população estimada, excluindo os municípios que apresentaram valores iguais ou inferiores a 5% da média geral



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Os valores médios obtidos foram:

- ✓ Com todos os dados: 15,00% em 2020 e 16,69% em 2021;
- ✓ Sem os índices menores que 5%: 17,54% em 2020 e 18,48% em 2021.

A partir do recálculo das médias do IN049 para os municípios com população estimada igual ou inferior a 26231 habitantes, foi possível observar um aumento na ordem de 2,54% do valor médio do indicador em 2020 e de 1,79% em 2021. Para o presente estudo, observou-se que importância de realizar essa correção, tanto quando os municípios são agrupados por tipo de prestação de serviços, quanto por população estimada, é pouco relevante. Porém, quando se amplia a amostragem, não apenas adotando uma região contemplada por comitê de bacia hidrográfica, ou um

grupo de municípios com peculiaridades semelhantes como referência, mas o próprio cenário nacional, é possível projetar que o IN049 não deverá sofrer queda acentuada a curto e médio prazos. Pode-se esperar, inclusive, um provável cenário de estabilidade, com variações irrisórias, ou até mesmo um aumento do valor do indicador em questão até o ano de 2033, prazo estipulado para universalização do saneamento, mesmo se o país apresentar melhoras significativas no controle e redução de perdas.

Isso pode ser conjecturado a partir do pressuposto de que municípios que atualmente estão realizando ajustes de conduta com relação às perdas e que, no presente momento transmitem ao SNIS valores do IN049 considerados altos, ao longo dos próximos anos, espera-se que esses valores declarados apresentem uma tendência de queda. No entanto, há outras cidades em que o responsável pelo fornecimento dos dados ao SNISweb atribui valor nulo ou valores irrisórios do indicador. Em médio e longo prazo, o município em questão pode melhorar sua capacidade de identificação, localização, redução e controle de perdas. Assim sendo, conseqüentemente, apresentará valores referentes ao IN049 maiores que os atuais.

Para reforçar tal ponto, foi realizada uma consulta no Portal da Transparência, no ano de 2023, em dados referentes à dotação destinada ao saneamento do município de Taiúva, que declarou o IN049 na ordem de 0,38% em 2020 e 0% em 2021, e foi constatado que a cidade efetuou a aquisição de um geofone digital em janeiro de 2023 (Figura 12), para localização de fugas d'água (Taiúva, 2023). É possível que, quando 2023 for o ano de referência do SNIS, as perdas desse município aumentem, conseqüentemente aumentando o valor médio do indicador na região contemplada pelo CBH-TG. Esse cenário pode ser identificado em qualquer região hidrográfica brasileira, portanto, o valor do indicador pode sofrer acréscimos em diversos municípios do território nacional, ao longo dos anos, até uma possível estabilidade e futura queda, sem ser possível atrelar o aumento do valor médio nacional do indicador à piora do serviço no quesito analisado.

Figura 12 - Discriminação da aquisição de geofone eletrônico pelo município de Taiúva

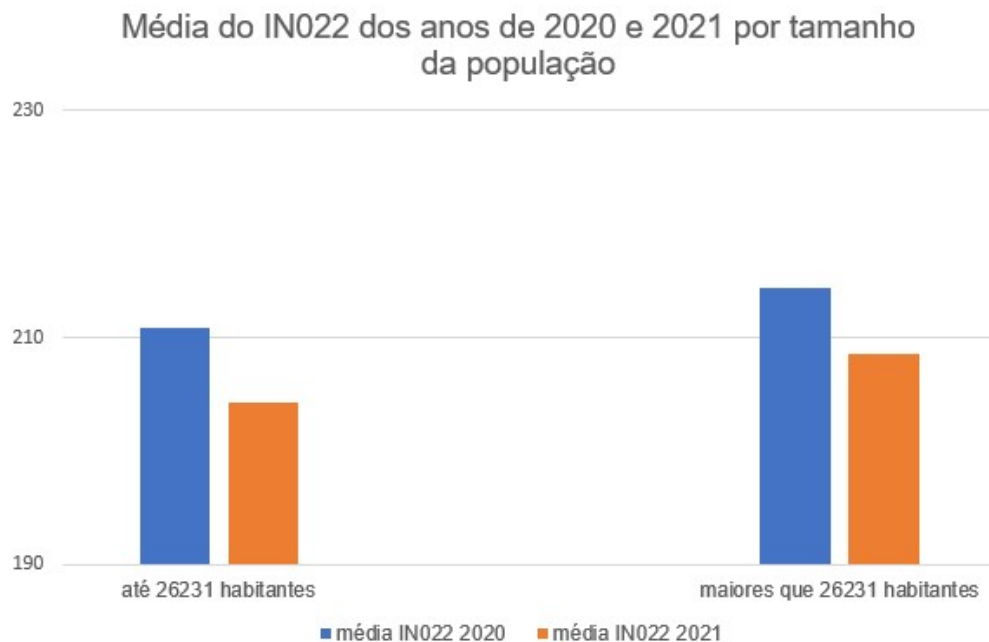
161	09/01/2023	OR	YAMATEC INDUSTRIA DE FERRAMENTAS ELETRO-MECANICAS	1	1	6.240,00
-----	------------	----	---	---	---	----------

Função: 17 - Saneamento
SubFunção: 512 - Saneamento Básico Urbano
Programa: 0013 - SANEAMENTO GERAL
Proj/Ativ.: 2007 - OPERAÇÃO DE COLETA E ABASTECIMENTO DE ÁGUA E
Grupo da Fonte: 01 - TESOURO
Código da Fonte: 00 - Recursos Ordinários
Fonte de Recurso STN: 1.500 - Recursos não Vinculados de Impostos (Exerc.Corrente)
Vínculo Orçamentário: 110000 - GERAL
Categoria Econômica: 4 - DESPESAS DE CAPITAL
Grupo de Natureza: 4 - INVESTIMENTOS
Modalidade de Aplicação: 90 - APLICAÇÕES DIRETAS
Elemento de Despesa: 52 - EQUIPAMENTOS E MATERIAL PERMANENTE
Desdobro: 34 - MÁQUINAS, UTENSÍLIOS E EQUIPAMENTOS DIVERSOS
Natureza: 4.4.90.52.34 - MÁQUINAS, UTENSÍLIOS E EQUIPAMENTOS DIVERSOS
Histórico: Pedido 00144/23 AQUISIÇÃO DE GEOFONE DIGITAL, A SER UTILIZADO COM A FUNÇÃO DE LOCALIZAR PONTO EXATO DO VAZAMENTO EM RUAS E AVENIDAS DESTA MUNICIPALIDADE

Fonte: Adaptado de “Portal da Transparência”, município de Taiúva (2023).

Os valores médios do IN022 também foram re-calculados a partir do tamanho da população dos municípios pertencentes ao CBH-TG. A Figura 13 compara os valores dos índices nos dois anos de estudo e dos agrupamentos selecionados.

Figura 13 - Análise do valor médio do IN022 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população estimada



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Com base no cálculo dos valores médios de IN022 por tamanho da população, temos:

- ✓ Municípios com população estimada igual ou inferior a 26231 habitantes: 210,9 L/hab.dia em 2020 e 204,3 L/hab.dia em 2021;
- ✓ Municípios com população estimada acima de 26231 habitantes: 214,3 L/hab.dia em 2020 e 208,5 em 2021.

Quando se realiza a análise comparativa dos valores médios de IN022 partir do tamanho da população nos dois anos estudados, observa-se que as diferenças entre os valores médios estão na ordem de 3,4 L/hab.dia em 2020 e 4,2 L/hab.dia em 2021. Estimava-se que essas diferenças apresentadas pudessem ser maiores, pelo fato de que os municípios com maior número de habitantes terem, na maioria das vezes, condições sócio-financeiras maiores além da infra-estrutura local mais adequada, em comparação com uma cidade considerada pequena. Esses são fatores que contribuem significativamente para o aumento do consumo *per capita* de uma região.

Isso corrobora com a análise realizada anteriormente da possibilidade de que as perdas nos sistemas de abastecimento de água de alguns desses municípios de pequeno porte, estão subnotificadas e estão superestimando o índice de consumo *per capita*. Dessa forma, a diferença entre os valores médios de IN022 entre os agrupamentos selecionados foi inferior ao esperado. Para justificar tal fato, dos dez municípios citados anteriormente, que apresentaram o valor do indicador de consumo *per capita* nos anos estudados acima dos 250,0 L/hab.dia, apenas Olímpia possui população estimada acima de 26231 habitantes. Além disso, municípios como Embaúba, Mirassolândia, Novais e Taiúva apresentaram valores de IN022 próximos ou até mesmo acima de 400,0 L/hab.dia, no mesmo período, contribuindo significativamente para o aumento do valor médio do indicador no agrupamento de municípios com população igual ou inferior à faixa estabelecida.

Quando foi realizada a análise dos valores médios dos indicadores IN049 e IN022, a partir do tipo de prestação de serviços, foi possível compreender, de maneira geral, que municípios que possuem prestadores de serviços com melhor infra-estrutura, apresentaram menos inconsistências com relação aos dados enviados ao SNIS, independentemente do tamanho de sua população, podendo ser atribuído, a alguns desses casos, um melhor controle e redução de perdas por parte dessas

idades. Quando os valores foram observados a partir do fator populacional, embora o tratamento dos dados não tenha trazido informações adicionais, a análise contribuiu para cancelar as discussões anteriores. Portanto, o tipo de prestador de serviços de saneamento apresentou relevância mais significativa para um entendimento mais completo da situação geral do que o tamanho da população, embora os municípios que possuem, em geral, estrutura mais deficitária, são aqueles pequenos em número de habitantes.

Para subsidiar ainda mais as informações a respeito das perdas em sistemas de abastecimento de água, os municípios foram analisados a partir do índice de macromedição e de hidromedidação (Tabela 2), que são indicadores que fornecem ferramentas e contribui para um combate às perdas eficientes. Os municípios brasileiros que apresentam perdas elevadas, geralmente possuem incertezas nas estimativas dos volumes de água consumido e produzido, devido ao baixo monitoramento por micromedição e macromedição (Brasil, 2022).

Tabela 2 – Dados referentes à população, ao índice de macromedição (IN011) e ao índice de consumo per capita (IN009), vazão dos municípios pertencentes ao CBH-TG. Legenda: E.P. = Empresa Privada; A.P.D. = Administração Pública Direta; S.E.M. = Sociedade de Economia Mista. N.D. = não divulgado

<i>Município</i>	<i>População (2021)</i>	<i>Tipo de Prestador</i>	<i>IN011 (2020) (%)</i>	<i>IN011 (2021) (%)</i>	<i>IN009 (2020) (%)</i>	<i>IN009 (2021) (%)</i>
Álvares Florence	3616	E.P.	100,00	100,00	98,98	98,98
Américo de Campos	5993	A.P.D.	100,00	96,30	98,94	100,00
Ariranha	9851	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Aspásia	1815	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bálsamo	9209	A.P.D.	0,00	100,00	100,00	100,00
Bebedouro	77612	Autarquia	100,00	100,00	99,95	99,96
Cajobi	10649	Autarquia	0,00	0,00	96,29	96,65
Cândido Rodrigues	2805	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Cardoso	12371	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Catanduva	123114	Autarquia	100,00	100,00	96,08	96,46
Catiguá	7905	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Cedral	9452	A.P.D.	100,00	0,00	100,00	100,00
Cosmorama	7289	A.P.D.	0,00	0,00	100,00	100,00
Dolcinópolis	2108	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Embaúba	2446	Autarquia	47,62	N.D.	100,00	N.D.
Estrela D'Oeste	8420	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Fernando Prestes	5805	S.E.M.	100,00	100,00	99,92	99,96
Fernandópolis	69680	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Guapiaçu	22087	A.P.D.	100,00	100,00	99,51	100,00
Guarani D'Oeste	1996	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Indiaporã	3876	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Ipiquá	5557	A.P.D.	N.D.	83,50	N.D.	94,91

<i>Município</i>	<i>População (2021)</i>	<i>Tipo de Prestador</i>	<i>IN011 (2020) (%)</i>	<i>IN011 (2021) (%)</i>	<i>IN009 (2020) (%)</i>	<i>IN009 (2021) (%)</i>
Jales	49291	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Macedônia	3686	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Meridiano	3813	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Mesópolis	1903	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Mira Estrela	3125	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Mirassol	60768	E.P.	100,00	99,88	100,00	100,00
Mirassolândia	4966	A.P.D.	100,00	100,00	0,53	0,51
Monte Alto	51039	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Monte Azul Paulista	18928	Autarquia	100,00	100,00	99,94	99,89
Nova Granada	21891	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Novais	6057	A.P.D.	82,35	83,33	0,00	0,00
Olímpia	55477	Autarquia	100,00	100,00	100,00	100,00
Onda Verde	4462	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Orindiúva	7318	S.E.M.	100,00	100,00	99,98	100,00
Ouroeste	10712	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Palestina	13285	E.P.	100,00	100,00	100,00	100,00
Palmares Paulista	13691	S.E.M.	100,00	100,00	99,97	99,96
Paraíso	6543	A.P.D.	100,00	100,00	100,00	100,00
Paranapuã	4112	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Parisi	2177	A.P.D.	100,00	100,00	100,00	100,00
Paulo de Faria	8973	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Pedranópolis	2468	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Pindorama	17378	A.P.D.	100,00	100,00	99,92	100,00
Pirangi	11524	A.P.D.	0,00	0,00	99,67	99,63
Pontes Gestal	2576	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Populina	4136	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Riolândia	12856	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Santa Adélia	15639	A.P.D.	100,00	100,00	99,77	99,80
Santa Albertina	6036	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Santa Clara D'Oeste	2111	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Santa Rita D'Oeste	2476	A.P.D.	0,00	0,00	100	98,52
São José do Rio Preto	469173	Autarquia	100	100	100	100
Severínia	17820	Autarquia	100	100	100	100
Tabapuã	12561	A.P.D.	0,00	0,00	99,57	99,58
Taiapuã	6346	A.P.D.	100,00	100,00	96,19	96,92
Taiuva	5562	A.P.D.	0,00	0,00	99,50	99,01
Tanabi	26231	A.P.D.	72,84	72,84	100,00	100,00
Turmalina	1667	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Uchoa	10191	A.P.D.	100,00	100,00	97,31	97,00
Urânia	9125	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Valentim Gentil	13762	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Vista Alegre do Alto	9163	A.P.D.	0,00	0,00	100,00	100,00
Vitória Brasil	1852	S.E.M.	100,00	100,00	100,00	100,00
Votuporanga	96106	Autarquia	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Autoria própria, com dados da série histórica do SNIS e das estimativas populacionais do IBGE.

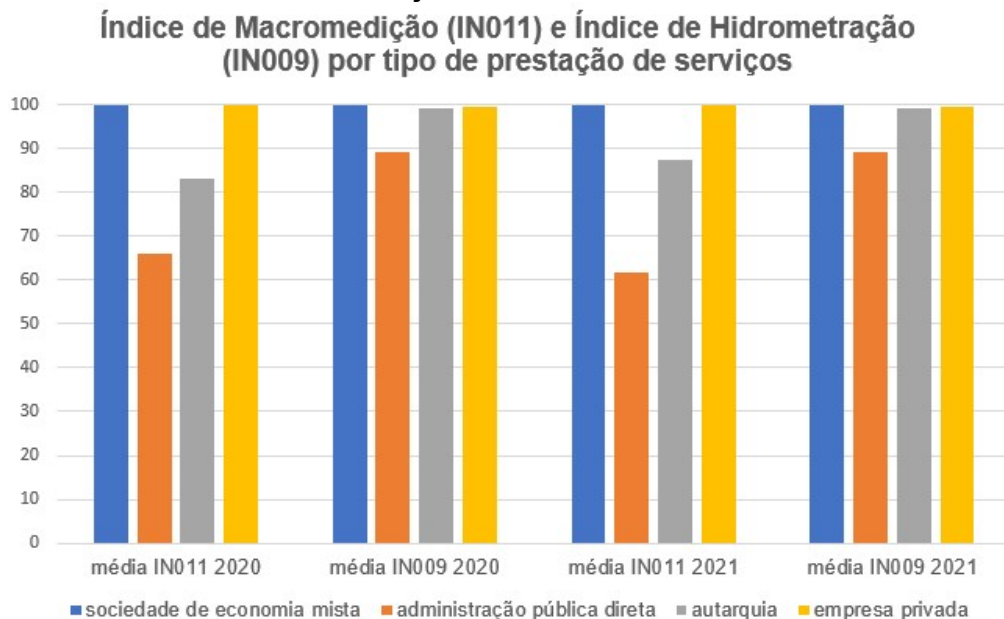
A média geral do IN011 para todos os municípios que transmitiram as informações para o SNIS foi de 87,32% em 2020 e de 86,28% em 2021. Já para o

IN009, os valores médios foram de 96,35% em 2020 e 96,47% em 2021. Para o indicador referente à macromedição, 13 municípios declararam valores inferiores a 85% em pelo menos um dos anos estudados (Bálsamo, Cajobi, Cedral, Cosmorama, Embaúba, Ipiruá, Novais, Pirangi, Santa Rita D'Oeste, Tabapuã, Taiúva, Tanabi, Vista Alegre do Alto), sendo que 9 deles atribuíram o valor nulo ao índice (Bálsamo, Cajobi, Cedral, Cosmorama, Pirangi, Santa Rita D'Oeste, Tabapuã, Taiúva, Vista Alegre do Alto). Dois municípios transmitiram valores pouco superiores a 95% e o restante das cidades estudadas atribuíram o valor de 100%.

Já para o índice que representa a micromedição, o município de Novais apresentou valor nulo e Mirassolândia transmitiu alíquotas irrisórias, próximas a zero. O restante dos municípios apresentou valores próximos ou acima de 95% para o indicador, sendo a maioria desses com índice declarado de 100%.

Além disso, os 64 municípios que enviaram dados referentes ao IN011 e o IN009, assim como na etapa anterior do estudo, foram agrupados pelo tipo de prestação de serviços e por tamanho da população, adotando os mesmos parâmetros para análise das informações. A Figura 14 representa os índices de macromedição e hidrometração dos municípios por tipo de prestação de serviços.

Figura 14 - Análise do valor médio do IN011 e do IN009 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tipo de prestadores de serviços de saneamento



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

Os valores médios dos índices de macromedição e hidrometração dos agrupamentos de municípios pertencentes ao CBH-TG, pelo tipo de prestador de serviços, são:

- ✓ Municípios que possuem os serviços de saneamento geridos por sociedade de economia mista: IN011 e IN009 de 100% nos dois anos estudados;
- ✓ Municípios em que a administração pública direta é responsável pela prestação de serviços: IN011 de 65,96% e de IN009 de 89,05% em 2020 e IN011 de 61,79% e de IN009 de 89,29% em 2021;
- ✓ Municípios que têm como prestador de serviços as Autarquias: IN011 de 83,06% e IN009 de 99,14% em 2020 e IN011 de 87,5% e IN009 de 99,29% em 2021;
- ✓ Municípios com prestação de serviços sob responsabilidade de empresas privadas: IN011 de 100% e IN009 de 99,64% em 2020 e IN011 de 99,96% e IN009 de 99,66% em 2021.

A partir da análise comparativa entre os agrupamentos por tipo de prestação de serviços, pode-se observar que o índice de hidrometração foi acima dos 85% em todos os grupos selecionados, sendo que, aqueles que são geridos por sociedade de economia mista, por empresas privadas e autarquias alcançaram valores médios para o indicador acima dos 99%. A micromedição representa, em suma, o faturamento das prestadoras de serviço de saneamento. Quanto menor o valor do indicador, mais a arrecadação tarifária é deficitária.

Já quando se trata do índice de macromedição, a diferença entre os grupos de municípios já se apresentou maior, em comparação com o IN009. Das 13 cidades mencionadas anteriormente, com IN011 inferior a 85%, em 11 deles, a administração pública direta é responsável pela execução dos serviços de saneamento. Os outros 2 restantes, possuem autarquias responsáveis pela prestação dos serviços, de modo que, se a declaração do município de Cajobi for removida do cálculo do valor médio do seu respectivo grupo, o valor de IN011 em 2021 atinge os 100%.

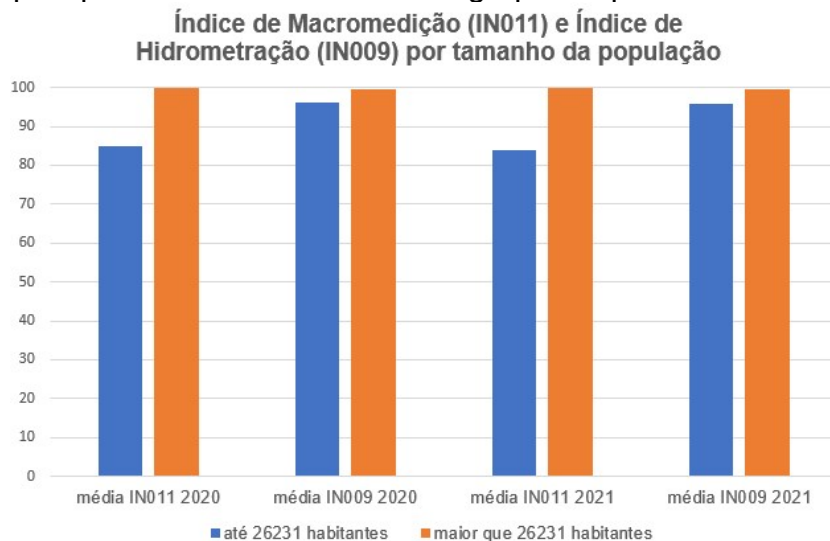
Os municípios pertencentes ao CBH-TG que possuem a administração pública direta como executora dos serviços de saneamento, que apresentaram as maiores inconsistências nos dados referentes ao IN049 e ao IN022, foram os que tiveram os menores valores médios calculados dos indicadores IN011 e IN009. Incertezas na transmissão das informações, principalmente quando se trata do índice de

macromedição, implica, na maioria das vezes, em imprecisões na medição da quantidade de água bruta que entra no sistema de abastecimento, inviabilizando um possível diagnóstico a partir do cálculo do balanço hídrico de um determinado município, já que, informações inconsistentes inicialmente fornecidas, conseqüentemente, geram dados com baixo grau de confiabilidade no final do processo, principalmente no momento do diagnóstico das perdas no sistema.

Os índices de macromedição com valor nominal de 100%, indica, a primeiro momento que, todas as fontes de captação de água bruta de um determinado município possuem, ao menos, um medidor de vazão. Embora seja fundamental realizar a medição de toda água que entra no sistema, é importante que os serviços de saneamento realizem a medição também na saída dos reservatórios ou caixas elevadas, de modo que a rastreabilidade de fugas d'água sejam favorecidas, além de auxiliar na prevenção de fraudes nos hidrômetros, sendo possível localizar com maior rapidez as perdas dessa natureza. No entanto, mesmo alguns municípios que declararam valor de referência 100% para o IN011, apresentam índice de perdas na distribuição considerado mais elevado, justamente por não possuir macromedidores nas saídas de todos os reservatórios de distribuição, fato que o indicador de macromedição não consegue distinguir.

Os municípios pertencentes ao CBH-TG estudados foram agrupados também pelo tamanho da população para análise dos indicadores IN011 e IN009 (Figura 15).

Figura 15- Análise do valor médio do IN011 e do IN009 nos anos de 2020 e 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG agrupados por tamanho da população



Fonte: Autoria própria, com informações da base de dados do SNIS.

A partir dos dados referentes ao cálculo dos valores médios dos indicadores estudados, tem-se os seguintes resultados:

- ✓ Municípios que possuem até 26231 habitantes: 85,92% de IN011 e 96,05% de IN009 em 2020 e 84,00% de IN011 e 95,95% de IN009 em 2021;
- ✓ Municípios com população estimada superior a 26231 habitantes: 100% de IN011 e 99,55% de IN009 em 2020 e 99,99% de IN011 e 99,60% de IN009 em 2021.

Os valores médios calculados dos índices de macromedição e hidromedidação, a partir do agrupamento dos municípios pelo tamanho da população estimada indicaram que municípios com número de habitantes superior a 26231 apresentaram tendência a ter as ferramentas básicas que viabilizem quantificar de maneira geral o volume de água que entra e sai do sistema, apresentando valores de macromedição e micromedição próximos a 100%, o que não é observado no grupo de municípios que possuem população estimada inferior a 26231 habitantes. Esse fato pode ser explicado a partir de que, as cidades com maior população disponibilizam de maior fonte de arrecadação em comparação ao município com menos habitantes, sendo possível a realização de investimentos básicos na questão das perdas. Isso, se apenas for considerado o tamanho da população de cada município, excluindo da análise o tipo de prestação de serviços das cidades estudadas.

Quando se compara os menores valores médios calculados nos dois tipos de agrupamentos estudados (tipo de prestação de serviços e tamanho da população), observa-se uma diferença de percentual de 22,21% no IN011 de 2021 (subtração entre o IN011 dos municípios menores que 26231, que foi de 84,00%, e o IN011 dos municípios com a administração pública direta como executora dos serviços de saneamento, que foi de 61,79%). A elevação do percentual dos valores médios calculados ocorre devido ao englobamento dos municípios menores que não possuem seus serviços de saneamento geridos por suas respectivas administrações públicas diretas, e que possuem, em geral, IN011 de 100% ou próximo desse valor. Isso demonstra que, para obter uma comparação mais eficiente e abrangente a respeito do IN011 e IN009, assim como na análise conjunta dos indicadores IN049 e IN022, o fator “tipo de prestação de serviços” foi mais significativo que o fator “tamanho da população”, embora o segundo fator atue de maneira complementar em relação ao primeiro.

Outro fator que se pode considerar na gestão de controle de perdas é a vazão outorgada para abastecimento público. Uma redução do volume de água perdido, pode implicar a curto, médio e longo prazos, em uma melhor gestão dos recursos hídricos, visto que, a água tratada que deixa de ser desperdiçada pode atender sua função social, sem que seja necessária a solicitação de novas outorgas para captação de água bruta, seja ela superficial ou subterrânea. A Tabela 3 apresenta a vazão outorgada em m³/h para abastecimento público, o IN022 em L/hab.dia, além de um cálculo de vazão outorgada para abastecimento público em na unidade L/hab.dia, obtido a partir da razão entre a vazão outorgada e população estimada referentes ao ano de 2021.

Tabela 3 – Dados referentes à população e vazão outorgada (m³/h) dos anos de 2020 e 2021 para abastecimento público dos municípios pertencentes ao CBH-TG.

Legenda: N.D. = não divulgado

<i>Município</i>	<i>População (2021)</i>	<i>Vazão Outorgada (2021) (m³/h)</i>	<i>IN022 (2021) (L/hab.dia)</i>	<i>Vazão Outorgada por habitante (2021) (L/hab.dia)</i>
Álvares Florence	3616	25,20	174,3	167,26
Américo de Campos	5993	N.D.	269,5	--
Ariranha	9851	158,40	N.D.	385,91
Aspásia	1815	18,00	N.D.	238,02
Bálsamo	9209	93,60	201,6	243,94
Bebedouro	77612	N.D.	203,3	--
Cajobi	10649	21,60	184,5	48,68
Cândido Rodrigues	2805	10,80	174,8	92,41
Cardoso	12371	86,40	170,9	167,62
Catanduva	123114	2095,20	235,6	408,44
Catiguá	7905	100,80	150,1	306,03
Cedral	9452	151,20	261,0	383,92
Cosmorama	7289	50,40	233,9	165,95
Dolcinópolis	2108	28,80	176,7	327,89
Embaúba	2446	N.D.	N.D.	--
Estrela D'Oeste	8420	N.D.	169,9	--
Fernando Prestes	5805	72,00	168,9	297,67
Fernandópolis	69680	741,60	197,6	255,43
Guapiaçu	22087	284,40	187,8	309,03
Guarani D'Oeste	1996	82,80	173,8	995,59
Indiaporã	3876	7,20	195,4	44,58
Ipiruá	5557	187,20	297,2	808,49
Jales	49291	N.D.	191,4	392,64
Macedônia	3686	50,40	159,5	328,16
Meridiano	3813	46,80	169,0	294,57
Mesópolis	1903	21,60	149,8	272,41
Mira Estrela	3125	21,60	220,7	165,89
Mirassol	60768	554,40	160,5	218,96

<i>Município</i>	<i>População (2021)</i>	<i>Vazão Outorgada (2021) (m³/h)</i>	<i>IN022 (2021) (L/hab.dia)</i>	<i>Vazão Outorgada por habitante (2021) (L/hab.dia)</i>
Mirassolândia	4966	90,00	384,3	434,96
Monte Alto	51039	342,00	171,3	160,82
Monte Azul Paulista	18928	277,20	212,9	351,48
Nova Granada	21891	54,00	152,2	59,20
Novais	6057	18,00	451,3	71,32
Olímpia	55477	140,40	269,5	60,74
Onda Verde	4462	25,20	152,8	135,54
Orindiúva	7318	90,00	143,9	295,16
Ouroeste	10712	3,60	170,3	8,07
Palestina	13285	133,20	172,4	240,63
Palmares Paulista	13691	93,60	119,0	164,08
Paraíso	6543	86,40	196,3	316,92
Paranapuã	4112	50,40	163,4	294,16
Parisi	2177	10,80	294,7	277,81
Paulo de Faria	8973	108,00	183,4	288,87
Pedranópolis	2468	14,40	169,0	140,03
Pindorama	17378	270,00	156,1	372,89
Pirangi	11524	43,20	175,2	89,97
Pontes Gestal	2576	61,20	176,2	570,19
Populina	4136	3,60	156,0	20,89
Riolândia	12856	129,60	226,6	241,94
Santa Adélia	15639	172,80	231,8	265,18
Santa Albertina	6036	46,80	182,1	186,08
Santa Clara D'Oeste	2111	36,00	176,5	409,28
Santa Rita D'Oeste	2476	21,60	287,6	209,37
São José do Rio Preto	469173	8906,40	244,6	455,60
Severínia	17820	126,00	234,5	169,70
Tabapuã	12561	190,80	309,8	364,56
Taiapuã	6346	104,40	196,2	394,83
Taiuva	5562	54,00	463,4	233,01
Tanabi	26231	10,80	219,9	9,88
Turmalina	1667	7,20	161,4	103,66
Uchoa	10191	100,80	182,7	237,39
Urânia	9125	10,80	157,4	28,41
Valentim Gentil	13762	3,60	162,4	6,28
Vista Alegre do Alto	9163	75,60	156,8	198,01
Vitória Brasil	1852	18,00	165,2	233,26
Votuporanga	96106	1382,40	203,0	345,22

Fonte: Autoria própria, com dados dos Relatórios de Situação CBH-TG (2021 e 2022), das estimativas populacionais do IBGE e do SNIS (2022).

A partir dos dados fornecidos pela Tabela 3, foi possível constatar que 36 dos 66 municípios do presente estudo, apresentaram o valor calculado de vazão outorgada por habitante maior que o IN022 autodeclarados ao SNISweb, sendo três deles com valores calculados de vazão outorgada por habitante acima dos 500,0

L/hab.dia, todos eles com população inferior a 6000 habitantes (Guarani D'Oeste, Ipiruá e Pontes Gestal). Embora para a concessão de novas outorgas com finalidade de abastecimento público se considere, dentre outros itens, o consumo *per capita*, a projeção de crescimento populacional e o atendimento de populações flutuantes (ADASA, 2020), a maioria das cidades desse grupo de 36 municípios, apresentaram o valor calculado de vazões outorgadas por habitante superestimados, principalmente aquelas que são consideradas menores do ponto de vista do tamanho populacional e que o valor foi consideravelmente superior ao IN022.

Para a análise de perfil de consumo e disponibilidade de água, para alguns municípios que apresentaram o indicador em patamares elevados, pode-se levar em consideração apenas o IN022. Os municípios, em ordem decrescente que apresentaram valores do índice superior a 250,0 L/hab.dia em 2021 foram: Taiúva, Novais, Mirassolândia, Tabapuã, Ipiruá, Parisi, Santa Rita D'Oeste, Olímpia, Américo de Campos e Cedral. A redução desse indicador do SNIS, poderia ser um fator fundamental para auxiliar na dispensa da necessidade de solicitação de novas outorgas voltadas ao abastecimento público.

A diminuição do valor do índice de consumo *per capita*, além de representar maior disponibilidade de água a curto, médio e longo prazos, pode significar reduções nos valores empenhados pelos municípios para quitar despesas relacionadas ao consumo de energia elétrica. Um estudo realizado por Kheirinejad *et al.* (2022) durante 5 anos, constatou que, a partir da implementação de uma política que teve como objetivo diminuir o consumo *per capita* no Irã, o volume de água subterrânea captado apresentou uma queda de 9%, além da redução do consumo de energia elétrica utilizada para captação de água e transporte de efluentes, como um benefício indireto.

No presente trabalho, foram selecionados alguns municípios para realização de consultas referentes aos valores empenhados em saneamento, principalmente daqueles que possuem a administração pública direta como executora dos serviços de saneamento voltados à água e esgoto, majoritariamente. Para isso, foram realizadas consultas a respeito das dotações iniciais para o saneamento do município ao longo do ano de 2023 e foi constatado que, boa parte do investimento destinado ao setor está empenhado para quitar débitos com a companhia de energia elétrica. As Figuras 16, 17, 18, 19 e 20 representam os valores de dotação inicial e a parcela empenhada para pagar custos energéticos.

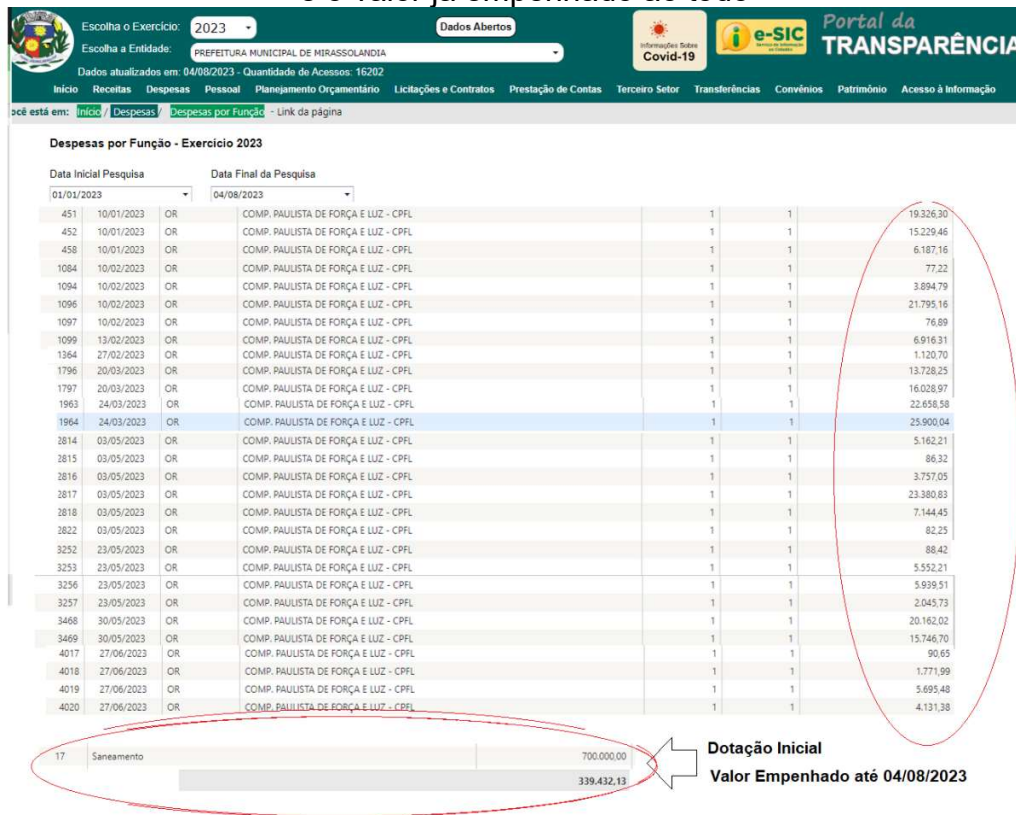
Figura 16 - Discriminação da dotação inicial anual do município de Taiúva para saneamento e o empenho para quitar gastos com energia elétrica



Fonte: Adaptado de “Portal da Transparência”, município de Taiúva (2023).

O município de Taiúva, que apresentou o maior valor para o IN022 no ano de 2021 daqueles pertencentes ao CBH-TG, destinou como dotação inicial em 2023 para o saneamento o montante de R\$1.734.000,00, sendo que R\$800.000,00 foi destinado para arcar com os custos de energia elétrica, ou seja, cerca de 46% do valor total das verbas direcionadas ao saneamento municipal (Taiúva, 2023).

Figura 17 - Discriminação dos valores empenhados para custos com energia elétrica do município de Mirassolândia no setor de saneamento, com a dotação inicial anual e o valor já empenhado ao todo



Fonte: Adaptado de “Portal da Transparência”, município de Mirassolândia (2023).

De acordo com os valores apresentados ao portal da transparência, o município de Mirassolândia destinou R\$700.000,00 para o saneamento do ano de 2023, sendo que o valor empenhado até 04/08/2023 foi de R\$339.432,13, sendo que R\$253.776,23 desse valor foi utilizado para quitar débitos com a companhia de energia elétrica. O montante descrito representa cerca de 75% do valor empenhado e 36% do orçamento anual total (Mirassolândia, 2023).

Figura 18 – Discriminação da dotação inicial anual do município de Cedral para saneamento e o valor empenhado para quitar gastos com energia elétrica

Despesas por Órgão - Exercício 2023

Data Inicial Pesquisa: 01/01/2023 | Data Final da Pesquisa: 13/05/2023

Escolha o Exercício: 2023 | Escolha a Entidade: PREFEITURA MUNICIPAL DE CEDRAL

Dados atualizados em: 13/05/2023 - Quantidade de Acessos: 4307


Código	Descrição	Dotação Inicial	Alt. de Dotação	Dotação Atualizada
0212	SANEAMENTO	3.731.000,00	0,00	3.731.000,00
0213	MEIO AMBIENTE	752.000,00	0,00	752.000,00

Empenho	Data do Empenh	Tipo	Fornecedor	QTD LIQ	QTD PAR	Valor Empenhado
54	06/01/2023	GL	COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ	41	41	1.000.000,00
99	09/01/2023	GL	CONSTROESTE CONSTRUTORA E PARTICIPACOES LTDA	4	4	1.406.542,50
100	09/01/2023	GL	DESENTUPIDORA AMERICANA SERVIÇOS LTDA	5	5	135.425,56

Fonte: Adaptado de “Portal da Transparência”, município de Cedral (2023).

No município de Cedral, a dotação inicial para investimento anual em saneamento foi de R\$3.731.000,00, sendo que R\$1.000.000,00 está empenhado para quitação de débitos com a Companhia Paulista de Força e Luz (isso representa cerca de 27% do montante total) (Cedral, 2023).

Figura 19 - Valor total empenhado em custos com energia elétrica do orçamento de saneamento do município de Ipiguá



Prefeitura Municipal de Ipiguá-SP
Rua do Comércio, 171 Bairro: CENTRO
CNPJ: 01.528.506/0001-30 Fone: 17 3269-9000 / Ipiguá-SP

RELATÓRIO DA DESPESA POR FUNÇÃO DETALHADA

Exercício: 2023 | Data Inicial: 01/01/2023 | Data Final: 10/08/2023 | Função: Saneamento

Data	Empenho	Fornecedor	Tipo
02/01/2023	00023-001/2023	CIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ	Ordinário
VALOR TOTAL:			176.266,28
Saneamento			514.794,44

Fonte: Adaptado de "Portal da Transparência", município de Ipiguá (2023).

O município de Ipiguá destinou de 01/01/2023 até a data de 10/08/2023 o montante de R\$514.794,44 para saneamento. Desse valor, R\$176.266,28 foi destinado para quitar débitos com a companhia responsável pelo fornecimento de energia elétrica, ou seja, cerca de 34% do orçamento destinado à área (Ipiguá, 2023).

Figura 20 - Discriminação dos valores empenhados para custos com energia elétrica do município de Novais em saneamento, com a dotação inicial, aumento de dotação e dotação atualizada. Adaptado de “Portal da Transparência” (2023)

		Escolha o Exercício:	2023	Dados Abertos			
		Escolha a Entidade:	MUNICÍPIO DE NOVAIS				
		Dados atualizados em: 12/08/2023 - Quantidade de Acessos: 1467					
			Dotação inicial	Aumento de dotação	Dotação total		
17	Saneamento		787.000,00	157.000,00	944.000,00		
378	16/01/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	3	7.486,78	
382	16/01/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	3	970,50	
396	16/01/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	3	2.744,93	
401	16/01/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	3	4.362,27	
402	16/01/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	3	4.316,42	
404	16/01/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	3	78,74	
405	16/01/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	3	1.906,31	
1291	23/02/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	7.401,19	
1295	23/02/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.086,98	
1308	23/02/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	2.654,77	
1313	23/02/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.259,47	
1314	23/02/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.215,62	
1316	23/02/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.199,30	
1317	23/02/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	727,73	
1874	07/03/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.152,02	
1890	07/03/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.248,93	
1937	09/03/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	7.724,55	
1938	09/03/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	3.125,80	
1939	09/03/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.731,15	
1940	09/03/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.245,11	
3091	13/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.868,63	
3100	13/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	7.810,02	
3104	13/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	690,36	
3144	14/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	2.804,56	
3151	17/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.625,83	
3152	17/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.347,59	
3155	17/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.297,45	
3157	17/04/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.939,91	
4002	17/05/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	6.627,58	
4006	17/05/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.877,90	
4056	18/05/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.204,23	
4057	18/05/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.454,85	
4064	18/05/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.493,13	
4065	18/05/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.601,95	
4066	18/05/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.905,13	
4780	14/06/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	6.083,32	
4784	14/06/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	576,66	
4803	15/06/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	5.238,03	
4808	15/06/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.734,51	
4809	15/06/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.628,39	
4811	15/06/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.193,46	
4812	15/06/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.977,88	
5719	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	77,98	
5722	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	6.086,15	
5726	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	674,13	
5740	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	5.199,31	
5745	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.983,09	
5746	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	4.896,36	
5748	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.040,11	
5749	17/07/2023	OR	ENERGISA SUL-SUDESTE - DISTRIBUIDORA DE ENRGIA S.A	1	1	1.641,30	

Fonte: Adaptado de “Portal da Transparência”, município de Novais (2023).

A cidade de Novais, que apresentou o maior valor do índice de consumo *per capita* em 2020 e o segundo maior em 2021, destinou inicialmente R\$787.000,00 para despesas relacionadas ao saneamento municipal, e, com o acréscimo da dotação, o valor alcançou até 12/08/2023, o montante de R\$944.000,00 (Novais, 2023). Só com

débitos referentes a custos de energia elétrica, o município já empenhou R\$165.218,55, o que representa cerca de 20,9% da dotação inicial e 17,5% da dotação atualizada. O acréscimo de dotação foi de R\$157.000,00, valor menor do que o montante empenhado para custeio de energia elétrica até a data de 12/08/2023.

Um dos fatores diretamente ligados ao aumento ou diminuição do consumo *per capita*, são as perdas em sistemas de abastecimento de água, como foi constatado na análise do conjunto de indicadores do SNIS selecionados para esse estudo na região contemplada pelo CBH-TG. Em suma, as etapas envolvendo a captação (tanto de água superficial, quanto subterrânea), reservação (principalmente em caixas elevadas), abastecimento (quando esse não é realizado por gravidade) e de afastamento de efluentes domésticos (geralmente, as Estações de Tratamento de Esgoto localizam em zonas afastadas da municipalidade) são realizadas por meio de bombeamento. O controle de perdas implica na diminuição do volume de água que entra no sistema, conseqüentemente exigindo um menor consumo de energia elétrica nas operações (European Commission, 2015a).

Nas consultas referentes ao gasto com energia elétrica dos municípios que tem como executora de serviços de saneamento a administração pública, foi possível constatar a limitação dos orçamentos destinados ao setor por algumas dessas cidades. É importante ressaltar que esses montantes contemplam todas as atividades relacionadas a água tratada, esgotamento doméstico, drenagem urbana e, em alguns casos, a disposição e tratamento de resíduos sólidos. Levando em consideração que, o custo com energia elétrica integra uma das maiores despesas, alguns investimentos expressivos de natureza preventiva, como por exemplo, o controle de pressão nas redes de abastecimento, tornam-se pouco viáveis. Por isso, a busca por novas fontes de recursos financeiros, principalmente nas fases iniciais, é imprescindível para esse grupo de municípios. Com o aporte inicial, é possível a realização de cortes de despesas com energia elétrica, e dessa maneira, projetar novos investimentos na questão de controle e redução de perdas, de maneira gradativa.

Um controle efetivo de perdas, evitaria também a solicitação de novas outorgas, ação que auxiliaria na preservação de aquíferos e mananciais e implicaria em mais economia em consumo energético, já que não haveria a necessidade de criar uma infraestrutura em torno de novas perfurações de poços ou da instalação de equipamentos para a captação de água superficial, além da energia que não seria utilizada no bombeamento de água bruta desses novos pontos criados, já que esses

deixariam de existir. No entanto, para que isso funcione, há a necessidade de compreensão da real situação de cada localidade e que, cada vez mais, haja formas adicionais dos atores responsáveis pela gestão de recursos hídricos e do saneamento atuarem de maneira conjunta.

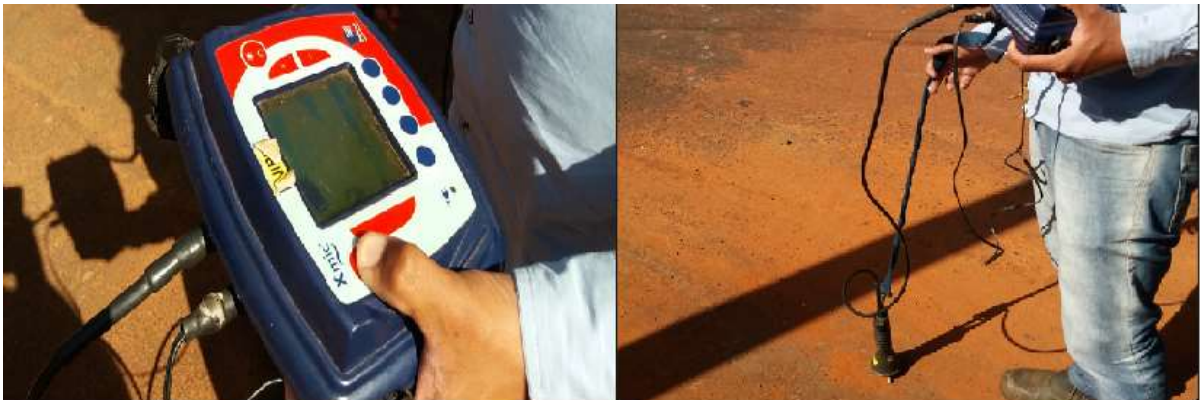
5.2 VISITA TÉCNICA

5.2.1 São José do Rio Preto (SeMAE)

5.2.1.1 Instrumentação e Infra-estrutura

Durante o período, foram realizados acompanhamentos de serviços de rua, tais como, identificação, localização e reparo de vazamentos, causados por micro-fissuras e rupturas de tubulações. Os instrumentos comumente utilizados para a identificação das fugas d'água são os geofones (Figura 21) e as hastes de escuta (Figura 22).

Figura 21 - Geofone utilizado pelo SeMAE



Fonte: Autoria Própria.

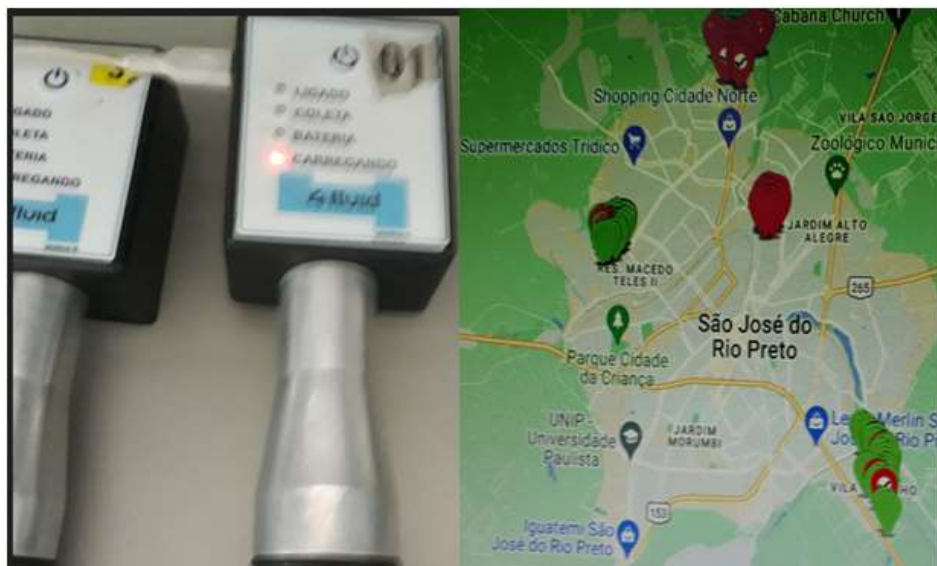
Figura 22 - Haste de escuta utilizada pelo SeMAE



Fonte: Autoria Própria.

Outra instrumentação utilizada pelo SeMAE é a haste de escuta eletrônica, juntamente com o aplicativo 4Fluid®, desenvolvidos pela empresa Status 4. Composto por um coletor com haste, aplicativo e dashboard (Figura 23), o 4Fluid® realiza a coleta dos dados no campo por meio de sensores IoT, o sistema de Inteligência Artificial aponta se o dado é um possível vazamento e envia a informação para o painel de gestão, auxiliando assim uma futura tomada de decisão. O 4Fluid® auxilia a equipe de campo, foca no serviço especializado nos locais que há suspeita de vazamentos e contribui para a visualização de relatórios gerenciais (Status 4, 2022).

Figura 23 - Haste de escuta eletrônica (esquerda) e aplicativo 4Fluid® utilizado no perímetro do município de São José do Rio Preto (direita)



Fonte: Autoria Própria.

Os micromedidores utilizados pelo SeMAE nas residências são do tipo velocimétrico monojato. Esses hidrômetros domiciliares desse tipo, geralmente são de classe B ou C, de capacidade nominal 0,75 m³/h, 1,5 m³/h ou 2,5 m³/h, dependendo do consumo do usuário (AESBE, 2015). A Figura 24 exemplifica o tipo de micromedidor empregado na entrada das residências. Já os macromedidores empregados são do tipo ultrassônico (Figura 25). Segundo estimativas da Autarquia, existem cerca de 120 macromedidores instalados em pontos estratégicos pelo município. São instalados externamente à tubulação, devendo as superfícies de contato dos eletrodos serem raspadas, removendo-se incrustações. Os modelos utilizados nos dias de hoje incorporam no mesmo equipamento, tanto medições pelo princípio do efeito doppler, quanto pelo princípio de tempo de trânsito. (PNCDA, 2007).

Figura 24 - Micromedidor do tipo velocimétrico utilizado pelo SeMAE



Fonte: Autoria Própria.

Figura 25 - Macromedidores ultrassônicos utilizados pelo SeMAE



Fonte: Autoria Própria.

O SeMAE utiliza Válvulas Redutoras de Pressão (VRPs) (Figura 26) para controle e redução de perdas, além de preservar a infra-estrutura empregada no sistema de abastecimento de água. Elas são do tipo eletropneumática, e controladas por telemetria. A programação das VRPs foi estabelecida para abertura e fechamento da válvula, de acordo com os períodos de maior e menor pressão na rede. No período noturno, onde há menor consumo de água, a válvula se fecha para aliviar a pressão da rede. No período diurno, onde há maior consumo de água, a válvula se abre para manter a pressão interna da rede.

Figura 26 - VRP eletropneumática utilizada pelo SeMAE.



Fonte: Autoria Própria.

O Centro de Controle Operacional (CCO) possui informações em tempo real, enviadas por telemetria de todo o sistema de distribuição e reservação de água do município de São José do Rio Preto. Além disso, o CCO possui em seu banco de dados diversas informações a respeito de vazões, volumes de entrada, volumes de saída, de poços em funcionamento ou desativados, volume de água, tanto superficial, quanto subterrânea que entrou no sistema, dentre outras. A Figura 27 mostra as telas de monitoramento dos diversos reservatórios do município.

Figura 27 - Sistema de monitoramento por telemetria do Centro de Controle Operacional (CCO) do SeMAE.



Fonte: Autoria Própria.

Os gráficos relacionados ao Controle de Perdas foram construídos a partir de medições diárias referentes ao consumo médio diário dos diversos bairros do município de São José do Rio Preto. Os Distritos de Medição e Controle instaurados no município e a setorização operacional possibilitaram a coleta das mais diversas informações a respeito de perdas no sistema. Quando há uma variação no padrão de consumo, há uma alteração de cor no gráfico, auxiliando na tomada de decisão. A Figura 28 mostra os painéis com os gráficos de consumo diário.

Figura 28 - Sistema de monitoramento por telemetria do setor de Controle de Perdas do SeMAE.

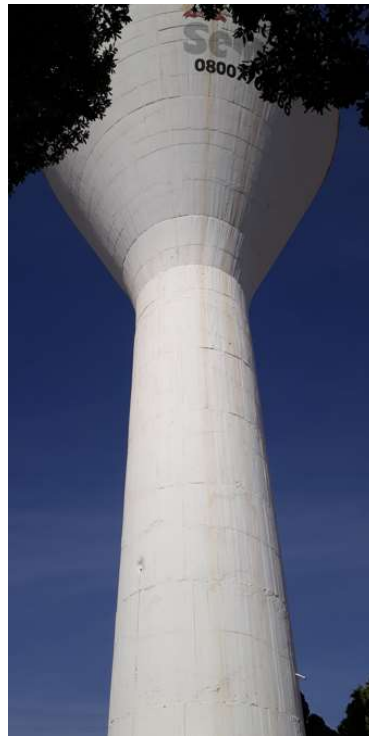


Fonte: Autoria Própria.

Existem três principais sistemas de distribuição de água em São José do Rio Preto, localizados nos bairros Jardim Urano, Eldorado e Alto Alegre. Todos eles possuem as seguintes estruturas:

- ✓ Captação de água subterrânea dos poços tubulares Bauru e poços tubulares Guarani;
- ✓ Reservatórios em forma de taça. Possuem 35m de altura (Figura 29);
- ✓ Macromedidores;
- ✓ Tubulações de entrada de água dos poços e proveniente da Estação de Tratamento de Água “Palácio das Águas”;
- ✓ Tubulações de saída para distribuição na rede;
- ✓ Reservatórios apoiadas que atuam como sistema complementar de abastecimento urbano;
- ✓ Reservatórios enterrados e semi-enterrados que atuam principalmente como suporte para a caixa elevada;
- ✓ Válvulas Redutoras de Pressão nos reservatórios em formato de cálice.

Figura 29 - Caixa elevada em formato de taça do SeMAE.



Fonte: Autoria Própria.

Os demais sistemas de distribuição complementares estão espalhados pelo município e possuem as seguintes estruturas:

- ✓ Captação de água subterrânea dos poços tubulares Bauru e/ou poços tubulares Guarani;
- ✓ Reservatório elevados apoiados, enterrados e/ou semi-enterrados (Figura 30);
- ✓ Macromedidores;
- ✓ Alguns desses reservatórios possuem tubulações de entrada de água dos poços e proveniente da Estação de Tratamento de Água “Palácio das Águas”, porém a maioria deles utilizam apenas água subterrânea;
- ✓ Tubulações de saída para distribuição na rede;

Figura 30 - Reservatório enterrado (esquerda) e elevado (direita) dos sistemas complementares de abastecimento.



Fonte: Autoria Própria.

A Estação de Tratamento de Água de Rio Preto, mais conhecida como Palácio das Águas (Figura 31), foi inaugurada em outubro de 1955. Era um tradicional ponto turístico da cidade e atraía visitantes da região interessados em admirar o mirante do local (São José do Rio Preto, 2008). O Palácio das Águas, atualmente encontra-se em reforma. O objetivo dessas obras é melhorar a qualidade do tratamento de água captada na Represa Municipal, além de aumentar a capacidade do volume de água tratada, que hoje é de aproximadamente 450 L/s para até 750 L/s.

Figura 31 - Estação de Tratamento de Água "Palácio das Águas"



Fonte: Autoria Própria.

5.2.1.2 Acompanhamento do desenvolvimento das atividades voltadas à gestão de perdas

As atividades desenvolvidas pelo setor de Operação e Distribuição de Água do SeMAE de São José do Rio Preto e as tecnologias empregadas para mitigar perdas na distribuição, principalmente as quando se trata de perdas reais. Para isso, aplicativo 4Fluid®, desenvolvido pela empresa Status 4, é utilizado como ferramenta para detecção de vazamentos. Segundo os gestores responsáveis pelo setor de distribuição e de gerenciamento de perdas, os servidores verificam suspeitas de vazamento, utilizando as hastes de escuta eletrônicas durante a madrugada, período provável onde se atinge o menor pico consumo de água. Dessa forma, se conseguiria com maior assertividade, distinguir um vazamento de um consumo habitual. A confirmação se faz por meio da haste de escuta mecânica e o uso do geofone no dia seguinte, quando há a suspeita de vazamento no ponto geolocalizado. Além disso, o município realiza substituição gradativa das redes antigas, utilizando tubulações de PEAD nas recentes.

Para maior eficiência no controle e redução de perdas, localização de vazamentos e até mensurar o grau do prejuízo causado, o SeMAE utiliza um indicador operacional denominado Fator de Pesquisa (FP) nos diversos Distritos de Medição e Controle do município. O FP é o quociente entre a vazão mínima noturna (encontrada nas varreduras no período da madrugada, quando o consumo de água é normalmente muito inferior à média diária) pelo valor da vazão média diária (Manzi; Ramirez; Martins, 2018). O valor encontrado do FP varia entre 0 e 1. Quanto mais próximo de zero for o quociente da divisão, melhor é o controle de perdas no DMC monitorado. Quando esse valor apresentado é maior que 0,3, pode-se inferir que há problemas referentes à vazamentos. Embora o FP não possua caráter científico, é uma ferramenta amplamente utilizada para as ações operacionais envolvendo controle de perdas. Esses dados são coletados em tempo real e são representados graficamente, a partir de um sistema de telemetria.

Durante o período do estágio desenvolvido, foi realizado acompanhamento em serviço de instalação e regulagem de duas Válvulas Redutoras de Pressão em um dos principais sistemas de distribuição de água geridos pelo SeMAE (Jardim Urano). As VRPs em São José do Rio Preto são utilizadas com finalidade exclusiva de controle e redução de perdas, já que o município não apresenta condições hidráulicas

desfavoráveis (terrenos acidentados, com aclives e declives acentuados, por exemplo), que necessite a sua implementação para fins de preservação da vida útil de tubulações. São empregadas principalmente no período noturno, onde há consumo baixo de água e redes altamente pressurizadas. Apenas nos três sistemas principais de abastecimento, existem VRPs instaladas. Por ser um município de grande porte, São José do Rio Preto possui uma rede de distribuição com uma malha amplamente ramificada. Devido a esse fator, a instalação de diversas VRPs, por todo o município se tornaria inviável, tanto financeiramente, quanto operacionalmente. Segundo os gestores do SeMAE, o grande desafio na instalação das VRPs para fins exclusivos de controle e redução de perdas, seria manter a continuidade e a qualidade do abastecimento de água nos denominados “pontos críticos”, ou seja, nos pontos a serem abastecidos que possuem cota mais alta. Por isso, uma regulação adequada é essencial. Oliveira *et. al.* (2019) realizaram um estudo de caso referente a 9 pontos críticos na região metropolitana de São Paulo, objetivando melhorar a qualidade do abastecimento em zonas onde há cotas mais altas, além de mitigar perdas reais na distribuição.

A macromedição realizada em todos os pontos de captação de água bruta e nas saídas de todos os reservatórios de água tratada distribuídos pelo município, são fundamentais para realização do balanço hídrico, identificação e contabilização das perdas no sistema. Outra operação que a Autarquia desenvolve é a troca constante do parque de hidrômetros, com o objetivo de coibir ações dolosas de fraudes e prevenir as perdas aparentes.

A infraestrutura e a instrumentação utilizada no combate a perdas, aliadas às ações voltadas ao combate ao desperdício de água tratada (macromedição e micromedição, substituição de redes antigas por tubulações de PEAD, investigação de fugas d’água e a substituição gradativa do parque de hidrômetros, instalação de VRPs com a finalidade de controlar e reduzir as perdas, uso de ferramentas operacionais, como a vazão mínima noturna e o fator de pesquisa, monitoramento por telemetria em tempo real, implementação de Distritos de Medição e Controle e setorização operacional e tecnologias modernas, como o uso da haste eletrônica em conjunto com um aplicativo com geolocalização) fizeram com que São José do Rio Preto apresentasse posição de destaque em gestão de perdas, comparado com trinta prestadores de serviço de abrangência local de grande porte, com o IN049 de 20,32% em 2020 e 20,98% em 2021, segundo SNIS. (Brasil, 2022). Porém, o município, em

escala nacional, é exceção, e não regra. Em comparação com os diversos municípios da federação, a estrutura para controle e redução de perdas que São José do Rio Preto possui, é considerada acima dos padrões no âmbito federal, e a Autarquia municipal responsável pelos serviços de água e esgoto apresenta uma saúde financeira, que proporciona fonte de recursos para realização dos investimentos necessários na questão, fato não observado na maioria das cidades do território nacional, incluindo algumas capitais de Estados.

5.2.2 Votuporanga (Saev Ambiental)

5.2.2.1 Instrumentação e Infra-estrutura

O sistema de abastecimento público do município de Votuporanga é composto por cinco pontos de captação de água, sendo quatro deles a partir de poços tubulares profundos, sendo eles: o poço profundo Zona Sul, responsável por 30% do abastecimento; o poço profundo Zona Norte que contribui com 26% do abastecimento; poço profundo Zona Sudoeste, responsável por 7% do abastecimento; poço profundo Zona Oeste, que contribui com 12% do abastecimento. Esses poços têm como fonte o aquífero Guarani. O outro ponto de captação é superficial e o recurso hídrico utilizado é proveniente da Represa de Captação do Córrego Marinheirinho, que responsável por 25% do abastecimento do município. O abastecimento de água da cidade é composto por três sistemas Zona Norte, Zona Sul e Centro (Figuras 32 e 33) no qual encontra-se a Estação de Tratamento de Água (Saev, 2023).

Figura 32 - Reservatório elevado da região Central de Votuporanga



Fonte: Aatoria Própria.

Figura 33 - Sistema de Abastecimento da Região Central de Votuporanga, composto por dois reservatórios enterrados (capacidade 1000 m³), e um elevado (capacidade 750 m³), além da Estação de Tratamento de Água superficial



Fonte: Aatoria Própria.

O sistema de macromedição do município de Votuporanga conta com 5 macromedidores, instalados nas entradas de água no sistema de abastecimento.

No caso da captação superficial, o macromedidor foi instalado no local de entrada de água na Estação de tratamento de água (Figura 34). Há também sistema de monitoramento de pressão e vazão dos poços tubulares e do manancial responsável pelo abastecimento público (Figura 35), que compõe o sistema de telemetria.

Figura 34 - Macromedidor do tipo eletromagnético instalado nas dependências da Estação de Tratamento de Água, na entrada de água bruta



Fonte: Autoria Própria.

Figura 35 - Sistema de telemetria e monitoramento dos poços tubulares e do manancial de Votuporanga



Fonte: Autoria Própria.

O Saev Ambiental não dispõe de um Centro de Controle Operacional, nem de Distritos de Medição e Controle.

5.2.2.2. Acompanhamento do desenvolvimento das atividades voltadas à gestão de perdas

A Saev Ambiental, que atua no terceiro município mais populoso da região contemplada pelo CBH-TG, utiliza para detecção de vazamentos nas redes as hastes de escuta e geofone para localização das fugas d'água. A autarquia realiza o controle de pressão nas redes por meio do uso de válvulas redutoras de pressão, empregando esses dispositivos em pontos estratégicos, onde há pressurização constante das redes, além de realizar monitoramento de pressão e vazão em tempo real das principais entradas de água bruta e do volume de água armazenada nos principais reservatórios por meio de um sistema de telemetria. Porém, o prestador de serviços não dispõe de um centro de controle operacional e não faz uso de ferramentas operacionais nem uso de tecnologias mais modernas, como a IoT, por exemplo.

A micromedição no município atende 100% do perímetro urbano, com substituição gradativa, de tempos em tempos, do parque de hidrômetros e há macromedidores instalados em todos os pontos de captação de água bruta, tanto de origem superficial, quanto subterrânea, do tipo eletromagnético. No entanto, a Autarquia não dispunha desses dispositivos na saída dos reservatórios, por exemplo. A instalação de macromedidores em todos os setores do sistema de abastecimento é o primeiro passo para garantir um controle de perdas mais eficiente, segundo Tardelli Filho (2016).

O passo seguinte seria a instalação desses equipamentos em alças de redes de distribuição, já que esse permitiria o controle da vazão mínima noturna (Tardelli Filho, 2016). A ausência de macromedidores nesses pontos pode comprometer o combate a perdas, já que pode dificultar a localização de vazamentos ocasionados por micro-fissuras, que se agravam principalmente nos períodos noturnos, onde o consumo de água é menor e as redes estão mais pressurizadas.

O sistema de monitoramento pela macromedição considerado ideal é aquele que, além desses equipamentos instalados, há o controle constante de vazão e pressão em tempo real, por telemetria, além de setores subdivididos em Distritos de

Medição e Controle (Tardelli Filho, 2016). A Saev Ambiental, até o dia em que foi realizada a visita técnica não havia implementado a setorização operacional e não havia criado Distritos de Medição e Controle. A Autarquia municipal, compreendendo tais limitações, enviou proposta para o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Figura 36), solicitando um financiamento no valor de R\$269.089,72, para aquisição e instalação de equipamentos para realização de levantamento de dados visando controlar e reduzir as perdas em seu sistema de abastecimento de água. Dentre a instrumentação requerida, há os macromedidores a serem instalados nas saídas de reservatórios e em outros pontos de alça de rede de distribuição. A proposta, até a data de 14/08/2023, encontrava-se em análise.

Figura 36 - Solicitação de financiamento realizada pelo Saev de Votuporanga para aquisição e instalação de equipamentos voltados ao controle de perdas do município

The screenshot displays the 'Resumo do empreendimento' (Project Summary) page in the SinFEHIDRO 2.0 system. The page header includes the FEHIDRO logo and the text 'SinFEHIDRO 2.0 - Sistema de Informações Gerenciais do FEHIDRO' and 'FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos'. Navigation links for 'Home', 'Acesso ao Cidadão', and 'Meus Empreendimentos' are visible. The main content area contains a table with the following data:

Código de empreendimento	Tipo de Recurso	Número do contrato	Assinado	Dt assin.	Dt final	Colegiado
2023-TG-570	Compensação	-	Não	-	-	TG
Status do empreendimento	Em análise		Providência solicitada por		Aguardando providência de	
			Agente Técnico SINFEHIDRO		SECOFEHIDRO	
Nome do empreendimento						
INSTALAÇÃO DE EQUIPAMENTOS PARA LEVANTAMENTO DE DADOS PARA O CONTROLE DE PERDAS VISANDO MELHORIAS NO SISTEMA DE GESTÃO TÉCNICA E OPERACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO NO MUNICÍPIO DE VOTUPORANGA/SP						
Razão social ou nome do tomador						
SUPERINTENDÊNCIA DE ÁGUA, ESGOTO E MEIO AMBIENTE DE VOTUPORANGA						
Valor Pleiteado(R\$)			Valor Oferecido de Contrapartida(R\$)			
269.089,72			29.898,83			
Contrato FEHIDRO						
Valor aprovado pelo AT(R\$)		Contrapartida aprovado pelo AT(R\$)		Valor total(R\$)		Valor financiado(R\$)
269.089,72		29.898,83		298.988,55		269.089,72
Valor pago(R\$)		Valor a pagar(R\$)		Data da última parcela programada		Data da última parcela paga
0,00		0,00		-		-
Valor aditado(R\$)		Execução Física(%)		Execução Financeira(%)		
0,00		-		-		

Fonte: Sistemas de Informações Gerenciais do FEHIDRO (2023).

O município de Votuporanga apresentou o índice de perdas na distribuição, segundo o SNIS, de 28,87% em 2020 e de 30,52% em 2021, índice de consumo *per capita* de 200,2 L/hab.dia em 2020 e 203,0 L/hab.dia em 2021 e os índices de macromedição e de hidrometração no patamar de 100%. Embora toda água que entra no sistema seja medida e haja um controle referente à vazão de entrada e saída de água nos reservatórios a partir de um monitoramento remoto, o indicador de macromedição, nesse caso específico, não contribui para a compreensão dos problemas enfrentados pela autarquia municipal na questão do desperdício visto que

a falta desses instrumentos em outros pontos da rede de abastecimento, desfavorece a ação rápida em sanar vazamentos e identificar possíveis fraudes. Os demais índices apresentam-se, em comparação com a situação *in loco*, compatíveis com os valores declarados.

Portanto, o controle de perdas do município de Votuporanga está em desenvolvimento. A autarquia municipal possui ferramentas básicas para localização, identificação e combate efetivo a vazamentos visíveis e não visíveis de diversas proporções e naturezas, e, com uma eventual aprovação do financiamento solicitado ao FEHIDRO, espera-se que o município desenvolva ferramentas que permitam a realização, não apenas das intervenções corretivas, mas também de ações que visam a prevenção desses eventos.

5.2.3. Fernandópolis (SABESP)

5.2.3.1. Instrumentação e Infra-estrutura

O sistema de abastecimento da cidade de Fernandópolis é composto por seis poços tubulares, que realizam a captação de água do aquífero Guarani, e dez reservatórios de água (Figura 37), além de 339,3 km de redes distribuídos por todo perímetro urbano (SABESP, 2023). Fernandópolis não realiza captação de água bruta superficial.

Figura 37 - Reservatório elevado (esquerda) e reservatório semi-enterrado (direita) da SABESP de Fernandópolis



Fonte: Autoria Própria

As tubulações de PEAD (Figura 38), são empregadas no município, estão substituindo aquelas mais antigas, de materiais mais susceptíveis à vazamentos.

Figura 38 - Tubulações de PEAD para utilização em redes de distribuição de água tratada



Fonte: Autoria Própria

A empresa utiliza em investigações de fugas d'água as hastes de escuta e dois tipos de geofone (Figura 39), um do modelo digital e outro mecânico.

Figura 39 - Geofone digital (esquerda) e mecânico (direita) utilizados pela SABESP de Fernandópolis



Fonte: Autoria Própria

Para realizar controle de pressão nas redes de distribuição do município de Fernandópolis, a SABESP utiliza o Manômetro Registrador Digital Z.10.RG Zürich® (Figura 40), desenvolvido para atendimento de diversas aplicações de processos, e que pode ser empregado em qualquer sistema que necessite de monitoramento e controle frequente de pressão. Além disso, as redes dispõem de dispositivos como Válvulas Redutoras de Pressão instaladas em pontos estratégicos.

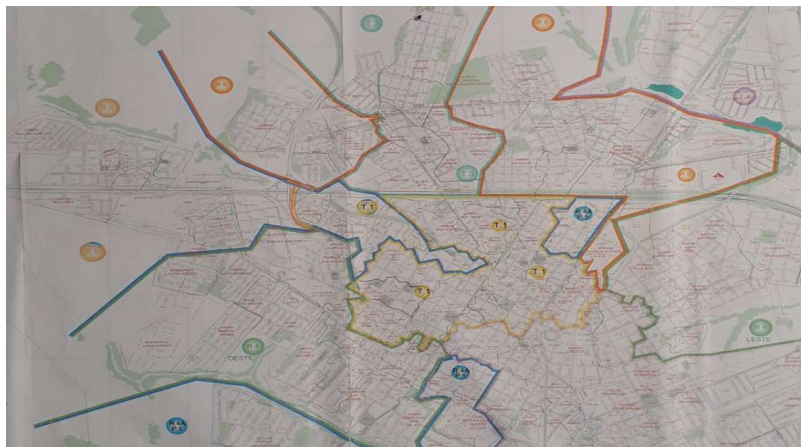
Figura 40 - Manômetro Digital Zürich® utilizado para medição e controle de pressão nas redes de distribuição do município de Fernandópolis



Fonte: Autoria Própria

As redes de distribuição de água do município de Fernandópolis, representadas pelo mapa apresentado na Figura 41, são subdivididas em setores, com DMCs instalados, que facilitam o trabalho de localização e identificação de vazamentos ou fraudes em hidrômetros.

Figura 41 - Mapa cadastral de rede de água do município de Fernandópolis, subdividido em setores, representando o sistema de distribuição da cidade



Fonte: Autoria Própria

A SABESP de Fernandópolis utiliza na saída dos poços, macromedidores do tipo eletromagnético (Figura 42) e na saída dos reservatórios os do tipo ultrassônico.

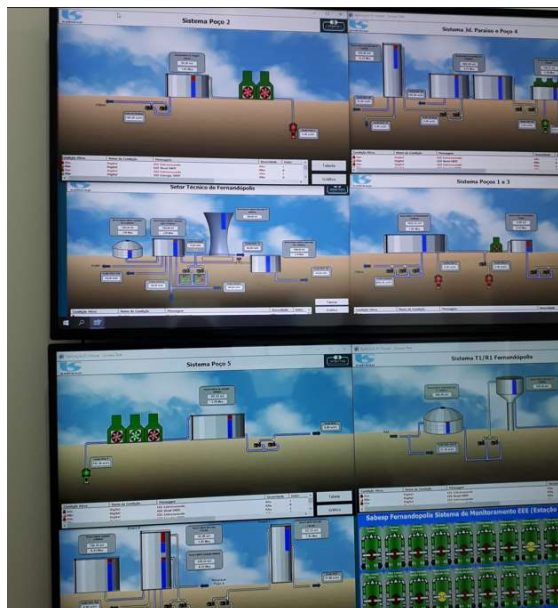
Figura 42 - Conversores de sinal (esquerda) e macromedidor eletromagnético e sua identificação (direita) utilizado pela SABESP



Fonte: Autoria Própria

O Centro de Controle Operacional da SABESP de Fernandópolis (Figura 43) controla e monitora em tempo real o volume armazenado nos reservatórios enterrados, semi-enterrados, apoiados e elevados, além da vazão de entrada da água no sistema, proveniente dos seis poços tubulares, responsáveis pelo abastecimento de 100% do município, e das vazões de saída dos reservatórios.

Figura 43 - Centro de Controle Operacional da SABESP de Fernandópolis



Fonte: Autoria Própria

5.2.3.2. Acompanhamento do desenvolvimento das atividades voltadas à gestão de perdas

A visita técnica realizada na SABESP de Fernandópolis, quinto município mais populoso da região contemplada pelo CBH-TG, teve como objetivo compreender o estágio em que a cidade se encontra referente ao controle e redução de perdas, além das atividades desenvolvidas pela empresa prestadora de serviços de saneamento por toda extensão territorial urbana. No combate a fugas d'água, a SABESP de Fernandópolis possui equipamentos como geofone eletrônico e mecânico, além das hastes de escuta. Além disso, o trabalho preventivo relacionado a preservação de tubulações e monitoramento constante de pressão se dá a partir de um Manômetro Registrador Digital Z.10.RG Zürich[®], que armazena informações, possui um *software* que realiza uma representação gráfica que facilita a análise e interpretação dos dados, e é possível transferir a informação contida para computadores, a partir de uma entrada USB (Zürich, 2023), em combinação com a redução da pressão na rede, por meio de VRP.

A SABESP realiza, como parte integrante do controle e redução de perdas, preventivamente e corretivamente, a substituição gradual das redes mais antigas, presentes ao longo do município, por tubulações e mangueiras de PEAD, que são produzidas para ter vida útil de até 50 anos, além de ser de fácil remoção em caso de necessidade e que exige menos conexões entre os pontos (que são as principais fontes geradoras de vazamentos). A implantação de um programa que foque na renovação e substituição da infra-estrutura existente, principalmente em regiões onde a incidência de rompimento é maior é fundamental para o sucesso em prevenção e redução de perdas (Tardelli Filho, 2016; Marcondes, 2023).

A SABESP instalou pelo município de Fernandópolis os Distritos de Medição e Controle e implementou a setorização operacional. Essas iniciativas permitem os gestores a obterem maiores informações a respeito de tudo que envolve o abastecimento público da cidade, já que, com essas estruturas em funcionamento, é possível regular a pressão nas redes das diversas regiões isoladas, principalmente nos períodos noturnos, onde o consumo de água normalmente é mais baixo. Com as informações obtidas a partir dos DMCs, a divisão da rede de distribuição em setores e o controle da pressão no sistema, é possível reduzir a vazão mínima noturna (VMN)

de cada região. A VMN é a ferramenta operacional utilizada pela SABESP de Fernandópolis para o controle e redução de perdas reais.

No combate a perdas aparentes, a empresa adotou no município de Fernandópolis, segundo os gestores, uma política de tolerância zero com fraudes em hidrômetros e *by-pass*, por meio de Boletins de Ocorrência e denúncias às autoridades competentes a respeito dos fatos eventualmente ocorridos. Além disso, realiza-se também substituições gradativas no parque de hidrômetros, aplicando a questão da periodicidade e da vida útil dos micromedidores.

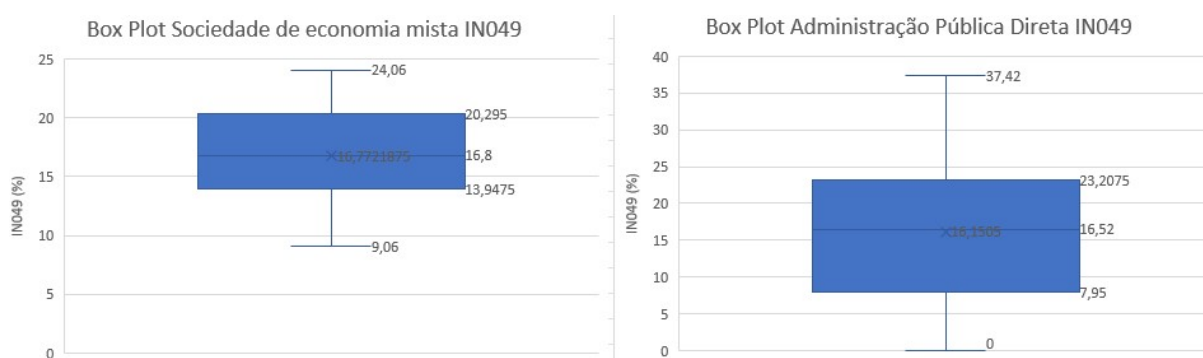
Os índices de perdas na distribuição e de consumo *per capita* da cidade de Fernandópolis, segundo o SNIS, foram de 13,31% em 2020 e 16,61% em 2021 e 207,5 L/hab.dia em 2020 e 197,6 L/hab.dia em 2021, respectivamente. Esses valores, analisando apenas do ponto de vista numérico, apontam um grau de excelência do município na questão das perdas. A oscilação em mais de 3 pontos percentuais para cima do IN049 na comparação entre 2020 e 2021 é compensada pela redução em quase 10,0 L/hab.dia do IN022, o que pode ser atribuído, em partes, à distinção de parte do consumo anterior um pouco mais alto das perdas no sistema. Comparando a situação *in loco* com as informações transmitidas ao SNIS, referentes aos índices estudados, é possível admitir um grau de congruência considerável entre o cenário do município na questão da gestão de perdas e os dados declarados.

O padrão de trabalho e estruturas utilizados no combate a perdas no município de Fernandópolis, segundo os gestores da empresa, são exportados pela SABESP a todas as outras cidades pertencentes ao CBH-TG que tem como prestadora de serviços de saneamento a própria Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Além disso, quando há situações que requerem maior grau de atenção, equipes de trabalho são deslocadas do município de Fernandópolis para as outras cidades vizinhas, de menor tamanho populacional, atendendo a necessidade pontual. Durante a visita técnica, por exemplo, equipes da SABESP, alocadas em Fernandópolis, estavam fornecendo suporte técnico a obras de reparo de vazamentos no município vizinho de Valentim Gentil.

Isso corrobora com a análise realizada a partir do cálculo dos valores médios das informações transmitidas ao SNIS dos indicadores IN049, IN022, IN011 e IN009 dos municípios que possuem seus serviços de saneamento geridos por empresa de sociedade de economia mista, pois foram observados padrões nos índices declarados dessas cidades. Essa padronização dos dados pode significar um grau de

confiabilidade maior das informações enviadas ao SNISweb. Para ratificação dessa discussão, foram construídos gráficos do tipo *Boxplot* a partir dos valores dos indicadores IN049 no ano de 2021 (Figura 44), com o objetivo de uma análise comparativa das informações transmitidas, tanto pelos municípios geridos pela SABESP, quanto por aqueles que a Administração Pública Direta é executora dos serviços de saneamento. Para construção de tais gráficos, foram incluídos os 32 municípios pertencentes ao CBH-TG em que a SABESP é responsável pelos serviços de água tratada e esgoto e as 20 cidades que possuem a Administração pública direta como prestadora do serviço de saneamento. Todos os valores foram considerados, inclusive aqueles que foram declarados com o índice nulo.

Figura 44- Gráfico Boxplot dos valores referentes ao IN049 do ano de 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG que possuem seus serviços de saneamento geridos pela SABESP (esquerda) e pela Administração Pública Direta (direita)



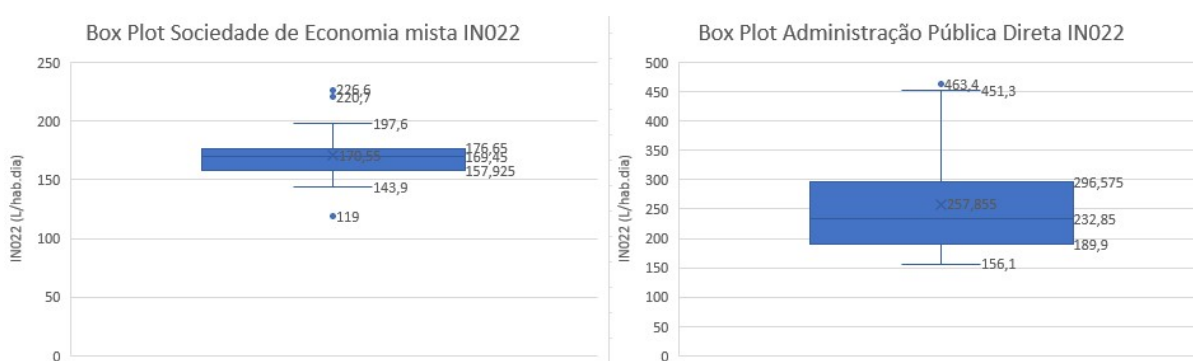
Fonte: Autoria Própria, com informações da base de dados do SNIS.

De acordo com os gráficos do tipo *Boxplot*, construídos a partir dos valores do índice de perdas na distribuição, declarados ao SNIS pelos municípios em questão, foi possível observar que os dados informados pelas cidades que possuem a SABESP como prestadora de serviços de saneamento apresentaram uniformidade maior, em comparação com aqueles que possuem seus serviços geridos pela Administração Pública Direta. Isso foi constatado a partir da análise cada setor dos *Boxplot* gerados. Os valores de mínimo e máximo, por exemplo, foram de 9,06% e 24,06% (diferença de 15%), respectivamente para o primeiro grupo, e de 0% e 37,42% (diferença de 37,42%) para o outro. O primeiro e o terceiro quartil apresentaram valores de 13,95% e 20,30% (resultado de 6,35%, quando subtraímos o valor maior pelo menor) para o

grupo das cidades que possuem a SABESP como gestora e 7,95% e 23,21% (resultado da subtração de 15,26%) para o segundo grupo.

Para subsidiar a análise realizada a partir do gráfico *Boxplot* do IN049, o mesmo tipo de representação foi utilizado para o representar a dispersão e uniformidade dos valores referentes ao indicador IN022 (Figura 45).

Figura 45 - Gráfico Boxplot dos valores referentes ao IN022 do ano de 2021 dos municípios pertencentes ao CBH-TG que possuem seus serviços de saneamento geridos pela SABESP (esquerda) e pela Administração Pública Direta (direita)



Fonte: Autoria Própria, com informações da base de dados do SNIS.

A uniformidade dos dados referentes ao índice de consumo *per capita* dos municípios geridos pela SABESP é ainda maior em comparação com a do indicador IN049. Além disso, a dispersão dos pontos relacionados aos valores do IN022 desse grupo é consideravelmente menor que a do agrupamento das cidades que possuem a Administração Pública Direta como executora dos serviços de saneamento. Além da proximidade entre os valores de cada setor dos gráficos *Boxplot* ser consideravelmente maior no grupo das cidades geridas pela SABESP, ressalta-se também que os valores 220,7 L/hab.dia e 226,6 L/hab.dia, que considerados *outliers* no primeiro grupo, é inferior à mediana do segundo (232,85 L/hab.dia), e apenas o valor 463,4 L/hab.dia do outro agrupamento foi apontado como *outlier*.

A análise da dispersão e uniformidade dos valores referentes aos indicadores selecionados, embora não tenha como objetivo atestar a veracidade de 100% das informações transmitidas pelos gestores da SABESP com relação ao controle de perdas do município de Fernandópolis, ela possibilita a observação de uma tendência, sendo possível conjecturar que, aparentemente há, de fato, um padrão de atuação da

empresa nas diversas municipalidades em que o serviço de saneamento é prestado por ela.

5.2.4. Considerações complementares

O tipo de prestador de serviço, como visto ao longo desse trabalho, foi um fator de grande significância na capacidade da gestão e controle de perdas, como foi possível observar a partir da análise e a discussão dos dados dos indicadores do SNIS selecionados, as consultas no Portal da Transparência de alguns municípios e as visitas técnicas nos três municípios selecionados. Além disso, foi possível constatar também que, prestadores de mesma natureza podem ter montantes disponíveis para empenho diferentes entre si. Portanto, a análise da titularidade da prestação de serviços de saneamento tem como objetivo orientar e conjecturar ações, baseadas na capacidade de cada cidade de realizar os investimentos necessários na questão do controle e redução de perdas com dotação própria, além de mapear as cidades que possuem orçamento restrito para auxiliá-las na obtenção de financiamentos de outras fontes.

A regionalização da prestação de serviços de saneamento, que permite a criação de prestação regionalizada por regiões metropolitanas, unidades regionais de saneamento básico ou blocos de referência, conforme estabelecido na Lei 14.026/2020, poderia ser uma forma de obtenção de novas fontes de recursos, já que municípios com condições limitadas de investimentos poderiam associar-se a outros com maior capacidade financeira. Além disso, uma unidade regionalizada poderia obter com mais facilidade recursos provenientes de entidades de fomento.

Por fim, a Tabela 4 exhibe um quadro-resumo das atividades em processo de realização pelos municípios objeto das visitas técnicas na questão da gestão, controle e redução de perdas.

Tabela 4. Quadro-resumo das operações, infra-estrutura e ferramentas utilizadas pelos prestadores de serviços de saneamento dos municípios visitados

<i>Instrumentação e Ações</i>	<i>São José do Rio Preto</i>	<i>Votuporanga</i>	<i>Fernandópolis</i>
Geofone, hastes e equipe de rua	Sim	Sim	Sim
Macromedidores instalados	Em todas as captações e em pontos estratégicos, como saída de reservatórios	Em todas as captações	Em todas as captações e em pontos estratégicos, como saída de reservatórios
Micromedição e substituição de hidrômetros	100% e sim	100% e sim	100% e sim
Substituição de redes	Sim	-----	Sim
Telemetria	Em quase a totalidade do município	Em alguns pontos	Em quase a totalidade do município
Controle de pressão nas redes	Na saída dos três principais reservatórios da cidade.	Em alguns pontos.	Em pontos estratégicos.
DMC e setorização	Sim	Não	Sim
Uso de IoT	Sim	Não	Sim
Uso de Ferramentas Operacionais	Fator de Pesquisa	Não utiliza	Vazão Mínima Noturna.

Fonte: Autoria Própria

5.3. DESENVOLVIMENTO DAS PROPOSTAS DE POLÍTICAS COMPENSATÓRIAS

Para o desenvolvimento das propostas de políticas compensatórias, objeto desse estudo, as etapas anteriores referentes a análise dos indicadores do SNIS selecionados, os dados referentes a vazão outorgada de cada município pertencente ao CBH-TG, a análise de capacidade financeira de alguns municípios que possuem seus serviços de saneamento geridos pela própria administração pública direta e suas despesas com energia elétrica, além das visitas técnicas realizadas, foram utilizadas como subsídio para tal finalidade, já que o direcionamento de ações e propostas se basearam na capacidade de equilíbrio e compreensão da realidade de cada município.

Com isso, essas propostas foram desenvolvidas tendo seu valor individual e como etapas a serem percorridas, dependendo do estágio de aplicação de ações voltadas à redução e controle perdas em sistemas de abastecimento de água em cada municipalidade, principalmente aquelas pertencentes à comitês de bacias

hidrográficas ou localizadas em regiões hidrográficas específicas e que não haja atuação de comitês. Como foi possível observar a partir do estudo realizado com as cidades pertencentes ao CBH-TG, diferentes municípios contemplados pela mesma bacia ou região hidrográfica, possuem realidades completamente diferentes entre si, principalmente quando se trata da questão da gestão de perdas nos sistemas. Tendo em vista tal cenário, as proposições tiveram como objetivo:

- ✓ Sugerir a melhoria no fornecimento dos dados que os prestadores de serviços de saneamento transmitem ao SNISweb, a partir de proposta para implementação das diretrizes estabelecidas pelo projeto ACERTAR e viabilizar a execução das auditorias por meio do desenvolvimento de um trabalho integrado entre as agências reguladoras de saneamento infranacionais com os comitês de bacia hidrográfica (Etapa 1);
- ✓ Proposição de um suporte técnico-administrativo a municípios com limitações orçamentárias a obterem financiamento para empenho exclusivo em ações que visam controle e redução de perdas, além de sugerir direcionamento desse recurso a ser solicitado, de acordo com o estágio de gestão das perdas em que o município alvo se encontra (Etapa 2);
- ✓ Integrar os Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos, principalmente a Outorga pelo direito de uso e a cobrança pelo uso da água para redução e controle de perdas (Etapa 3).

5.3.1. Proposta para atuação em conjunto de comitês de bacia hidrográfica e Agências Reguladoras para minimizar e/ou eliminar inconsistências dos dados transmitidos pelos prestadores de serviços de saneamento ao SNIS

A partir da análise dos dados transmitidos ao SNIS pelos municípios pertencentes ao CBH-TG e das visitas técnicas nos prestadores de serviços de saneamento da região contemplada pelo comitê em questão, foi possível constatar que, dentro da mesma bacia hidrográfica há diferentes estágios de desenvolvimento voltados ao controle e redução de perdas na comparação entre essas cidades. Um dos fatores que serviu de embasamento para tais afirmações foi a verificação de inconsistências nas informações transmitidas a respeito dos indicadores operacionais de água estudados, apresentados por alguns municípios, com base nos resultados obtidos nas análises realizadas na seção 5.1. desse trabalho.

Tendo em vista que essas inconsistências são geradas nas transmissões de informações não é exclusividade dos municípios pertencentes à bacia hidrográfica objeto desse estudo, mas de todo território nacional, o Ministério das Cidades, juntamente com a Associação Brasileira de Agências Reguladoras (ABAR), desenvolveu o projeto ACERTAR, que se materializou a partir da Portaria nº 719/2018, que instituiu metodologia para auditar as informações autodeclaradas para o SNIS pelos prestadores de serviços. As informações auditadas são avaliadas a partir de seu nível de confiança, que indica, segundo a Portaria nº 719/2018 do Ministério das Cidades, a capacidade do prestador de serviços gerar informações confiáveis com o seu relativo grau de segurança, e o nível de exatidão, que retrata o quanto os valores numéricos informados refletem com precisão a ocorrência dos eventos. Após a realização das etapas referentes à auditoria dos dados, se efetua a certificação das informações, que é dada a partir de notas, dadas de 0 a 7, geradas a partir da combinação das análises de confiança e de exatidão. A partir da certificação, algumas recomendações devem ser sugeridas, assim como o acompanhamento da implementação das melhorias (Brasil, 2018, ABAR; SNSA, 2018).

A ARES-PCJ (2023), implementou o projeto ACERTAR em um grupo de municípios que fazem parte do Consórcio-PCJ e, em fevereiro de 2023, realizou um evento para certificar 34 dos 66 prestadores de serviços de saneamento sob sua regulação, além de divulgação e premiação dos 10 melhores prestadores com relação à aplicação da metodologia. A medida visou incentivar e valorizar tanto as empresas de saneamento, quanto os servidores envolvidos no desenvolvimento e aprimoramento da metodologia, consequentemente fornecendo dados mais confiáveis ao SNIS.

A atuação subsidiária dos comitês de bacia hidrográfica na gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água, auxiliando os órgãos gestores, prestadores de serviços de saneamento e as agências reguladoras de serviços de saneamento (que são as responsáveis pela regulação, fiscalização, auditoria e certificação das informações transmitidas ao SNIS) pode ser um passo importante para a minimização do problema, já que uma vez identificado o ponto onde há as inconsistências nos dados transmitidos, é possível identificar possíveis gargalos a respeito do gestão de perdas, e, consequentemente, direcionar as primeiras ações referentes a redução e controle das perdas nas cidades alvo.

Os comitês de bacia hidrográfica possuem, dentre as atribuições elencadas pelo Art. 38 pela Lei Federal nº 9.433/1997, a competência de promover debate a respeito de questões voltadas aos recursos hídricos, além de articular a atuação das entidades intervenientes. Algumas agências reguladoras de serviços de saneamento têm, em seus documentos de criação (leis ordinárias, leis complementares, estatutos sociais, dentre outros), dispositivos que remetem a uma atuação conjunta do ente regulador com diversos atores responsáveis pela gestão de recursos hídricos e saneamento. Na Lei Complementar do Estado de São Paulo nº1.025/2007, responsável pela criação da ARSESP, por exemplo, em seu Art. 40, parágrafo 2º, estabelece que o Conselho Estadual de Saneamento (CONESAN), que é um órgão consultivo e deliberativo do Estado relativo à definição e implementação da política estadual de saneamento básico (Art.39), deverá se articular com os comitês de bacia hidrográfica para a formulação de propostas para seu plano de saneamento e seu acompanhamento (Brasil, 1997; São Paulo, 2007).

A partir de uma análise exploratória das legislações vinculadas à gestão de recursos hídricos (como a Lei nº9.433/1997), ao saneamento básico (como a Lei nº11.445/2007) e documentos normativos estaduais e locais relacionadas à regulação de serviços de saneamento realizada por Martins e Ottoni (2022), foi possível identificar uma relação de interdependência entre a atividade de regulação e as atribuições dos comitês de bacia hidrográfica, já que o uso de recursos hídricos por parte dos prestadores de serviços de saneamento, está subordinado ao plano de bacia hidrográfica da região, que por sua vez, são aprovados pelo comitê competente. Apesar de não haver uma relação direta interveniente, a atividade regulatória só se tornaria possível a partir da deliberação dos comitês a respeito dos usos de mananciais e águas subterrâneas.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2011b), o conjunto de resultados satisfatórios com relação à gestão integrada de recursos hídricos pode ser obtido a partir do trabalho contínuo em processos que visem a cooperação de todos os atores envolvidos, desde os comitês de bacia hidrográfica, os órgãos gestores, que exercem o papel de Agência de bacias, no âmbito infranacional, agências reguladoras de serviço de saneamento, conselhos estaduais de recursos hídricos, dentre outros, com a integração de procedimentos e instrumentos de gestão, além da harmonização entre as legislações e as normas aplicáveis a toda região contemplada por determinada bacia hidrográfica.

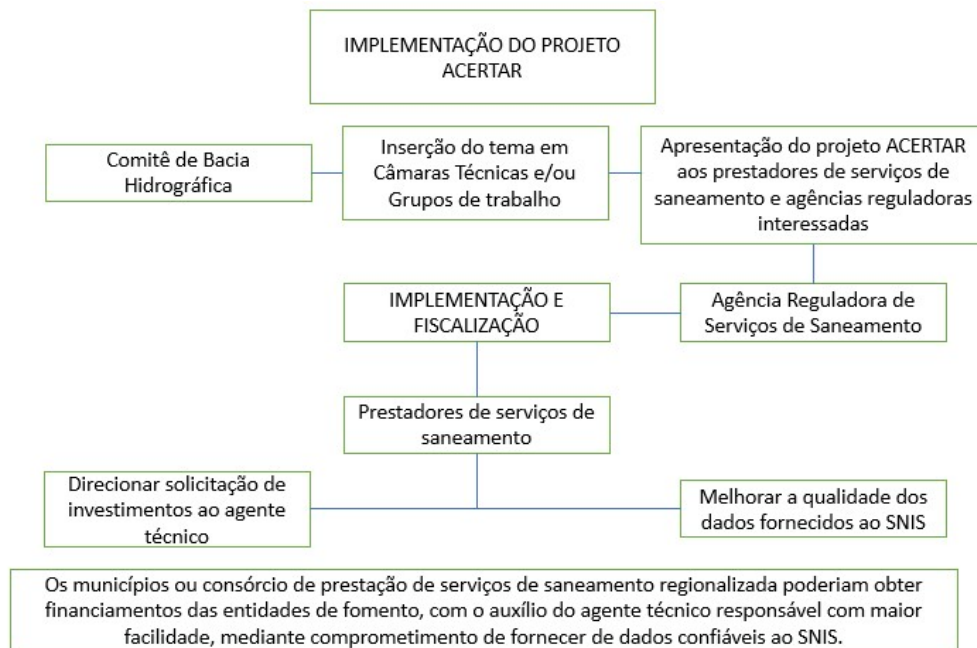
A partir da compreensão da correlação entre as atividades dos comitês de bacia hidrográfica e das entidades reguladoras, é possível conjecturar a discussão de caminhos a serem percorridos na integração entre a gestão de recursos hídricos e o saneamento básico, mais especificamente, em ações que visem a redução e o controle de perdas em sistemas de abastecimento de água, por meio de um debate aprofundado em câmaras técnicas e/ou visando a criação de grupos de trabalho específicos, por exemplo, para elucidar diversos pontos e gargalos da questão. A importância de se criar grupos de trabalho específicos para a questão das perdas em sistemas de abastecimento de água, com objetivo de integrar o tema ao planejamento estratégico institucional do comitê, conseqüentemente, elencando o assunto como uma das prioridades a serem discutidas, se dá pelo fato de que, o uso perdulário da água pode, como causa indireta, alterar significativamente a disponibilidade de recursos hídricos ao longo da bacia, já que as perdas podem implicar em um maior volume de água captado dos mananciais e dos aquíferos, podendo causar efeitos deletérios ao meio ambiente, além de afetar outros usuários do recurso hídrico em questão.

Portanto, a primeira proposta de política compensatória se baseia na integração de todos os atores envolvidos (comitês de bacia hidrográfica, órgãos gestores, prestadores de serviços de saneamento e agências reguladoras) nas questões referentes à gestão de recursos hídricos e saneamento básico, por meio da implementação dos procedimentos de auditoria e certificação estruturados e detalhados na Portaria 719/2018 e nos documentos manuais gerados que servem como guia para o agente regulador e o regulado do projeto ACERTAR. Os comitês de bacia hidrográfica atuam como o elo entre o prestador e o regulador, dentro de suas respectivas competências (promovendo debates com a sociedade civil, os usuários de água e com entidades responsáveis; criando grupo de trabalho dentro das câmaras técnicas; promovendo eventos de cunho informativo, oficinas e cursos de capacitação; dentre outras ações), auxiliando a implementação do projeto ACERTAR.

Os prestadores de serviços de saneamento aderentes ao projeto, que tiverem as informações transmitidas ao SNIS devidamente auditadas e certificadas, poderiam ter acesso facilitado a recursos financeiros de órgãos gestores, por exemplo, já que ao fim do procedimento de certificação, o prestador de serviços recebe sugestões e recomendações para melhorias. Com isso, o recurso a ser recebido poderia ser empenhado em tais ações recomendadas. Além disso, o trabalho das agências

reguladoras seria direcionamento para determinada finalidade, e, em futuras auditorias, essas entidades podem ter maior capacidade para examinar os investimentos realizados e o quais ações o município ou o consórcio de municípios que possui prestação de serviços regionalizada, desenvolveu a respeito da gestão de suas perdas. A Figura 46 ilustra tal proposta.

Figura 46 - Etapas de desenvolvimento da proposta de política compensatória referente a implementação do projeto ACERTAR e seus objetivos



Fonte: Autoria Própria.

5.3.2 Proposta para solicitação e direcionamento de recursos financeiros para desenvolvimento de atividades referentes a perdas em sistemas de abastecimento

Com base nos resultados obtidos a partir das análises realizadas na seção 5.1. desse trabalho, das informações coletadas com as visitas técnicas efetuadas aos prestadores de serviços de saneamento dos municípios alvo, além da consulta bibliográfica subsidiária, foi possível observar diferentes estágios de evolução do controle e redução de perdas em que os municípios, não somente aqueles pertencentes ao CBH-TG, objeto do estudo preliminar, mas em todo país se encontram. Há exemplos pontuais de cidades brasileiras que se destacam positivamente no quesito, apresentando resultados e tecnologias empregadas

comparadas a países de primeiro mundo. Em contrapartida, há, em número elevado, outras cidades ao longo de todo território nacional que possuem diversas limitações em suas infra-estruturas.

As causas primárias desse cenário são relacionadas, principalmente, ao nível de infra-estrutura que os sistemas de abastecimento que cada municipalidade possui e dos recursos financeiros disponíveis para empenho e o montante que cada localidade direciona à gestão de perdas. Esse fato decorre-se, basicamente, pelo potencial de investimentos que os diversos prestadores de serviços de saneamento distribuídos pelo território nacional possuem, além da destinação prioritária que cada entidade emprega seus respectivos orçamentos destinados à área. O processo de privatização dos serviços de saneamento na capital da Bulgária, Sófia, observada por Calichman (2020), por exemplo, viabilizou a captação de recursos e direcionamento de investimentos para ações que visavam a melhoria do sistema, tais como, a substituição de redes antigas de asbesto, implementadas nas décadas de 1960 e 1970, por tubulações de materiais mais resistentes e seguros, instalação de dispositivos de regulação de pressão, além da implementação de Distritos de Medição. A partir de uma análise preliminar do autor, a companhia pública que anteriormente realizava a gestão do saneamento, empregava de maneira dispendiosa e com pouca eficiência os recursos gerados.

Outro exemplo internacional de sucesso é o da De Watergroep, empresa prestadora de serviços de saneamento da Bélgica, que, com a capacidade de realizar grandes investimentos, tendo uma infra-estrutura grande e complexa, além de projetos bem planejados, consegue, com eficiência atingir todos os aspectos que envolvem um boa gestão de perdas, desde o combate a perdas aparentes ao limite do nível sustentável de combate a perdas reais (European Commission, 2015b). Como analisado anteriormente nesse estudo, a natureza do tipo de prestação de serviços só se torna relevante, a partir do momento em que há falta de recursos para investimentos e, em algumas situações, para intervenções pontuais corretivas. Portanto, a fonte de financiamento (público ou privado) é indiferente, desde que haja montantes suficientes para fomentar projetos e para a execução das ações necessárias.

Outro fator a ser analisado, é o crescimento populacional e a densidade demográfica de cada localidade. Regiões que possuem maior número de habitantes por quilômetro quadrado, tendem a apresentar maiores problemas com relação a

vazamentos e rompimento de tubulações, como projetou o estudo realizado por Ananda (2019), que relacionou a densidade demográfica e o aumento populacional repentino de regiões da Austrália e apontou maiores incidências de perdas em redes de abastecimento nessas regiões demasiadamente povoadas. Já Banovec e Domadenik (2018) demonstraram que o índice de vazamentos na infra-estrutura na cidade de Ljubljana, na Eslovênia, foi significativamente maior na região central, em comparação com as regiões periféricas. Ahopelto e Vahala (2020), projetaram que, 11% do total de municípios finlandeses enfrentará um aumento de demanda de água nos próximos 20 anos e que os prestadores de serviços de saneamento locais precisarão realizar estimativas para renovação do sistema de abastecimento para evitar perdas reais. As regiões brasileiras possuem diferentes densidades populacionais, como foi possível observar nesse trabalho, com relação à população dos municípios pertencentes ao CBH-TG. Por isso, é necessário realizar estudos caso a caso, e que as ações sejam direcionadas a partir da realidade de cada municipalidade e de suas projeções de crescimento.

Um outro parâmetro a ser observado é a sustentabilidade dos sistemas produtores de água tratada. O controle efetivo de perdas pode implicar em menores custos de operação, tais como o uso de produtos químicos utilizados no tratamento da água, além da economia de gastos com energia elétrica, fazendo com que o sistema de abastecimento se torne socialmente, economicamente e ambientalmente sustentável. Sala-Garrido e colaboradores (2021), propuseram um modelo matemático que alinhou os custos operacionais e as emissões de gases do efeito estufa na atmosfera pelas empresas prestadoras de serviços de saneamento inglesas e galesas, visando atingir a melhor performance das atividades referentes ao fornecimento de água tratada e o funcionamento do sistema de tratamento de esgoto, atingindo menores patamares de emissão de CO₂ e outros poluentes.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021), para que os prestadores de serviços de saneamento desenvolvam ações e programas que visem eficácia e eficiência na gestão de perdas, é necessário realizar diagnósticos técnico-operacionais do sistema de abastecimento, com base no conhecimento prévio da sua respectiva infra-estrutura local, além de compreender rotinas operacionais e comerciais dos operadores. A partir desse raio-x, o prestador de serviços estaria capacitado a compreender a real situação do seu sistema de abastecimento, podendo, dessa forma, elaborar estudos para viabilizar melhorias. As perdas possuem

naturezas distintas, portanto, há de se avaliar todos os tipos de ações a serem realizadas e seus custos, tais como os operacionais e os de capital.

Os custos operacionais são aqueles que envolvem todo o investimento necessário para o bom funcionamento do sistema de abastecimento de água, tais como, energia elétrica, produtos químicos, preço público da água, dentre outros. Já os custos de capital, são aqueles que envolvem a análise estrutural do sistema. Englobam nessa análise a capacidade da rede de distribuição, de reservação e bombeamento, de tratamento etc (European Commission, 2015a).

Para melhorias em processos de tomada de decisão, os gestores de saneamento trabalham com o chamado nível econômico de perdas. Para isso, analisa-se o custo-benefício das ações e em quanto tempo o investimento terá o retorno financeiro desejado. Dessa forma, as ações são classificadas, de acordo com o nível econômico de perdas como (European Commission, 2015a):

- ✓ de curto prazo, como o controle ativo de vazamento e regulagem de pressão das redes para combater perdas reais, além da substituição de parques de hidrômetros e o combate efetivo a fraudes como ações que visam mitigar as perdas aparentes. Os investimentos nessas atividades costumam retornar em um período de 5 anos ou menos, e envolve apenas os custos de operação;
- ✓ de longo prazo, como a substituição de redes antigas, com materiais obsoletos, setorização e a implementação de telemetria e de DMCs. São investimentos que possui um horizonte para retorno maior, de até 25 anos e envolvem os custos de operação e os custos de capital;
- ✓ sustentável, que analisa, além do valor econômico das ações necessárias, o custo ambiental e social. Geralmente são investimentos que levam menos tempo para retorno do que as ações de longo prazo, e são caracterizados por ações prioritárias, por exemplo, se a substituição das redes causará transtornos, ou se são extremamente necessárias naquele momento. Envolvem os custos operacionais e os de capital.

Para que os municípios brasileiros consigam realizar a análise de nível econômico de perdas sustentável, é necessário, primeiramente que, todas as ações relacionadas ao nível econômico de perdas a curto prazo estejam em fase de operação. A partir da análise dos dados referentes aos indicadores do SNIS selecionados para o estudo das cidades pertencentes ao CBH-TG realizadas nesse

trabalho, foi possível constatar que, em alguns locais, há diversas incertezas a respeito das informações fornecidas do índice de macromedicação. A precisão desse indicador é o primeiro item fundamental para compreender a dimensão do nível de perdas de uma localidade. Em outros, o combate ativo a perdas reais e o controle de pressão nas redes inexistem. Segundo documento referente a estudo de casos da European Commission (2015b), as experiências internacionais de sucesso com relação a pequenos municípios, como em regiões austríacas com menos de 5 mil habitantes, ou de locais com redes de distribuição muito antigas como Salsburg, são creditadas basicamente à implementação de ações de nível econômico de perdas a curto prazo, principalmente ao controle da pressão nas redes de distribuição, controle ativo de vazamentos, além de medições eficientes.

Quase a totalidade dos exemplos relatados no documento da European Commission (2015b), atribui a eficiência no controle de perdas dos casos estudados às ações relacionadas ao nível econômico de perdas a longo prazo executadas, tais como, a substituição das tubulações antigas e susceptíveis a rompimentos, boas construções, a qualidade e agilidade no reparo de vazamentos, a divisão das redes de distribuição em setores e, principalmente, à implementação dos Distritos de Medição e Controle, fundamentais para o diagnóstico preciso das “partes como um todo” do sistema de abastecimento. A partir desse ponto, é possível aprimorar, com maiores margens de sucesso, ações que buscam o nível econômico de perdas sustentável.

A partir da implementação das ações de longo prazo, é possível conjecturar a eficiência dessas medidas, por meio do desempenho que a companhia prestadora de serviços de saneamento apresentava antes e depois da execução das atividades. A empresa Iren Emilia, responsável pela operação dos sistemas de abastecimento de grandes províncias italianas, como Turin, Genova, Reggio Emilia, dentre outras, reduziu os vazamentos ativos em 50%, a necessidade do reparo de tubulações em 33% e o consumo de energia elétrica em 20%, em 14 sistemas em Reggio Emilia (European Commission, 2015b).

Portanto, a proposta de política compensatória envolve tratar situações diferentes, de maneiras diferentes, de acordo com suas diferenças. Municípios que apresentam cenários em que a gestão de perdas está em fase embrionária, devem direcionar investimentos e/ou solicitação de financiamento (em caso de insuficiência de recursos para empenho) para ações de mitigação com retorno de capital investido

a curto prazo, tais como, a aquisição de macromedidores e micromedidores, geofone(s), e dispositivo(s) para controle de pressão nas redes, além de efetuar o cadastro, principalmente dos grandes consumidores locais e um combate ativo a fraudes. Para um efetivo combate a perdas de municípios que possuem prestação de serviços de saneamento deficitária, o incentivo à prestação regionalizada, por meio da agregação desses municípios a outros com maior potencial de investimentos e maior infra-estrutura poderia ser considerado. Os comitês de bacia hidrográfica, por meio de grupos de trabalho, poderiam mapear a situação de cada município pertencente à bacia, e, propor, dentro de seus limites estabelecidos por lei, estudos que viabilizem a regionalização da prestação de serviços de saneamento desses municípios. Isso, além do fortalecimento dos municípios englobados nesse consórcio, facilitaria o direcionamento de recursos solicitados pelo agrupamento a entidades de fomento.

Os agentes técnicos, responsáveis pela avaliação do projeto referente ao recurso financeiro empenhado (reembolsáveis ou não), poderiam fiscalizar, dentro de suas competências atribuídas por lei, a fase de implementação e execução dessas iniciativas. Essa etapa poderia ser acompanhada também por integrantes do comitê de bacia hidrográfica da região em que a cidade é contemplada. Com as medidas em fase de operação, as agências reguladoras de saneamento infranacionais, poderiam realizar a fiscalização, por meio do livre acesso a dados relacionados à administração, informações contábeis e aos recursos técnicos, econômicos e financeiros dos prestadores de serviço de saneamento (seja municipal ou regional). A medida compensatória dessa proposta seria em função do acesso a novos financiamentos. Para que o município (ou o prestador de serviços) em questão pudesse ter aprovada a solicitação de novos aportes financeiros de natureza pública, as ações de curto prazo para mitigação de perdas nos sistemas de abastecimento deveriam estar implementadas e em pleno funcionamento, em sua totalidade.

As cidades ou consórcios que já executam as atividades relacionadas ao nível econômico de perdas a curto prazo, devem investir e/ou solicitar recursos para ações a longo prazo, como realizar projetos e implementar setorização e Distritos de Medição e Controle, com o auxílio da telemetria. Após a primeira etapa dos investimentos realizados pelas empresas prestadoras de serviços de saneamento, se o município necessitar de mais recursos para implementação de novos empreendimentos, caso se esses forem por fontes de recursos de natureza pública,

gerados por fundos de financiamento de projetos, a nova concessão deveria ser condicionada ao início da implementação das ações. Portanto, a contrapartida que os municípios e/ou unidade regionalizada dariam ao órgão de fomento, seria o comprometimento do investimento a partir do desenvolvimento inicial das medidas de controle e redução de perdas. A fiscalização dos recursos financeiros se daria pelo agente técnico e da eficiência da implementação das iniciativas pela agência reguladora infranacional.

As cidades que já possuem na gestão e controle de perdas tudo relacionado ao bom andamento, devem focar melhorias para atingir o nível econômico de perdas sustentável. As agências reguladoras, poderiam, nesse caso, medir a eficiência dessas ações, a partir de processo de auditoria, analisando todos os indicadores, de natureza ambiental, econômica, energética, dentre outros. Caso o prestador de serviços solicite financiamento para desenvolver novos empreendimentos, o agente técnico fiscalizaria tal aplicação. A Figura 47 ilustra a proposta de política compensatória.

Figura 47 - Etapas de desenvolvimento de proposta de política compensatória, baseada na natureza e direcionamento do investimento a ser realizado pelos municípios ou consórcios de prestação de serviços de saneamento



Fonte: Autoria Própria.

5.3.3 Proposta para integração dos instrumentos de gestão de recursos hídricos à gestão de perdas

Os instrumentos de gestão de recursos hídricos são fundamentais para induzir determinados comportamentos sociais, a partir da limitação quantitativa de uso, a regulação para determinado uso (por exemplo, a utilização de rios para descarte de efluentes, que afete os demais usuários), a fixação de preços, dentre outros. Além disso, há a ocorrência de eventos relacionados à escassez hídrica, que geralmente são causados por fatores, tanto naturais (períodos de secas severas), quanto antrópicos (uso inadequado da água, que afete sua disponibilidade, seja por quantidade ou por qualidade), podendo ocasionar situações de restrição hídrica, que é caracterizada pela oferta de água insuficiente para determinados usos, em regiões ou bacias hidrográficas (ANA, 2019a).

Para evitar o agravamento do cenário descrito, todos os esforços para minimizar os conflitos pelo uso da água e danos ao meio ambiente são extremamente necessários, e os instrumentos de planejamento, regulatórios e os econômicos de são fundamentais para o sucesso das medidas. Com base nos resultados obtidos nas etapas anteriores e em consultas bibliográfica, esse trabalho buscou nessa etapa, a viabilidade da utilização de instrumentos de gestão de recursos hídricos na questão do controle e redução das perdas em sistemas de abastecimento público, já que, o uso perdulário da água possui consequências econômicas, sociais e ambientais.

A outorga de direito de uso, instrumento regulatório de gestão de recursos hídricos, pode contribuir diretamente com a questão do uso racional da água. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2019a), vem introduzindo condicionantes nas novas solicitações de outorgas, dentre elas, a eficiência de sistemas de irrigação (para produtores rurais, por exemplo), além do aumento de cobertura de tratamento de esgoto e do controle e redução de perdas, no caso dos prestadores de serviços de saneamento. As concessões, nesses casos, tiveram como fator limitante da outorga, o cumprimento de compromissos voltados aos temas. Segundo a ANA (2019a), apesar das iniciativas, para que esse instrumento tenha maior assertividade na questão do esgotamento sanitário e da redução de perdas em sistemas de abastecimento, é necessário um trabalho integrado entre as entidades concedentes de outorgas pelo direito de uso e as agências reguladoras de

saneamento, para que as medidas contidas nas contrapartidas adicionadas ao documento de concessão sejam, de fato, executadas.

A cobrança pelo uso da água, instrumento econômico de gestão de recursos hídricos, segundo a ANA (2019b), quando bem implementada, pode incentivar o uso de tecnologias mais eficientes no uso da água, gerar receitas a serem aplicadas na gestão dos recursos hídricos e em ações que visam a recuperação de bacias hidrográficas, além estimular a redução do volume outorgado de água, já que em diversas localidades brasileiras onde a cobrança pelo uso da água foi implementada, considera para efeito de cálculo, não apenas o volume captado, mas principalmente o volume solicitado no documento de outorga. Esse tipo de modelo é comumente adotado devido ao fato de que a outorga gera uma expectativa de direito de uso da totalidade do volume, e os demais usuários não são autorizados a utilizar o volume excedente. A redução do volume outorgado pode ser um indicador de eficiência em medidas de controle de perdas.

Alguns comitês de bacia hidrográfica inseriram coeficientes multiplicadores para o setor de saneamento básico para perdas em sistemas de abastecimento, vinculados aos indicadores adotados atualmente pelo SNIS. Como foi possível constatar a partir dos resultados obtidos nas etapas anteriores, com relação ao estudo dos dados transmitidos pelos municípios pertencentes ao CBH-TG, há nessas informações muitas incertezas e inconsistências, o que dificultaria a utilização desses dados. Teixeira *et al.* (2019) realizaram um estudo referente à inserção de informações a respeito do índice de perdas na distribuição na cobrança pelo uso da água, visando adicionar um coeficiente a partir do indicador de perdas ao preço público final do bem e apontaram que a falta de confiabilidade de alguns desses dados, poderia comprometer resultados, sugerindo como melhoria, um controle externo com relação ao envio dos dados pelos prestadores de serviços de saneamento.

Para viabilizar a aplicação de um coeficiente, tanto visando aumentar ou até mesmo diminuir o valor da cobrança pelo uso da água, portanto, isso seria aplicável com algum grau de efetividade, e com critérios bem estabelecidos, apenas em um horizonte de longo prazo. Na contramão da iniciativa de implementação de novos coeficientes nos cálculos do valor da água, segundo um estudo realizado pela ANA (2019b), a partir de diversas experiências internacionais, foi recomendado que, para uma cobrança efetiva, as equações para cálculo do valor a ser cobrado devem ser as

mais simples possível. A falta de simplicidade dificulta o entendimento, por parte da sociedade e dos usuários submetidos à cobrança, do valor final a ser pago. Além disso, coeficientes multiplicadores menores que o fator 1, causariam baixo impacto no preço público final, e pelo fato de serem vinculados a metas, tornariam as avaliações futuras mais complicadas.

No entanto, desenvolver metodologias para a cobrança pelo uso da água pelo tipo de atividade desenvolvida e em diferentes cenários de disponibilidade hídrica (em períodos de cheias e de secas), pode se tornar um incentivo para redução das perdas em sistemas de abastecimento. O Estado do Ceará, que é, segundo a ANA (2019b), referência nacional na aplicação desse instrumento de gestão, utiliza-se de tarifas de contingência em períodos de escassez hídrica. Já o estudo realizado por Brea-Solis *et al.* (2017), dentre as diversas propostas, sugeriu à Agência Ambiental, que regula o setor de água da Inglaterra e do País de Gales, a implementação de um sistema adicional de cobrança em períodos de escassez em função do volume de água captado pelas empresas de saneamento.

Os comitês de bacia hidrográfica, após discussão sistemática dos desafios a serem enfrentados nas bacias hidrográficas de suas circunscrições, devem adotar medidas no sentido de construir o plano de recursos hídricos, mais precisamente, o plano de bacia hidrográfica da região (instrumento de planejamento). Esse plano, segundo a ANA (2011b), deve contemplar a implementação integrada dos instrumentos de gestão e a realização de diversas ações que contribuam para melhorias nos processos de gerenciamento das águas. Dentre essas medidas, podem ser elencadas: o cadastro dos usuários, regularização dos usos, revisão de outorgas, discussão da implementação da cobrança e a criação e consolidação das informações sobre a bacia. Com base no diagnóstico e nas principais características da bacia, seria possível elencar temas prioritários para tomada de decisões em plenário.

A construção dos planos de bacia hidrográfica, segundo a ANA (2011b), é uma decisão estratégica, pois esses documentos contêm elementos objetivos que nortearão as ações e tomadas de decisão. A integração do controle e redução de perdas aos instrumentos de gestão de recursos hídricos, passa, portanto, pela inclusão do tema na etapa do planejamento estratégico institucional, primeiramente, onde se elencará as prioridades dos temas a serem abordados na bacia, além da adoção de medidas para a criação do plano de bacia hidrográfica. Nele, é possível

materializar a adoção de critérios para inserção da gestão de perdas aos demais instrumentos de gestão de recursos hídricos.

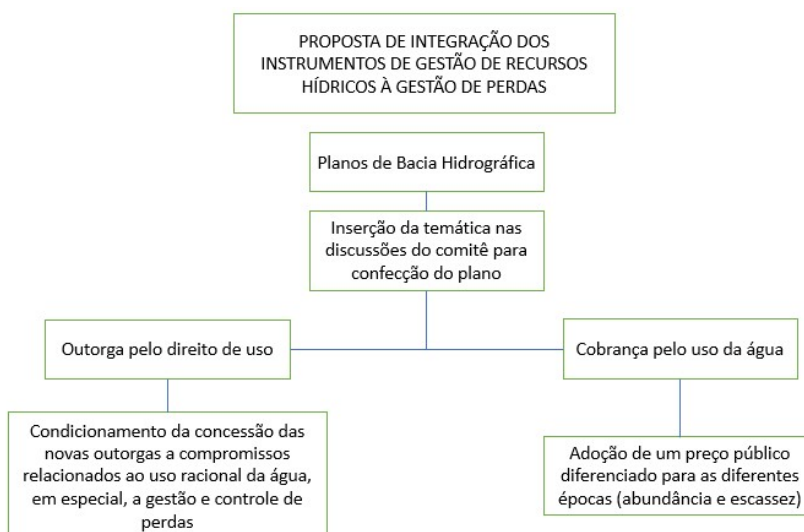
Com base na premissa de que, o plano de bacia hidrográfica é um instrumento de gestão voltado ao planejamento das ações, a proposta de política compensatória, buscando a integração entre os instrumentos de gestão de recursos hídricos, elencados na Lei 9.433/1997 e a gestão de perdas em sistemas de abastecimento, teria início a partir da inserção da temática nas discussões dos comitês, visando a construção do plano com diagnóstico geral e de cada cidade, além da orientação de ações voltadas ao controle de perdas na região circunscrita pelo respectivo comitê. Nesse processo, poderia ser objeto de análise, por exemplo, a vazão outorgada para o setor de saneamento. Como foi possível observar a partir dos estudos realizados nas etapas anteriores desse trabalho, alguns municípios pertencentes ao CBH-TG apresentaram vazão outorgada superestimada, quando esse valor foi transformado na unidade de L/hab.dia e confrontado com índice de consumo *per capita* autodeclarado ao SNIS de cada cidade. Assim sendo, algumas dessas vazões outorgadas poderiam ser revistas, já que a outorga consiste em um direito reservado ao outorgado de usufruir aquele determinado volume, limitando o uso desse recurso hídrico excedente aos demais usuários. Outras medidas poderiam ser incluídas, tais como, a implementação de cobrança diferenciada para o setor, em virtude da questão das perdas. Além disso, a utilização dos demais instrumentos de gestão de recursos hídricos voltadas à questão do saneamento, mais precisamente, na gestão de perdas em sistemas de abastecimento teria sua viabilidade consolidada a partir da criação do plano de bacia hidrográfica, com a temática como parte integrante dele.

A concessão de novas outorgas pelo direito de uso mediante condicionantes foi aplicada com sucesso a partir da resolução conjunta ANA/DAEE nº 926 de 2017 e o uso em outras circunstâncias poderia ser considerada, principalmente em localidades onde as ações voltadas à gestão de perdas ainda se encontra em fase embrionária. Partindo do pressuposto de que os gestores municipais poderiam alegar que a recusa da concessão da outorga, em um curto prazo, prejudicaria a população usuária da água tratada, a contrapartida seria cobrada em função do cumprimento do acordo inicialmente estabelecido. O órgão gestor poderia optar pela não concessão de novas vazões, além de, a qualquer momento, cassar o direito pelo uso daquela outorga inicialmente aprovada. Para que esse mecanismo de política compensatória produzisse efeito prático, o comitê de bacia hidrográfica em questão necessitaria da

colaboração dos demais atores envolvidos, tais como, os prestadores de serviços de saneamento, as agências reguladoras infranacionais, além do agente técnico, que atua como a entidade gestora do comitê de bacia hidrográfica.

Como analisado anteriormente, a implementação de novos coeficientes na equação geradora do valor a ser pago pelo uso da água só seria viável, caso esses influenciassem significativamente o preço público final, os dados do SNIS tivessem grau de confiabilidade aceitável, e a cobrança pelo uso da água, como um todo, estivesse devidamente consolidada na bacia hidrográfica de interesse. Uma alternativa viável e aplicada tanto nacionalmente, quanto em diversas localidades do globo terrestre, voltada a cobrança pelo uso da água é a diferenciação do preço público do bem natural nas épocas de abundância e em períodos de estresse hídrico. Porém, o sucesso da implementação dessas iniciativas depende fundamentalmente da diferença dos valores a serem cobrados, adotando um preço substancialmente maior ao volume de água captado em períodos de escassez. Além disso, é importante a criação de mecanismos para que esse valor não seja repassado integralmente ao consumidor final. Como a cobrança pelo uso da água não está consolidada, sendo possível observar que o mecanismo se encontra em diferentes estágios pelo país, essa proposta de uso desse instrumento de gestão seria viável apenas a longo prazo. A Figura 48 apresenta o esquema representativo da proposta.

Figura 48 - Etapas de desenvolvimento de política compensatória envolvendo a integração dos instrumentos de gestão de recursos hídricos à gestão de perdas



Fonte: Autoria Própria.

6 CONCLUSÃO

As perdas em sistemas de abastecimento de água, embora seja um tema frequentemente abordado, apresenta-se ainda em diferentes estágios nas mais diversas localidades do país. Isso pôde ser observado a partir do estudo realizado com os municípios pertencentes ao Comitê de Bacias Hidrográficas dos rios Turvo e Grande (CBH-TG), na região Noroeste do Estado de São Paulo, utilizando alguns indicadores operacionais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). A partir da análise dos dados transmitidos ao SNIS pelos prestadores de serviços de saneamento de 66 municípios, foi possível constatar que, dentro da mesma circunscrição da região englobada pela bacia hidrográfica, há diferentes realidades com relação ao controle de perdas, sendo que, em algumas cidades, a gestão das perdas está em nível avançado, com iniciativas implementadas semelhante à de países que são referência na questão e outras que esse controle é praticamente inexistente.

A identificação dessas realidades foi possível, considerando as inconsistências e contradições observadas nos valores dos indicadores IN049 (índice de perdas na distribuição), IN022 (índice de consumo *per capita*), IN011 (índice de macromedição) e IN009 (índice de hidromedição), de maneira isolada e quando se efetuou a análise conjunta desses dados. Um padrão frequentemente observado foi que, alguns municípios que declararam baixo valor de IN049, informaram valores de IN022 considerados elevados. Isso, pode ser atribuído à incapacidade local de distinção entre consumo e perdas. Além disso, foram observados nesses municípios, dados com incertezas a respeito do volume de água que entra no sistema, a partir do IN011. Embora o índice, isoladamente, não forneça ferramentas suficientes para avaliar a eficiência da gestão de perdas de uma localidade, esse indicador representa o primeiro passo para tal, já que, não é possível dimensionar o que não se pode mensurar.

Dois fatores foram analisados e associados às informações transmitidas ao SNIS: o tipo de prestador de serviços de saneamento e o tamanho populacional. Ambas as variáveis foram significativas, porém, a primeira apresentou maior impacto. Na região contemplada pelo CBH-TG, há municípios com população inferior a 27 mil habitantes e que apresentaram certa consistência nos dados e outros em que as inconsistências foram consideráveis. O tipo de prestação de serviços, nesses casos

foi o fator determinante para essas diferenças. Os municípios que possuem a administração pública direta como executor dos serviços de saneamento foram os que mais apresentaram inconsistências nos dados. O principal fator que pode ser atribuído a essa questão é que, na maioria dos casos, o orçamento disponível para o saneamento básico dessas cidades é limitado. Além disso, parte considerável desse recurso está empenhado para quitar débitos primários, como aqueles referentes à tarifa de energia elétrica empregada nos processos, dificultando o emprego de ações voltadas a redução e controle de perdas. Um sistema de gestão de perdas eficiente exige, fundamentalmente, investimentos substanciais.

As informações obtidas nas visitas técnicas nos prestadores de serviços de saneamento dos municípios de São José do Preto, Votuporanga e Fernandópolis subsidiaram o tratamento de dados realizado na fase anterior desse trabalho. Nessa etapa em campo, foi possível observar os diferentes estágios que esses municípios pertencentes ao CBH-TG estavam na questão da gestão das perdas, além de compreender como cada gestor de saneamento empenha seus recursos, a infraestrutura de cada sistema de abastecimento, a instrumentação utilizada, as ferramentas operacionais empregadas, como o Fator de pesquisa (FP) e a Vazão Mínima Noturna (VMN), uso de IoT, dentre outros. Dos municípios visitados, São José do Rio Preto e Fernandópolis apresentaram sistema de gestão de perdas consolidados e o município de Votuporanga em fase de implementação de ações.

As políticas compensatórias, que foram o tema principal desse trabalho, foram propostas a partir de gargalos observados no desenvolvimento dessa pesquisa. As principais lacunas identificadas foram: o grau de confiabilidade dos dados transmitidos ao SNIS e, principalmente, a falta de recursos próprios para investimentos de alguns municípios. As informações autodeclaradas pelos prestadores de serviços de saneamento são largamente utilizadas como referência para diversos indicadores voltados ao saneamento básico no país.

O projeto ACERTAR, creditado pela ABAR, refere-se a procedimento de auditoria a ser adotado pelas agências reguladoras de saneamento, seguido de certificação, baseado na qualidade dos dados enviados. Experiências regionais mostraram que é possível a obtenção de melhorias nos graus de confiabilidade das informações, a partir da implementação do projeto.

A primeira sugestão de política compensatória foi baseada na proposição de implementação e desenvolvimento do projeto ACERTAR em municípios circunscritos

pela mesma região contemplada por determinado comitê de bacia hidrográfica. Nessa proposta, o elo entre o agente regulador e o regulado seria o comitê de bacia hidrográfica, que, dentro de suas atribuições, participaria da etapa de pré implementação, a partir da apresentação e divulgação do projeto. As agências reguladoras implementariam o projeto ACERTAR aos prestadores de serviços de saneamento interessados em submeter suas informações autodeclaradas à auditoria. O mecanismo de compensação dessa proposta seria garantir uma forma acessível para angariar recursos provenientes de entidades de fomento pública sob a condicionante de fornecer dados com grau de confiabilidade aceitável. Esse tipo de política visa incentivar os municípios, ou consórcios de municípios com prestação regionalizada buscar fornecer informações com maior qualidade, já que essas informações compõe o banco de dados da série histórica do SNIS.

De acordo com a literatura técnico-científica nacional e internacional, fatores como a saúde financeira do prestador de serviços, o crescimento populacional e a densidade demográfica, a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento tem influência direta nas medidas a serem aplicadas. As ações frequentemente adotadas em diversas localidades do planeta são: a instalação de macromedidores, controle de pressão nas redes, controle ativo de vazamentos, combate a fraudes e substituição de hidrômetros (investimentos com retorno de curto a médio prazo), a substituição de tubulações antigas e a implementação de distritos de medição e controle com telemetria e aliado à setorização operacional (investimentos com retorno de longo prazo).

A segunda proposta de política compensatória se baseou em experiências nacionais e internacionais a respeito da instrumentação, ferramentas e ações adotadas, o estágio de desenvolvimento da gestão de perdas do município ou consórcio, e o direcionamento de financiamento público por entidades de fomento de medidas voltadas ao controle e redução de perdas, com o auxílio de estudos realizados pelos comitês de bacia hidrográfica. Municípios em fase inicial deveriam solicitar recursos para execução de investimentos com retorno a curto prazo e municípios que possuem as ações de curto prazo implantadas, deveriam solicitar recursos para execução de medidas de longo prazo. O mecanismo de compensação se dá a partir da fiscalização e o condicionamento de novos financiamentos a partir da implementação das ações. Essa proposta de política visou a necessidade imediata de cada município, de acordo com sua situação da gestão de perdas.

A utilização dos instrumentos de gestão de recursos hídricos associada a gestão de perdas pode ser uma alternativa viável para buscar o uso racional da água e preservar a quantidade e a qualidade do bem natural, tanto em bacias hidrográficas, quanto em aquíferos. Foi possível constatar, a partir do estudo comparativo a respeito da vazão outorgada por número de habitantes e o indicador de consumo *per capita* adotado pelo SNIS dos municípios pertencentes ao CBH-TG, que algumas localidades apresentaram vazões outorgadas superestimadas. O Estado de São Paulo, por exemplo, segundo a ANA (2019), possui, dentre todas as solicitações de outorgas estaduais, vazão outorgada para abastecimento público maior, comparado aos demais usos da água. Por isso, é fundamental a criação de mecanismos para evitar que novas concessões sejam solicitadas, sem que haja comprometimento do prestador de serviços de saneamento com o uso racional da água. A proposta de política compensatória condicionando as novas outorgas à adoção de medidas voltadas ao controle e redução de perdas, aliado à implementação da cobrança diferenciada em épocas de escassez poderia atingir esse objetivo. Porém, para que se possa lograr êxito com essas ações, os atores envolvidos deveriam estar engajados conjuntamente e a implementação dos instrumentos de gestão na bacia correspondente precisaria estar consolidada. Como há diferentes situações a respeito da operação desses instrumentos no país, o mecanismo de compensação proposto atingiria suas metas apenas em cenários de longo prazo.

O Brasil integra a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, e esse trabalho foi intencionado a contribuir para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 (Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos), efetivamente na meta de 6.4., referente a aumentar substancialmente a eficiência do uso da água e reduzir o número de pessoas que sofrem com escassez hídrica, a meta de 6.5., aumentando a gestão integrada dos recursos hídricos e a meta 6.6. visando a proteção e restauração de ecossistemas relacionados com a água, principalmente rios e aquíferos.

Além disso, indiretamente, a pesquisa pode contribuir para a atingir objetivos das ODS 9 (Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação), com a meta 9.1. com o desenvolvimento de infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e resiliente, a ODS 11 (Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis), com a meta 11.3, aumentando a urbanização inclusiva e sustentável, a ODS 12

(Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis), com a meta 12.2. que visa a gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais e a ODS 13 (Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos), com a meta 13.1. voltada a reforçar a resiliência e a capacitação a riscos relacionados ao clima e catástrofes naturais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**, 332p, Brasília, 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos**. Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 1, vol. 7, 80p, Brasília, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Cobrança pelo uso dos recursos hídricos**. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil, 80p, Brasília, DF: ANA, 2019b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. Entidades Infranacionais. Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/saneamento-basico/agencias-infranacionais>. Acesso em: 31 out. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília, DF: ANA, 2013a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Mapa de ações de gestão por Bacias Hidrográficas**. Brasília, DF: ANA, 2006.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **O Comitê de Bacia Hidrográfica, prática e procedimento**. Brasília, 2011b. 81 p. (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 2).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos**. Brasília, DF: ANA, 2011a. 50 p. (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 6).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos**. Brasília, DF: ANA, 2019a. 76 p. (Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos d'água**. Brasília, DF: ANA, 2013b. 68 p. (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 5).

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL - ADASA. **Manual técnico e administrativo de outorga de direito de uso de recursos hídricos no Distrito Federal**. Brasília, DF: ANA, 2021.

AGÊNCIA REGULADORA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – ARES-PCJ. **ARES-PCJ premia prestadores que se destacaram na metodologia Acertar**. Americana: ARES-PCJ, 2023. Disponível em: <https://www.arespcj.com.br/conteudo/ares-pcj-premia-prestadores-que-se-destacaram-na-metodologia-acertar>. Acesso em: 31 out. 2023.

AGÊNCIA REGULADORA DOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – ARES-PCJ. **Estatuto Social**. Americana: ARES-PCJ, 2015.

AHOPELTO, S.; VAHALA, R. Cost–Benefit Analysis of Leakage Reduction Methods in Water Supply Networks. **Water**, [S. l.], v. 12, n. 195, p. 1-15, 2020.

AMORIM, A.L.; RIBEIRO, M.M.R.; BRAGA, C.F.C. Conflitos em bacias hidrográficas compartilhadas: o caso da bacia do rio Piranhas-Açu/PB-RN. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21 n. 1, p. 36-45, 2016.

ANANDA, J. Determinants of real water losses in the Australian drinking water sector. **Urban Water Journal**, Oxfordshire, v. 16, n. 8, p. 575-583, 2019.

ANDRADE SOBRINHO, R. **Gestão das perdas de água e energia em sistemas de abastecimento de água da embasa**: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. 2012. 288 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS ESTADUAIS DE SANEAMENTO - AESBE. **Guia prático de procedimentos para estimativa de submedição no parque de hidrômetros**. Volume 3. Brasília, DF: AESBE, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – ABES. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP. **Usos múltiplos e proposta de revisão de metodologia de cobrança pelo uso da água**: Regiões Hidrográficas II, III, IV, VII e IX do Estado do Rio de Janeiro. Resende: AGEVAP, 2018.

BANOVEC, P; DOMADENIK, P. Defining Economic Level of Losses in Shadow: Identification of Parameters and Optimization Framework. **Proceedings**, v. 2, n. 599, p. 1-9, 2018.

BASTOS JUNIOR, A. T. **Manual prático de projetos de instalações de combate a incêndio do Rio Grande do Norte**. 2019. 223f. Monografia (Graduação) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020). Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso em: 30 jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 30 jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 03 jan. 2022.

BRASIL. **Lei nº 9.984 de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. (Redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9984.htm. Acesso em: 30 jan. 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria nº 719, de 12 de dezembro de 2018**. Diário Oficial da União. seção 1, ed. 239, p. 85, Brasília-DF, 2018.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2019**. Brasília, 2020a.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico temático serviços de água e esgotos: visão geral: ano de referência – 2020**. Brasília, Brasil, 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Diagnóstico temático Serviços de água e esgotos: gestão técnica de água: ano de referência – 2020**. Brasília, Brasil, 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 926 de 29 de maio de 2017**. Diário Oficial da União. seção 1, ed.103, p. 48, Brasília-DF, 2017.

BREA-SOLIS, H.; PERELMAN, S.; SAAL, D. Regulatory incentives to water losses reduction. The case of England and Wales. **Journal of Productivity Analysis**, New York, v. 47, p. 259-276, 2017.

BURGARDT, L. K. B.; OLIVEIRA, A. S. Interface entre as políticas de recursos hídricos e de saneamento básico para proteção de mananciais. *In*: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE REGULAÇÃO E 6º EXPO ABAR. **Anais** [...], Foz do Iguaçu, 2021.

CALICHMAN, L. The Bulgarian Water Crisis and Privatization. **Studies in Applied Economics**, v. 170, 2020.

CAMPOS, S. K. **Elaboração de um Manual Técnico e Proposta de Adequação da Proposta da Resolução COAMA 03/12 para fins de Licenciamento Ambiental**. 2019. 207 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2019.

CAVALCANTI, B. S.; MARQUES, G. R. G. Recursos Hídricos e Gestão de Conflitos: a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. **Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 4-16, 2016.

CEDRAL. Prefeitura Municipal. **Portal da Transparência**. Cedral, 2023. Disponível em: <http://200.95.195.86:8081/transparencia/>. Acesso em: 13 maio 2023.

CEZAR, C. O. **Uso de *python* e conceitos de internet das coisas aplicados à técnicas vibro-acústicas clássicas para detecção de vazamentos**. 2021. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2021.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ – CBH-AT. **Deliberação CBH-AT nº 15, de 13 de agosto de 2015**. Aprova manifestação sobre a renovação da outorga do Sistema Cantareira em 2015. Disponível em: <https://comiteat.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/Delibera%C3%A7%C3%A3o-CBH-AT-15-de-13.08.2015-Aprova-manifesta%C3%A7%C3%A3o-sobre-a-renova%C3%A7%C3%A3o-da-outorga-do-Sistema-Cantareira-em-2015.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS TURVO/GRANDE -CBH-TG. **Relatório de situação dos recursos hídricos**. São José do Rio Preto, Brasil, 2022.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP.

Disponível em:

<https://www.sabesp.com.br/site/interna/Municipio.aspx?secaold=18&id=210>. Acesso em: 31 out. 2023.

CORREA, N. F.; FILHO, J. L.; CAVANI A. C. M.; TAVARES, T.; LIMA, J. M. Prospecção de Ações Recomendadas para a Gestão Estratégica das Águas Subterrâneas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 20., 2018, Campinas. **Anais** [...], Campinas: ABAS, 2018, p.1-4.

COSTA, A. C. G.; MURATA, A. T. Discurso de atores sociais frente o uso e acesso aos bens naturais: o caso dos pescadores artesanais de Matinhos-PR. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 535-550, 2016.

COSTA, A. C.; ALMEIDA; A. P. Aplicação dos Recursos da Cobrança pela Entidade Delegatária: o Caso da Bacia do Rio Paraíba do Sul. **REGA**, v. 15, ed. 4, Porto Alegre, 2018.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO DE JUNDIAÍ – DAE S/A. **Plano de Gestão de Perdas de Água e de Energia**. Jundiaí, 2019.

DUARTE, R. Pesquisa Qualitativa: Reflexões sobre o campo de trabalho. **Cadernos de Pesquisa**, n. 115, p.139-154. ISSN 1980-5314, 2002.

EGENHOFER, C.; ALESSI, M.; TEUSCH, J.; FERRER, J. N. **Which Economic Model for a Water-Efficient Europe?** CEPS Task Force Report; CEPS: Brussels, Belgium, 2012.

EUROPEAN COMMISSION. **EU Reference document Good Practices on Leakage Management WFD CIS WG PoM. Case Study document**. European Union, 2015b.

EUROPEAN COMMISSION. **EU Reference document Good Practices on Leakage Management WFD CIS WG PoM Main Report**. European Union, 2015a.

FINKLER, N. R.; MENDES, L. A.; BORTOLIN, T. A.; SCHNEIDER, V. E. Cobrança pelo uso da Água no Brasil: uma Revisão Metodológica. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 33, p. 33-49, 2015.

FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - FEHIDRO. **Sistema de informações gerenciais do FEHIDRO**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/FEHIDRO/Proposta/PropostaPublicaResumo.aspx?idPagina=16909>. Acesso em: 14 ago. 2023.

HERYANTO, T.; SHARMA, S. K.; DANIEL, D.; KENNEDY, M. Estimating the Economic Level of Water Losses (ELWL) in the Water Distribution System of the City of Malang, Indonesia. **Sustainability**, [S. l.], v.13, n. 6604, p.1-15, 2021.

HOUDRET, A. The Water Connection: Irrigation and Politics in Southern Morocco. **Water Alternatives** v. 05, n. 2, p. 284-303, 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2021.

IPIGUÁ. Prefeitura Municipal. **Portal da Transparência**. Ipiruá, 2023. Disponível em: <http://187.9.195.187/E1/DespesaFuncao>. Acesso em: 10 ago. 2023.

KHEIRINEJAD, S.; BOZORG-HADDAD, O.; SINGH, V. P.; LOÁICIGA, H.A. The effect of reducing per capita water and energy uses on renewable water resources in the water, food and energy nexus. **Scientific Reports**, v. 12, n. 7582, p. 1-17, 2022.

KUSTERKO, S.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L.; CHAVES, L. C. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 615-626, 2018.

LORINI, L. P. A ARSESP e agências reguladoras do Reino Unido: um estudo comparado. **Fundação Getúlio Vargas**. São Paulo, 2018.

MALM, A.; SVENSSON, G.; ROSTUM, J.; AXELL, L. Sustainable Economic Level of Leakage in Norway and Sweden – Manual of Practice. **Water Practice & Technology** v. 15, n. 2, p. 343-349, 2020.

MANZI, D.; RAMIREZ, D. B.; MARTINS, E. Determinação de Indicadores de Investimentos para Redução de Perdas a Partir da Instrumentação e Estudo de um Distrito de Medição e Controle – DMC. *In*: 29º CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, **Anais** [...], São Paulo, 2018, p. 1-15.

MARCONDES, R. A. C. **Estudo do uso das tubulações de PEAD em sistemas de distribuição de água no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Ciências), 103f, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental, São Paulo, 2023.

MARTINS, D. S.; OTTONI, A. B. A participação dos comitês de bacia na regulação do saneamento básico de água e esgoto. **Brazilian Journal of Development**, São João dos Pinhais, v. 8, n. 1, p. 2517-2537, 2022.

MATTAR, G. R. **Avaliação do processo de implantação de auditoria interna governamental no DAAE de Araraquara – SP**. Dissertação (Mestrado em Gestão de Organizações e Sistemas Públicos.), 120f, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2023.

MIRASSOLÂNDIA. Prefeitura Municipal. **Portal da Transparência**. Mirassolândia, 2023. Disponível em: <http://186.227.16.54:5656/Transparencia/>. Acesso em: 04 ago. 2023.

NOTISSO, P. F.; FORMIGA, K. T. M. Avaliação de Alocação de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Inhanombe, Moçambique. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.13, n. 4, p.1870-1885, 2020.

NOVAIS. Prefeitura Municipal. **Portal da Transparência**. Novais, 2023. Disponível em: <http://transparencia.novais.sp.gov.br:5656/transparencia/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

OKAWA, C. M. P.; ZUFFO, A. C.; DESCOVI, C. S.; ARAÚJO, A. A. Gestão participativa das partes interessadas em área de manancial: uma abordagem usando análise multicritério. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 26 n. 2, p. 239-249, 2021.

OLIVEIRA, L. F.; FORTUNATO, J. A.; VIEIRA P. R.; REIS, M.; FERREIRA, P. S. M. Plano de otimização operacional de um setor de abastecimento: estudo de caso. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE, 30., 2018, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: AESABESP, 2018, p. 1-20.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Cobranças pelo uso de recursos hídricos no Brasil**: caminhos a seguir. Paris: Éditions OCDE, 2017.

OSWALD SPRING, Ú. Water Conflicts, Megalopolises and Hydrodiplomacy. *In*: Earth at Risk in the 21st Century: Rethinking Peace, Environment, Gender, and Human, Water, Health, Food, Energy Security, and Migration. **Pioneers in Arts, Humanities, Science, Engineering, Practice**, [S. l.], v. 18, 2020.

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCDA. **Guias Práticos**: técnicas de operação em sistemas de abastecimento de água. Volume 1 a 5. Brasília: PNCDA; Ministério das Cidades/SNSA, 2007.

REZENDE, S.; ROLAND, N.; RIBEIRO, R. V. B. L. Estudo dos determinantes do consumo per capita de água nos municípios brasileiros. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: ABES, 2015.

RIBEIRO, M. M. R.; FERREIRA, J. G.; AMORIM, A. L.; SCHMIDT, L. Bacias hidrográficas compartilhadas no Brasil e na Península Ibérica: buscando consensos via mecanismos de resolução de conflitos. *In*: PHILIPPI JR, A., SOBRAL, M. C. (eds.). **Gestão de Bacias Hidrográficas e Sustentabilidade**. Manole: [S. l.], 2019. p. 1021-1046.

RIBEIRO, M. M. R.; LANNA, A. E. L. Instrumentos Regulatórios e Econômicos - Aplicabilidade à Gestão das Águas e à Bacia do Rio Pirapama, PE. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 41-70, 2001.

SAEV AMBIENTAL. **Água**. Votuporanga, 2023. Disponível em: <https://www.saev.com.br/agua>. Acesso em: 31 out. 2023.

SALA-GARRIDO, R; MOCHOLI-ARCE, M.; MOLINOS-SENANTE, M.; SMYRNAKIS, M.; MAZIOTIS, A. Eco-Efficiency of the English and Welsh Water Companies: A Cross Performance Assessment. **International Journal of Environment Research and Public Health**, Basel, v. 12, n. 2831, p. 1-17, .2021.

SANCHEZ, C. V. C.; BOATENG, D. Y. A.; SOLIMAN, K. M. A.; THILAKARATHNA, M. P. **The resilience of water supply systems**. Darmstadt: [S. n.], 2019. (Semestre Group report, January 24).

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Prefeitura Municipal. **Palácio das Águas**. São José do Rio Preto, 2022. Disponível em: <https://www.riopreto.sp.gov.br/20/>. Acesso em: 14 out. 2022.

SÃO PAULO (Estado). **Lei Complementar nº 1025, de 7 de dezembro de 2007**. Transforma a Comissão de Serviços Públicos de Energia – CSPE em Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo - ARSESP, dispõe sobre os serviços públicos de saneamento básico e de gás canalizado no Estado, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei.complementar/2007/compilacao-lei.complementar-1025-07.12.2007.html>. Acesso em: 14 ago. 2023.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL – SNSA. **Ações de Assistência Técnica em Redução e Controle de Perdas de Água e Uso Eficiente de Energia Elétrica. Planejamento e Gestão**, Brasília, v. 2., 2018.

SILVA, G. M.; SCHWANTZ, P. I.; PRESTES, M. M. B.; QUEVEDO, C. A.; PORN C. M.; LARA, D. M. Análise per capita do abastecimento de água no município de Soledade (Rio Grande do Sul). **Revista Estudo & Debate**, Lajeado, v. 27, n. 2, p. 134-148, 2020.

SILVA, G. S.; TAMAKI, H. O.; LOUREIRO, R. S.; GONÇALVES, O. M. Eliminação de vazamentos em redes externas no contexto de programas de uso racional da água estudo de caso: Universidade de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 41–52, 2008.

SILVA, M. L. R.; FALSARELLA, O. M.; MARIOSA, D. F. O processo de decisão na gestão de recursos hídricos: a contribuição da internet das coisas (IoT) e big data. **RISUS – Journal on Innovation and Sustainability**, São Paulo, v.13, n. 2, p. 45-58, 2022.

SILVA, V. A. C. Políticas compensatórias. *In*: OLIVEIRA, D.A.; DUARTE, A.M.C.; VIEIRA, L.M.F. **DICIONÁRIO: trabalho, profissão e condição docente**. Belo Horizonte: UFMG/Faculdade de Educação, 2010.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS - SIGRH. **Portal SIGRH**. São Paulo: SIGRH, 2022. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhtg/apresentacaoprincipal>. Acesso em: 28 abr. 2022.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO – SNIS. **Série histórica**. Brasília: SNIS, 2023. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 28 abr. 2023.

SOUZA, E. T. A; FENZ, N.; FLORES, M. S. A. Agências reguladoras atuando no saneamento básico - a regulação do saneamento no município de Belém. **Revista do Núcleo de Meio Ambiente da UFPA**, Belém, v. 4, n. 1, p. 91-110, 2019.

STATTUS 4. Sorocaba, 2022. Disponível em: <https://stattus4.com/solucoes-4fluid/>. Acesso em: 14 out. 2022.

TAIÚVA. Prefeitura Municipal. **Portal da Transparência**. Taiúva, 2023. Disponível em: <http://45.235.186.19:8079/Transparencia/>. Acesso em: 13 maio 2023.

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

TEIXEIRA, T. C. S.; AZEVEDO, J. P. S.; JULIEN, D. L. L. Cobrança pelo Uso da Água para o Saneamento: Mecanismos para Incentivo a Eficiência e Atendimento ao Uso Mínimo. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 517-524, 2021.

TEIXEIRA, T. C. S.; SANTOS, K. V.; AGUIAR, G. S.; JULIEN, D. L. L. Cobrança pelas Perdas no Setor de Saneamento na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Estudo de Impacto sobre Prestadores Seleccionados. *In*: CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 30., 2019, Natal. **Anais [...]** Natal: ABES, 2019.

THE NATURE CONSERVANCY BRASIL – TNC. **O papel das agências reguladoras de saneamento e dos prestadores de serviços na Proteção de mananciais para segurança hídrica**. Brasília, 2021.

TOKYO METROPOLITAN GOVERNMENT. **Prevention of Leakage in Tokyo, Bureau of Waterworks**. Tokyo, Japan, 2022.

TORRES, M. L. L.; URIBEONDO, P. B.; YAGO, F. J. M. Citizen and Educational Initiatives to Support Sustainable Development Goal 6: Clean Water and Sanitation for All. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 5, f. 2073, p. 1-23, 2020.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

ZÜRICH. **Z.10.RG**. São Paulo, 2023. Disponível em: <https://www.zurichpt.com.br/pdf/z.10.rg.pdf>. Acesso em: 31 out. 2023.