



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS**

LUCIANA GOMES MONTEIRO

**ÁGUA E SOCIEDADE:
UMA PROPOSTA DE MITIGAÇÃO DE PERDAS NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO SÍTIO JERIMUM EM MISSÃO VELHA-CE**

**SUMÉ – PB
2023**

LUCIANA GOMES MONTEIRO

**ÁGUA E SOCIEDADE:
UMA PROPOSTA DE MITIGAÇÃO DE PERDAS NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO SÍTIO JERIMUM EM MISSÃO VELHA-CE**

Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

Orientador: Prof. Dr. José Irialdo Alves Oliveira Silva

SUMÉ – PB

2023



M775a Monteiro, Luciana Gomes.

Água e sociedade: uma proposta de mitigação de perdas no Sistema de abastecimento de água do sítio Jerimum em Missão Velha-CE. / Luciana Gomes Monteiro. - 2023.

119 f.

Orientador: Professor Dr. José Irivaldo Alves Oliveira Sila.

Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA.

1. Abastecimento de água - gestão. 2. Juazeiro do Norte - CE - abastecimento de água. 3. Turismo religioso e acesso à água. 4. Sistema de abastecimento de água. 5. Injustiça ambiental. 6. Gestão de águas urbanas. 7. Injustiça hídrica. 8. Direito à água. 9. Distribuição hídrica. I. Silva, José Irivaldo Alves Oliveira. II. Título.

CDU: 628.1(043.2)

LUCIANA GOMES MONTEIRO

ÁGUA E SOCIEDADE:

**UMA PROPOSTA DE MITIGAÇÃO DE PERDAS NO SISTEMA DE
ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO SÍTIO JERIMUM EM MISSÃO VELHA-CE**

Dissertação apresentada Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

BANCA EXAMINADORA:

**Professor Dr. José Ivaldo Alves Oliveira Silva.
Orientador – UAGESP/CDSA/UFCG**

**Professora Dra. Ana Alice De Carli.
Examinadora Externa – PPGTA/UFF**

**Professor Dr. Paulo da Costa Medeiros.
Examinador Interno – UATEC/CDSA/UFCG**

Dissertação aprovada em: 06 de novembro de 2023.

SUMÉ – PB

Consagro este trabalho a minha família, amigos,
discentes e instituições que fizeram parte da minha
trajetória.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade concebida em permitir eu realizar este trabalho mesmo diante dos compromissos profissionais e do período difícil da pandemia do Covid-19. A minha família pelo apoio e incentivos me ajudando a não desanimar, perante problemas familiares que precisei enfrentar. Em especial aos meus pais, Lucelia Gomes da Silva e Francisco Avelino da Silva, pelo alicerce que me proporcionam e por toda dedicação a minha filha, Pérola Gomes Brito Monteiro. Aos meus irmãos Lucivania Gomes da Silva, Luan Gomes da Silva e Luana Gomes da Silva por se fazerem tão presentes. A Lucivania Gomes da Silva, os agradecimentos se estendem a sua paciência e parceria, sempre me dando forças para concluir esta pesquisa.

A Pérola, por me dar sentido e garra para que eu encarar todos os desafios impostos nesta jornada, pelo seu amor, companherismo e compreensão nos momentos que estive ausente me dedicando aos afazeres profissionais e acadêmicos, os quais serão recompensados ao longo da nossa vida a com cada conquista.

A Eveline Meneses Rodrigues da Silva, minha grande amiga e maior incentivadora a realização desse mestrado, sem ela não teria chegado nesse lugar que desfruto. Expresso meu imenso orgulho e admiração pela sua trajetória, nela me inspiro querendo voar mais alto.

A Enolla Kay Cirilo Dantas e Rondinely da Silva Pinheiro, amigos de turma que me deram suporte e atenção em momentos desafiadores durante o desenvolvimento do curso. A Jomávia Lacerda Correia, pela sua amizade e disponibilização dos dados do Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado (SISAR BSA) enquanto gestora da instituição, além do apoio nos trabalhos de campo para obtenções dos dados deste estudo. Assim como, o Jardel Costa Silva pelo companherismo pessoal e profissional.

Ao professor José Irivaldo Alves de Oliveira Silva, pela sua orientação neste estudo, por desprender do seu tempo para me conduzir nessa caminhada. Manifesto minha grande admiração pelo seu vasto conhecimento e competência profissional, sendo um exemplo para mim.

Ao professor Hugo Morais de Alcantara pela sua coordenação e auxílio aos alunos, a servidora Christiane Laisa Leite Fragoso de Figueiredo, pela ajuda nas questões burocráticas do programa do mestrado. A todos os professores envolvidos nesse processo, pelos ensinamentos e cobranças que nos proporcionaram crescimento e a todos os alunos pela troca de experiências.

Ao SISAR BSA e a Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum pela disponibilização dos dados e suporte na execução das investigações para esta pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 pelo apoio na realização deste estudo e ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profágua, em nível de Mestrado, na Categoria Profissional, Projeto CAPES/ANA AUXPE N°. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

"A água é o veículo da natureza."

Leonardo da Vinci

RESUMO

O desperdício dos recursos hídricos em Sistemas de Abastecimento de Água (SAA's) é um tema corriqueiro e caracteriza um relevante problema perante a escassez. O uso racional e o combate as perdas de água são alternativas que mitigam esse cenário. Neste trabalho, foi analisado se há o uso eficiente dos recursos hídricos no SAA do Sítio Jerimum no município de Missão Velha - CE, por meio do monitoramento das perdas de água no sistema de distribuição, vistoriando o sistema de abastecimento, identificando as causas dos desperdícios, propondo medidas mitigadoras para a redução das perdas, além de analisar o Índice de Perda na Distribuição (IPD) do ano de 2018 a 2022, por fim foi elaborado um guia prático de combate as perdas de água a ser disseminado nos SAA's filiados aos Sistemas Integrados de Saneamento Rural (SISAR's). A metodologia aplicada, utilizou-se da análise da percepção da população local sobre a temática, com a caracterização da área de estudo, a realização de reunião e palestra junto a localidade, e a coleta de dados para definição da eficiência do sistema de distribuição do SAA. A pesquisa mostrou que o sistema de distribuição do Sítio Jerimum possui concepção e infraestrutura adequada dentro dos padrões técnicos da Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará, todavia vem operando com ineficiência perante a análise do IPD.

Palavras-chave: Recursos Hídricos; Sistema de Abastecimento de Água; Sistema de Distribuição de Água; Perdas de Água; Sistema Integrado de Saneamento Rural.

MONTEIRO, Luciana Gomes. **Water and society**: a proposal to mitigate losses in the Water Supply System of the Jerimum Site in Missão Velha-CE. 2024. 117f. Dissertação Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Sumé – Paraíba, Brasil, 2024.

ABSTRACT

The waste of water resources in Water Supply Systems (WSS) is a common issue and characterizes a relevant problem in the face of water scarcity. Rational use and combating water losses are alternatives that mitigate this scenario. In this work, it was analyzed if there is an efficient use of water resources in the WSS of Sítio Jerimum in the city of Missão Velha, Ceará State, Brazil, through the monitoring of water losses in the distribution system, inspecting the supply system, identifying the causes of dismissals, proposing mitigating measures to reduce losses, in addition to analyzing the Distribution Loss Index (DLI) from 2018 to 2022, finally, a practical guide was prepared to combat water losses to be disseminated in WSS affiliated to Integrated Rural Sanitation Systems (SISAR's). The applied methodology used the analysis of the perception of the local population on the subject, with the characterization of the study area, holding a meeting and lecture at the locality, and collecting data to define the distribution efficiency of the WSS. The research showed that the distribution system of Sítio Jerimum has adequate design and infrastructure within the technical standards of the Water and Sewage Company of the State of Ceará, however it has been operating with inefficiency in the face of the DLI analysis.

Keywords: Water resources. Water Supply System. Water Distribution System. Water losses. Integrated Rural Sanitation System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Distribuição dos recursos hídricos a nível mundial.....	19
Figura 2 -	Evolução de retirada de água no Brasil em 2020, por finalidade de uso.....	26
Figura 3 -	Evolução das demandas de usos consuntivos no Brasil (m ³ /s) - anos 2000 e 2020, e projeção em 2040.....	27
Figura 4 -	Esquema de concepção geral de um Sistema de Abastecimento de Água.....	32
Figura 5 -	Índice de macromedição (IN011), por macrorregião geográfica em 2020.....	37
Figura 6 -	Índice de hidrometração (IN009), por macrorregião geográfica em 2020.....	38
Figura 7 -	Distribuição dos SISAR's no Ceará por bacia hidrográfica.....	47
Figura 8 -	Modelo SISAR.....	51
Figura 9 -	Determinação do nível eficiente de perdas de água.....	61
Figura 10 -	Índice de perdas na distribuição (IN049) em 2019 2020, segundo a acrorregião geográfica e total para o Brasil.....	64
Figura 11 -	Fluxograma metodológico.....	67
Figura 12 -	Mapa de Localização da Área de Estudo.....	69
Figura 13 -	Croqui esquemático do Sistema de Abas.tecimento de Água do Sítio Jerimum.....	70
Figura 14 -	Reunião com as lideranças da Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum.....	76
Figura 15 -	Palestra educativa sobre perdas de água na Capela Nossa Senhora Rainha da Paz.....	78
Figura 16 -	Identificação da população sobre a temática das perdas de água.....	79
Figura 17 -	Construção dos mapas da comunidade.....	79
Figura 18 -	Mapa da comunidade antes da implantação do SAA.....	80
Figura 19 -	Mapa da comunidade antes da implantação do SAA.....	81
Figura 20 -	Área da captação do SAA no Sítio Jerimum.....	82
Figura 21 -	Sistema de captação e macromedição do SAA Sítio Jerimum.....	83
Figura 22 -	Quadro de Comando do SAA do Sítio Jerimum.....	84
Figura 23 -	Reservatório Elevado do SAA do Sítio Jerimum.....	86
Figura 24 -	Sistema de Tratamento do SAA Sítio Jerimum.....	87
Figura 25 -	Hidrômetro com perda de vida útil.....	89
Figura 26 -	Média anual do IPD em 2018.....	93
Figura 27 -	Média anual do IPD em 2019.....	94
Figura 28 -	Média anual do IPD em 2020.....	95
Figura 29 -	Média anual do IPD em 2021.....	96
Figura 30 -	Média anual do IPD em 2022.....	97

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BAC	Bacia Hidrográfica Rio Acaraú e Coreaú
BAJ	Bacia Hidrográfica Alto Jaguaribe
BBA	Bacia Hidrográfica Banabuiú
BBJ	Bacia Hidrográfica Baixo-Médio Jaguaribe
BCL	Bacia Hidrográfica Curu-Litoral
BME	Bacia Hidrográfica Metropolitana
BPA	Bacia Hidrográfica Parnaíba
BSA	Bacia Hidrográfica do Salgado
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
ETA	Estação de Tratamento de Água
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GESAR	Gerência de Saneamento Rural
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPD	Índice de Perda na Distribuição
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
KFW	<i>Kreditanstalt für Wiederaufbau</i>
MDR	Ministério do Desenvolvimento Regional
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
ONU	Organização das Nações Unidas
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSR	Programa Nacional de Saneamento Rural
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISAR	Sistema Integrado de Saneamento Rural
SISAR BAC	Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Acaraú e Coreaú
SISAR BSA	Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	RECURSOS HÍDRICOS.....	18
2.1.1	Crise Hídrica.....	19
2.1.2	Usos Consuntivos e não Consuntivos da Água.....	25
2.1.3	Sistema de Abastecimento de Água.....	31
2.1.4	Sistemas de Distribuição e Medidores de Vazões.....	34
2.2	SANEAMENTO RURAL NO BRASIL.....	39
2.2.1	Sistema Integrado de Saneamento Rural.....	43
2.3	PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	56
3	METODOLOGIA.....	67
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	68
3.2	APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA.....	71
3.3	LEVANTAMENTO DO IPD.....	72
3.4	VISTORIA DO SAA.....	73
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
4.1	ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO LOCAL SOBRE AS PERDAS E COLETA DE DADOS INICIAIS.....	75
4.2	PROPOSTA DAS MEDIDAS MITIGADORAS.....	82
4.3	ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO.....	92
5	CONCLUSÕES.....	100
	REFERÊNCIAS.....	102
	APÊNDICE.....	115

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda sobre os usos múltiplos dos recursos hídricos, e a sua utilização indiscriminada, podem ser considerados problema para manutenção da qualidade de vida das populações perante a escassez da água de boa qualidade que assola o mundo, principalmente aquelas mais vulneráveis pela falta de acesso ao saneamento básico.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (2018), estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo humano direto nem à irrigação de plantações. Dos 2,5% de água doce, a maior parte (69%) é de difícil acesso, pois está concentrada nas geleiras, 30% são águas subterrâneas (armazenadas em aquíferos) e 1% encontra-se nos rios. Logo, o uso desse bem precisa ser pensado para que não prejudique nenhum dos seus diferentes usos.

Elis Pinto (2017) realça que além da baixa disponibilidade de água doce no mundo, essa ainda se distribui de maneira desigual, existindo territórios e regiões que possuem grandes quantidades deste recurso, enquanto que em outros pontos do planeta não apenas é um bem escasso como também é responsável pela miséria e conflitos inter e extraterritoriais.

Tal problemática na distribuição hídrica também é observada no Brasil, que embora seja considerado privilegiado por concentrar em seu território aproximadamente 12% da água doce disponível no mundo, possui um vasto semiárido que abrange boa parte da região Nordeste e o extremo Norte e Nordeste mineiro (ANDRADE; NUNES, 2014).

O semiárido brasileiro, caracterizado pela baixa disponibilidade hídrica, frente às irregularidades do regime pluviométrico e longos períodos de estiagem, sofre a problemática de forma mais intensa quando comparado às demais regiões, tanto pela falta d'água quanto pela ausência ou precariedade de infraestruturas que forneçam o acesso.

Fabre, Alberto e Pftischer (2011) ressaltam que a água para abastecimento público é distribuída para o consumo humano de forma canalizada, sendo o produto do tratamento da água bruta. Esta é tratada por meio de um sistema de abastecimento, o qual demanda além de custos e despesas, toda estrutura física que

possibilita a entrega ao consumidor final de água tratada, ou seja, o acesso nos padrões estabelecidos para consumo.

A estrutura física, chamada de Sistema de Abastecimento de Água – SAA, conforme Gomes (2019) é o conjunto de equipamentos, obras e serviços voltados para o suprimento de água potável a comunidades para fins de consumo doméstico, industrial e público, compostos de uma maneira geral pelas unidades de captação, tratamento, estação elevatória, adução, reservatórios, distribuição e ligações prediais.

Esse sistema capta água de um manancial subterrâneo ou superficial e a distribui após tratada. Considerando que os processos para produção da água tratada e sua distribuição inevitavelmente geram perdas de volumes de água, tem-se nesses sistemas este inconveniente que impacta diretamente sua eficiência de operação.

Para Sobrinho e Borja (2016) desde a captação, passando pela distribuição, até o consumidor final ocorrem perdas de água de vários tipos que em grande parte são causadas pela operação e manutenção deficientes das tubulações, bem como pela inadequada gestão comercial dos prestadores de serviço público de abastecimento de água. No entanto, é na distribuição que ocorrem os maiores índices de perdas.

Além de impactar na conservação dos recursos hídricos, as perdas de água também afetam a eficiência dos sistemas de abastecimento, interferindo na garantia da regularidade do abastecimento e na saúde financeira dos prestadores de serviços.

Dados do diagnóstico relativo à gestão técnica da água do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (BRASIL, 2022a), indicam que em 2020 o índice de perdas de água na distribuição (IN049) no Brasil foi de 40,1%. Esse percentual representa a fração do volume de água disponibilizado que não foi faturado por não ter sido contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas.

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2022), a média nacional do índice de perdas no faturamento (avalia o nível da água não faturada, porém não considera o volume de serviço) observada no país em 2020 foi de 37,54%, mais de 20 pontos percentuais acima da média dos países desenvolvidos, que é de 15%, e acima da média dos países em desenvolvimento, correspondente a 35%.

Os dados indicam que há um grande volume de água sendo desperdiçado, despertando a necessidade do aumento da eficiência dos sistemas de distribuição,

fato que exige maior efetividade na gestão dos prestadores de serviços de abastecimento de água, de modo a priorizar o desempenho de atividades preventivas que controlem e reduzam os índices de perdas de um recurso tão valioso.

Nesse contexto, uma gestão efetiva é essencial. No Brasil, a gestão da água está instituída pela Lei Federal nº 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997), que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH. Essa estabelece em seus fundamentos e objetivos, que a água é um recurso natural limitado, com a necessidade de gestão descentralizada contando com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades para garantir a disponibilidade de água necessária à atual e às futuras gerações, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, preconizado no art. 2º, inciso I.

Vale salientar que para essa cobrança se torna indispensável o monitoramento dos volumes distribuídos e consumidos nos SAA's, obtidos através dos medidores de vazões, os quais também permitirão identificar os volumes perdidos.

Outros importantes diplomas normativos, dizem respeito à Lei Federal nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007) que institui a Política Nacional de Saneamento Básico, e sua atualização, promovida através da Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020a).

A Lei nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007) prevê dentre os serviços de saneamento básico o abastecimento de água potável, constituído pelas atividades e pela disponibilização e manutenção de infraestruturas e instalações operacionais necessárias ao abastecimento público, desde a captação até as ligações prediais e seus instrumentos de medição. A Lei apresenta em seus princípios fundamentais a universalização do acesso e efetiva prestação do serviço, fortalecendo a necessidade do gerenciamento dos recursos hídricos de forma sustentável e em consequência evitando os desperdícios e incentivando seu uso racional.

Ressalta-se que no Brasil os serviços de saneamento estão distribuídos nos espaços urbanos e rurais de forma desigual. Segundo Gutiérrez e Silva (2021), em 2018 nos espaços urbanos o acesso ao serviço de esgotamento sanitário alcançou mais de 49 milhões de domicílios, em contrapartida os espaços rurais, no mesmo ano, apresentou um déficit de 6,5 milhões de domicílios que não tinham acesso a esse serviço. Isso significa que, em 2018, 80,2% dos domicílios urbanos estavam servidos por rede coletora, fossa séptica ou esgotos sanitários, para os excretas, enquanto que nos domicílios rurais, este percentual foi 27,7%.

No tocante ao acesso aos serviços de abastecimento de água, o diagnóstico relativo à gestão técnica da água do SNIS (BRASIL, 2022a), mostra que em 2020, 93,4% da população urbana do Brasil tem acesso à água potável. Contudo, a situação da população rural é preocupante, como demonstrado por Lima *et al.* (2021), na qual, destes, 8 em cada 10 pessoas, não têm acesso à água de qualidade para consumo.

Ante ao exposto, evidencia-se a desigualdade da extensão do saneamento entre o urbano e o rural. Corroborando Simonato *et al.* (2019) afirmam que a falta de serviço de saneamento básico no meio rural aumenta significativamente as desigualdades sociais e a pobreza nessa área. Gutiérrez e Silva (2021) também relata que vários estudos apontam o déficit significativo no meio rural, quando comparado ao urbano, e descrevem os percalços que a população que habita a zona rural, de terem efetivado o direito à água potável e esgotamento sanitário.

Embora os índices de abastecimento de água no Brasil registrem elevados percentuais, mesmo diante da essencialidade do serviço, o acesso no meio rural ainda concentra um grande número de residências desassistidas.

Nesse cenário, para que as localidades rurais usufruam de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, é necessária a criação de sistemas mais baratos, que garantam a viabilidade do sistema em áreas mais vulneráveis economicamente. Assim, modelos de autogestão surgem como uma oportunidade real da promoção do saneamento básico nessas áreas (TALEIRES, 2019).

Sensível a esta realidade é que o Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR se insere na promoção e assessoria na distribuição de água, de modo especial, para a população rural. Iniciativa resultante de uma parceria entre a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE e o Governo do Estado que mobilizaram toda uma estrutura para garantir acessibilidade do serviço, considerando a peculiaridade de cada comunidade (CRUZ; ALMEIDA NETO, 2011).

A partir de todas essas fundamentações, o presente estudo firma-se na justificativa da carência de resultados mais eficientes sobre os sistemas de distribuição de água, principalmente em regiões com populações mais vulneráveis que sofrem de forma mais intensa com a escassez hídrica. O intuito é contribuir com o alcance da universalização do acesso à água, através de esclarecimentos sobre a inconveniência das perdas comumente encontradas nos sistemas de abastecimento.

Dessas considerações, surge a inquietude em determinar: Como podemos definir a eficiência de um sistema de distribuição de água? Qual(is) parâmetro(s) podemos utilizar para classificar um sistema de distribuição de água como eficiente? Uma vez que há a privação na determinação de parâmetros que determinam a eficiência desses sistemas, onde se utilizam apenas do princípio de que quanto menor as perdas de água maior sua eficiência, existindo a carência de parâmetros pontuais.

Dessa forma, a presente pesquisa objetiva analisar se há o uso eficiente dos recursos hídricos no SAA do Sítio Jerimum no município de Missão Velha-Ce, por meio do monitoramento das perdas de água no sistema de distribuição e da proposta de medidas mitigadoras e de controle dos desperdícios. Enquanto os objetivos específicos consistiram em: 1) Vistoriar o sistema de abastecimento de água da localidade Sítio Jerimum; 2) Identificar as causas e propor medidas mitigadoras para a redução das perdas de água; 3) Analisar o Índice de Perda na Distribuição do ano de 2018 a 2022; 4) Elaborar um guia prático de combate as perdas de água a ser disseminado nos SAA's filiados ao SISAR BSA.

A escolha do local de estudo definiu-se pela sua vulnerabilidade ao considerar os aspectos de estar inserido em uma região semiárida de uma área rural, que conforme mencionado sofre a problemática da escassez de água de forma mais severa que as outras regiões do país, bem como o SAA da localidade ter alcançado o prazo de horizonte do projeto a mais de uma década, fato que elevam a predisposição de problemas de infraestruturas e de operação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

A Água é um recurso ambiental essencial à vida de todos os seres vivos e possui funções múltiplas, pois serve de insumo à produção, é recurso estratégico para o desenvolvimento econômico e é indispensável para a manutenção dos ciclos biológicos, geológicos e químicos que mantêm em equilíbrio os ecossistemas (CAMARGO, 2022).

Por ser fundamental à existência do homem, torna-se tema atual e político, sendo foco da atenção da sociedade civil organizada, dos governos nos diferentes níveis através de seus programas e projetos, de organismos internacionais, da iniciativa privada em escala global, dentre outros (MOREIRA; MIGUEL; MATOS, 2021).

Essa atenção, também se deve em virtude das desigualdades relacionadas à disponibilidade de água doce no mundo e à distribuição desse recurso pelo planeta terra. Para fins de ilustração dessa problemática, basta citar que o quantitativo de água doce no planeta, segundo Carli (2015) é de 2,8%, e que desse volume, apenas dez países, incluindo o Brasil, concentram 60% do total (NEMETZ; SOUZA; SANTOS, 2022). Isso por si, já é suficiente para que a comunidade internacional se preocupe com uma melhor governança mundial e regional da água (CAMARGO, 2022).

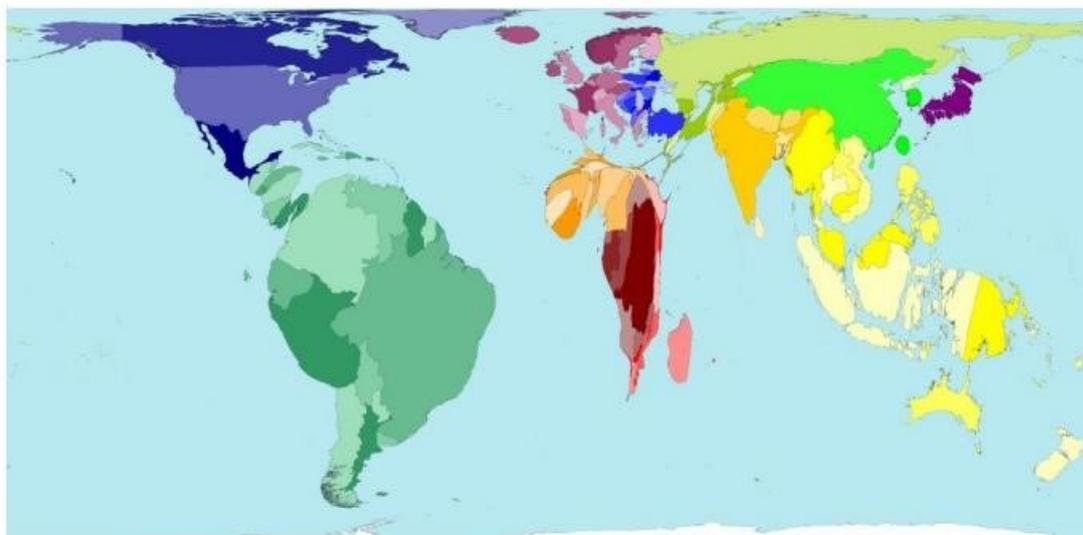
Nesse contexto de crise de disponibilidade hídrica, o Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (UNESCO, 2021) menciona que os recursos de água doce no continente Africano são estimados em quase 9% do total mundial, contudo, eles não são distribuídos de forma igualitária, sendo que os seis países mais ricos em água da África Central e Ocidental detêm 54% dos recursos totais do continente, e os 27 países mais pobres em água detendo apenas 7%.

O relatório supra referido também chama a atenção para a região da Ásia e do Pacífico, uma vez que abriga 60% da população global, no entanto, possuem apenas 36% dos recursos hídricos mundiais, o que faz com que sua disponibilidade de água per capita seja a mais baixa do mundo.

A Figura 1 a seguir, extraída de Echaide (2018), ilustra, de maneira gráfica diferenciada, a irregular distribuição de água pelo planeta, na qual os territórios mais

volumosos apresentam uma maior quantidade de água disponível, ao passo que os menos volumosos possuem menor disponibilidade hídrica.

Figura 1 - Distribuição dos recursos hídricos a nível mundial



Fonte: Echaide (2018).

Visivelmente, observa-se pela Figura 1 que a América Latina é bastante privilegiada em termos de estoque hídrico. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO (2021), essa região, juntamente como o Caribe, possuem uma média de quantidade de água por habitante de cerca de 28 mil metros cúbicos por ano (mais de quatro vezes a média mundial), conquanto, ainda assim apresentam áreas com estresse hídrico, o que ocasiona competição e conflitos entre os vários setores usuários da água, como agricultura, hidroeletricidade, mineração, e até água potável e saneamento.

2.1.1 Crise Hídrica

Segundo Pedrosa (2021) a crise hídrica mundial decorre justamente da insuficiente da oferta de água, em termos quantitativos e qualitativos, para atender as demandas hídricas das cidades, das atividades agrícolas, das atividades industriais, da geração de energia e das demandas hídricas para manutenção dos ecossistemas, entre outras.

Melo (2017) realça que a escassez hídrica pode ser causada em termos de quantidade, bem como de qualidade, pois, mesmo que exista uma quantidade

desejável de água, se a mesma não atender aos padrões admissíveis para uso, esta água não poderá ser usada para determinados fins.

Conforme a UNESCO (2021), mais de 2 bilhões de pessoas em todo o planeta vivem em países em situação de estresse hídrico, e cerca de 1,6 bilhão de pessoas enfrentam escassez “econômica” de água, o que significa que, embora esse recurso possa estar fisicamente disponível, não existe infraestrutura necessária para que as pessoas tenham acesso a essa água.

Silva e Cunha (2020), chamam a atenção para o fato de que a crise da água não está dada em si mesma, o que significa que ela não tem como causas apenas fatores ambientais, como exemplo, a ação climática já existente no Planeta, desde sua formação. Para os autores, há também fatores que são de exclusiva responsabilidade da racionalidade planejadora humana, que abrange justamente a ação do homem na modificação do território, seja desviando um rio, construindo represas, transportando a água em tubulações, canalizando rios e transpondo água entre bacias hidrográficas.

Corroborando com o exposto, Reato e Calgaro (2022) citam que mesmo sendo causada por anomalias meteorológicas, a crise hídrica também decorre da má gestão, de problemas de infraestrutura, pela carência de educação para o consumo, pelo desperdício, poluição, etc., enfim, em geral por causas antrópicas.

Com isso, na visão de Silva e Cunha (2020) a crise da água deve ser analisada sob um prisma mais sócio-político-jurídico, ou seja, não podendo ingenuamente analisar a água apenas como sendo rios, mares e lagos intocados, mas que há uma ação sociopolítica e jurídica que modela o acesso e sua distribuição em múltiplos usos que constroem e reconstroem territórios, inclusive sendo seletiva em relação às prioridades de acesso.

Segundo Reato e Calgaro (2022), essa situação de escassez de água causa diversos conflitos, como os observados no Oriente Médio, na África e na América Latina. De acordo com Cirilo (2015) a constatação de que a escassez hídrica é um limitador ao desenvolvimento, sinaliza para a hipótese de que a água pode vir a ser motivo de sérios confrontos futuros em pelo menos cinco regiões do mundo, com potenciais 300 conflitos severos associados à questão hídrica, notadamente, em relação à carência de acesso à água potável.

Tais tensões, conforme o autor mencionado anteriormente, são mais graves nos países em desenvolvimento, onde os recursos hídricos disponíveis são mais poluídos e desperdiçados, na sua visão, nessas disputas por água, os mais pobres serão sempre os mais vulneráveis.

Nesse sentido, para Viana (2022) o debate da crise hídrica torna-se essencial, seja pela escassez pontual; poluição; promoção de saúde; o funcionamento dos ecossistemas; elevação à condição de mercadoria (superexploração); ou pela não implantação de medidas de contingência que busquem a sustentabilidade hídrica.

Para além da ocorrência global, as crises de disponibilidade de água também são evidenciadas entre as diferentes regiões de um mesmo país, como é o caso do território brasileiro que não fica incólume de problemas e conflitos quando o assunto é a água.

De acordo com Carli (2013), sob o aspecto quantitativo da água doce, o Brasil se apresenta numa condição privilegiada em comparação a muitos países, uma vez que detém cerca de 12% do potencial existente no mundo, todavia, tal abundância, não significa que esse recurso seja distribuído de maneira equitativa no espaço geográfico.

A distribuição não igualitária da água ao longo do território brasileiro faz com que em certas regiões, exista escassez efetiva, ao passo que em outras, os problemas são de outra ordem, geralmente relacionados à redução da qualidade da água disponível (PIRES; SILVA; MEDEIROS, 2021).

Conforme Cirilo (2015), o Brasil apresenta problemas relacionados à má distribuição dos recursos hídricos em escala intra e inter-regional, sendo afetado tanto pela escassez quanto pela abundância, bem como pela degradação causada em decorrência da poluição de origem doméstica e industrial. Para o autor, o quadro de escassez se manifesta principalmente na região Nordeste, parte do Brasil designada como semiárida.

Ainda de acordo com Cirilo (2015), tal quadro de desigualdade se mostra mais alarmante quando dimensionado em termos de distribuição espacial da população brasileira e desnivelamento das reservas hídricas entre regiões, que não se faz de maneira proporcional. A região amazônica, por exemplo, concentra 81% das reservas hídricas do país e 5% da população.

Em contrapartida, o território semiárido do Nordeste, mesmo abrangendo grande parte da bacia do Rio São Francisco, dispõe apenas de 4% da capacidade hídrica do país e é ocupado por 35% da população brasileira. Nas regiões hidrográficas banhadas pelo Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população do país, estão disponíveis apenas 2,7% dos recursos hídricos do Brasil.

Segundo o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, elaborado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (BRASIL, 2022b), desde 2012, situações de escassez hídrica, caracterizadas por reduzidos níveis de vazões e de armazenamento dos reservatórios, têm sido notadas em diferentes regiões do país. Pode-se observar um padrão espacial de expansão das situações no território brasileiro, principalmente de secas intensas e prolongadas, às quais provocam impactos socioeconômicos e ambientais.

As crises hídricas que se estabeleceram em várias bacias hidrográficas do Brasil desde 2012, a partir de cenários hidrológicos críticos, com índices pluviométricos e vazões dos rios abaixo da média histórica, afetaram os usos da água, causando prejuízos ao abastecimento público, à produção agropecuária e a geração hidrelétrica, por exemplo (BRASIL, 2022b).

De acordo com Diniz *et al.* (2021), o Brasil atravessa atualmente uma forte crise hídrica, com as vazões observadas em algumas bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentando valores bem abaixo das médias históricas, sendo a unidade ambiental mais afetada, a bacia hidrográfica do rio da Prata, formada pelos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, que ocupa pouco mais de 17% do território brasileiro e abriga 54% da sua população, além disso, nela é gerada 64% da energia elétrica de fonte hidráulica do país.

Cirilo (2015) atenta para o fato de que, historicamente, os maiores déficits hídricos do Brasil são registrados no Nordeste, em sua porção semiárida, região ciclicamente submetida à ocorrência de secas, um dos mais complexos fenômenos naturais.

Segundo Rabelo e Lima Neto (2018), no Nordeste, o problema das secas, que já era causa de prejuízos, passou por mais um episódio recente, com a seca de 2012 a 2016 figurando entre os piores períodos de escassez dos últimos 100 anos. Conforme os autores supramencionados, durante esse intervalo a região apresentou uma diminuição nas águas armazenadas em reservatórios equivalente de 44,9% para

17,3%, com destaque para o estado do Ceará, que apresentou a queda mais acentuada entre os demais Estados nordestinos saindo de um percentual de acúmulo de 53,4% em 2012 para 7,7% em 2016, sendo a média de aporte de água dos reservatórios no período, somente de 0,91 bilhões de m³/ano.

Essa redução do volume de água nos reservatórios do Ceará durante o período de 2012 a 2016 foi consequência direta da escassez de chuva no Estado, uma vez que as precipitações totais das quadras chuvosas cearenses estiveram todas abaixo da média histórica no período, com destaque para o ano de 2012, com -50,7 % de diferença, além disso, observa-se que os anos de 2012, 2013 e 2016 estão entre os dez piores anos em termos de precipitação no Estado, todas entre 300 mm e 400 mm apenas (RABELO; LIMA NETO, 2018).

Em decorrência de tal crise, de 2012 a 2016, houve uma redução na vazão liberada pelos reservatórios, o que impactou diretamente na quantidade de rios perenizados no estado do Ceará (de 89 para 28); nas práticas agrícolas (perímetros irrigados) e no consumo populacional, que apresentou situação crítica durante esse período (RABELO; LIMA NETO, 2018).

Enquanto o estado do Ceará vivia uma das piores secas prolongadas de sua história, a Região Metropolitana de São Paulo também atravessava no período 2014-2015 sua pior crise hídrica dos últimos 60 anos (RABELO; LIMA NETO, 2018). Segundo Carli (2017), um dos principais sistemas hídricos do estado de São Paulo, o Cantareira (formado por cinco bacias hidrográficas), chegou a entrar em colapso em 2014, quando atingiu o patamar de 3,9% de sua capacidade hídrica no dia 17 de outubro daquele ano. Atualmente, o Sistema encontra-se com um índice de armazenamento de 37% de sua capacidade (SABESP, 2022).

Eventos extremos na distribuição das chuvas têm sido observados no território brasileiro e podem ser indícios de mudanças climáticas e de alterações nos padrões da precipitação. De 2017 a 2020, aproximadamente 89 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil, o que corresponde a cerca de 15 vezes mais que por cheias. Foram quantificados 7.571 eventos de seca associados a danos humanos, quase 10 vezes mais que os de cheias (730). Somente em 2020, mais de 10 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil, sendo contabilizados 1.637 eventos neste ano (BRASIL, 2022b).

Um enorme desafio dos governos de regiões atingidas por esse tipo de ocorrência da natureza é mitigar seus efeitos (com ações de curto prazo) e reduzir (a longo prazo) a vulnerabilidade da sociedade para o convívio com o fenômeno, que é parte do clima, de recorrência inevitável. Assim, em virtude de os efeitos se acumularem por um considerável período de tempo, podendo perdurar por anos antes do término do evento, torna-se difícil delimitar o início, o final e o grau de severidade do fenômeno (CIRILO, 2015).

Rabelo e Lima Neto (2018), salientam que variações climáticas já ocorreram e continuarão a ocorrer, de forma que o real problema deve estar focado na gestão integrada dos recursos hídricos, principalmente com o aumento da eficiência dos sistemas e a diminuição das perdas, de forma que se possa atender um número maior de usos e usuários de acordo com seus reais crescimentos.

Dentro desse contexto, para gerir de forma racional e sustentável a água em todo o território brasileiro, existe a Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), a qual institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), assim como regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal de 1988.

Essa Lei, conhecida como Lei das Águas é considerada um marco institucional no Brasil, tendo como premissas o reconhecimento de que a água é um bem de domínio público; limitado; dotado de valor econômico; seu uso deve ser prioritário ao consumo humano e dessedentação de animais em caso de escassez; sua gestão deve ser descentralizada e participativa; realizada por bacia hidrográfica e proporcionando sempre o uso múltiplo (BRASIL, 1997).

Tal Política visa, entre seus objetivos, “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”, bem como, “a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, [...] com vistas ao desenvolvimento sustentável”. Para isso, estabelece dentre suas diretrizes que a gestão dos recursos hídricos deve ser sistemática, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; adequada às diversidades das regiões do Brasil; integrada com a gestão ambiental e articulada com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional (BRASIL, 1997).

Na circunstância, vale ressaltar que mesmo sendo reconhecido como um dos fundamentos da Lei nº 9.433/1997, a multiplicidade de usos da água entre os diversos

setores consumidores, aliado à problemática das crises de disponibilidade hídrica observadas no Brasil, se constituem como fatores que possibilitam o surgimento de conflitos e que torna o acesso à água, especialmente a potável, mais problematizado. Em vista disso, vale trazer à tona os conceitos de usos consuntivos e não consuntivos da água no Brasil.

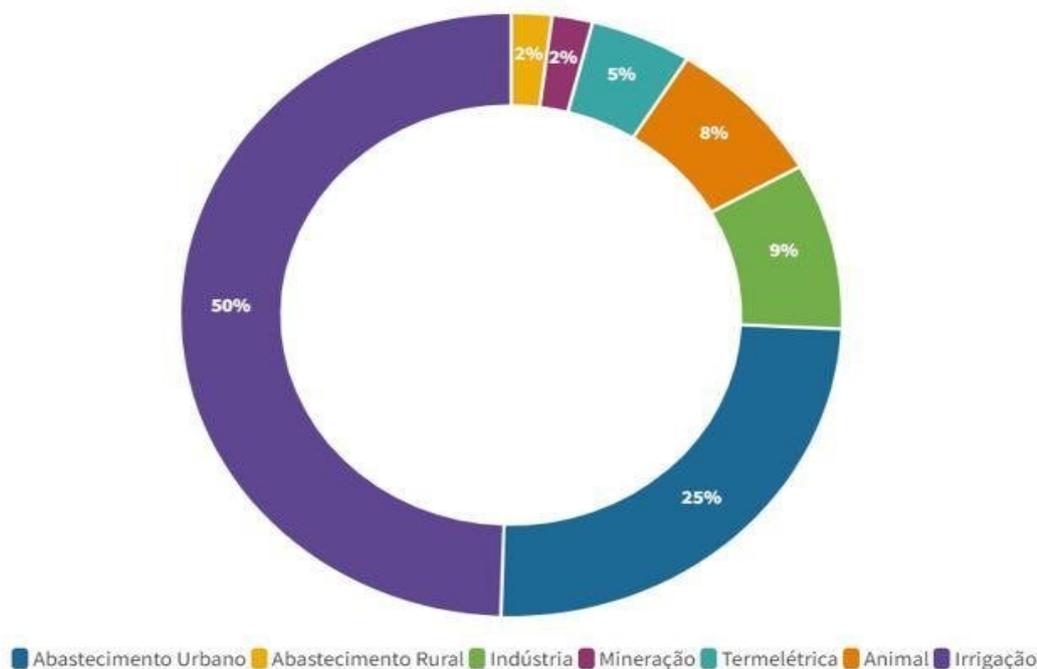
2.1.2 Usos Consuntivos e não Consuntivos da Água

De acordo com o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil (BRASIL, 2019a), “um uso é considerado consuntivo quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d'água”. No Brasil, os principais usos consuntivos são o abastecimento humano (urbano e rural), o abastecimento animal, a indústria de transformação, a mineração, a termoelectricidade, a irrigação e a evaporação líquida de reservatórios artificiais (BRASIL, 2019a).

Já os usos não consuntivos são aqueles que não afetam diretamente a quantidade de água local, embora dela dependam, como é o caso da navegação, turismo e o lazer (BRASIL, 2019a).

Segundo o Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (BRASIL, 2022b), desconsiderando a evaporação líquida em reservatórios artificiais, a irrigação foi responsável por 50% das retiradas de água no Brasil em 2020, seguida pelo abastecimento urbano (25%), indústria (9%), abastecimento animal (8%), termelétricas (5%), mineração (2%) e abastecimento rural (2%) (Figura 2).

Figura 2 - Percentual de retirada de água no Brasil em 2020, por finalidade de uso

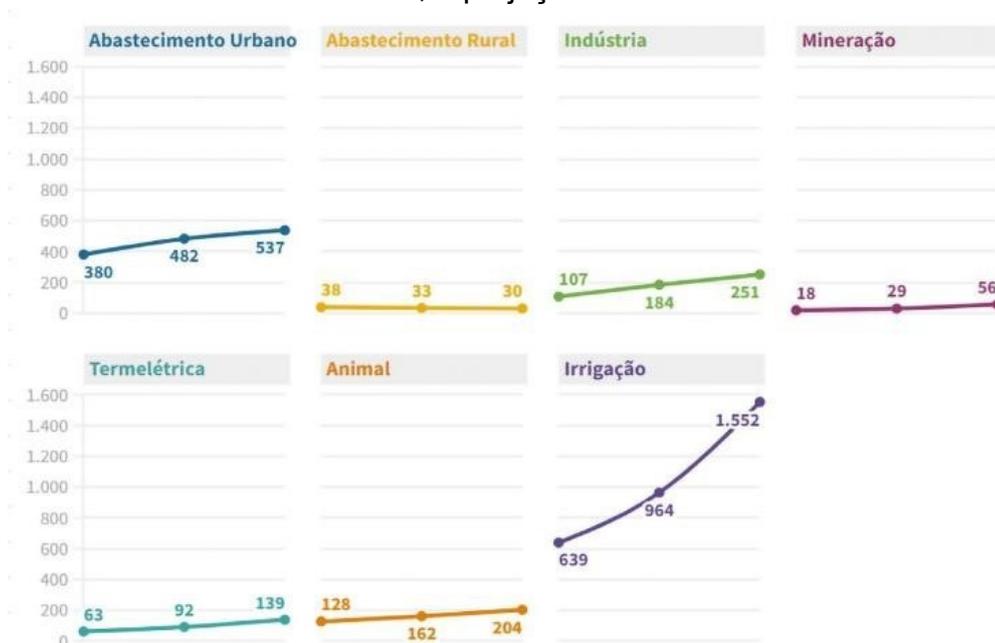


Fonte: Adaptado de Brasil (2022b).

Segundo a UNESCO (2021), a agricultura é responsável por 69% das retiradas de água em âmbito mundial, usada principalmente para irrigação, incluindo também a água para rebanhos bovinos e aquicultura, essa proporção pode, ainda, chegar a 95% em alguns países em desenvolvimento.

O Relatório de Conjuntura (BRASIL, 2022b), mostra que a demanda de água no Brasil vem crescendo continuamente ao longo dos anos, com destaque para o abastecimento das cidades, a indústria e a agricultura irrigada. Estima-se um aumento de 42% das retiradas de água nos próximos 20 anos (até 2040), passando de 1.947 m³/s para 2.770 m³/s, um incremento de 26 trilhões de litros ao ano extraídos de mananciais. Na Figura 3 observa-se a evolução das retiradas de água (em m³/s) pelos setores usuários nos anos 2000 e 2020, com projeção para 2040.

Figura 3 - Evolução das demandas de usos consuntivos no Brasil (m³/s) - anos 2000 e 2020, e projeção em 2040



Fonte: Brasil (2022b).

Esses dados reforçam a necessidade de ações de planejamento para que os usos se desenvolvam com segurança hídrica, evitando crises e proporcionando os usos múltiplos da água, principalmente quando considerados os efeitos das mudanças climáticas no ciclo hidrológico, uma vez que tais mudanças tendem a acelerar alguns usos, especialmente na agropecuária e na agroindústria. A demanda para a irrigação, por exemplo, pode ter um acréscimo de 15% em 2040 em relação à demanda tendencial (com base no clima médio atual). Nas regiões de irrigação mecanizada (excluindo o arroz sob inundações), a demanda pode ter um acréscimo de 20% em um cenário mais crítico de mudança do clima (BRASIL, 2022b).

Nessa perspectiva, Albuquerque e Limeira Filho *et al.* (2022), alertam para o crescente interesse por parte do setor privado em investir em áreas estratégicas de desenvolvimento social, como por exemplo o saneamento básico, sobretudo em decorrência de aspirações crescentes envolvendo o monopólio de recursos naturais e das fases de produção industrial, possibilidade de verticalização de práticas comerciais e avanço de grupos empresariais no mercado monetário, situação em que a água servirá enquanto verdadeira espécie de *commodity* destinada à ampliação de lucros, homogeneização de mercados e difusão de projetos econômicos.

Assim, a água passa a ser reconhecida como mercadoria, a qual é transformada em *commodity* ambiental, padronizada e negociada em diversos mercados e por variados instrumentos, em sua forma bruta ou no que se convencionou chamar de água virtual (SOARES; FEITOSA, 2019).

Tal conceito de água virtual (*virtual water*) foi introduzido pelo pesquisador inglês John Anthony Allan em 1998, e diz respeito ao comércio indireto da água que está embutida em determinados produtos, principalmente as *commodities*, enquanto matéria-prima intrínseca dessas mercadorias, ou seja, é à água invisível presente em qualquer bem industrial ou agrícola (BLENINGER; KOTSUKA, 2015).

Segundo Limeira Filho *et al.* (2022), essa realidade de transformar a água em *commodity* tem avançado no Brasil, especificamente no setor de saneamento básico com a edição da Lei Federal nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020a), chamada de Novo Marco do Saneamento.

Tal diploma legal altera significativamente a Política Nacional de Saneamento Básico, Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), no que diz respeito ao planejamento e às formas de prestação dos serviços de saneamento no Brasil.

Segundo Britto (2021), as mudanças provocadas pela Lei 14.026/2020 visam estimular a concorrência, a desestatização do setor e a privatização de empresas públicas estatais de saneamento, como caminho para a universalização dos serviços. Contudo, a autora realça que não existem alterações no sentido de garantir o acesso aos mais pobres e vulneráveis aos serviços de saneamento no novo marco legal.

Carli e Costa (2022) apontam que o novo diploma normativo do setor de saneamento já nasceu problemático, uma vez que ainda durante as discussões do Projeto de Lei 3.261/2019, que culminou na Lei nº 14.026/2020, haviam posicionamentos otimistas em relação ao novo marco legal, assim como entendimentos em sentido contrário, que viam a desestruturação do setor de saneamento no país caso o Projeto de Lei fosse aprovado.

Com a modificação do desenho da política pública de saneamento nacional propiciada pela Lei 14.026/2020, Silva (2022) destaca que as principais mudanças para o setor a partir da aprovação do referido diploma legal foram: a diminuição do protagonismo das empresas estatais de saneamento no setor; a maior abertura ao capital privado, diante do fim dos contratos de programa e do subsídio cruzado nos

estados, e a regionalização voltada ao agrupamento de cidades lucrativas e não lucrativas.

Quanto à relação entre meio ambiente, recursos hídricos e saneamento, Granziera e Jerez (2021) apontam que há diretrizes introduzidas pela Lei 14.026/2020 que aproximam esses temas tão interdependentes, como a ampliação do rol de políticas públicas com as quais o saneamento básico deve estar articulado, incluindo expressamente a política de proteção ambiental e a de recursos hídricos.

Para as autoras supracitadas, ainda que existam diplomas normativos distintos para tratar do meio ambiente, dos recursos hídricos e do saneamento básico, a efetividade de cada uma dessas políticas públicas depende da atuação interdependente e de uma governança bem estabelecida entre seus atores que permitam a constante troca de informações e a tomada de decisão de forma integrada.

Nesse sentido, vale ressaltar, por exemplo, que a integração entre os serviços de saneamento básico com os recursos hídricos deve ocorrer desde as primeiras etapas de planejamento das duas políticas. Os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas (BRASIL, 2020a), assim como, a Política Federal de Saneamento Básico deve adotar a bacia hidrográfica como unidade de referência para o planejamento de suas ações (BRASIL, 2007), tal como estabelecido pela Lei das Águas.

Ainda nesse contexto de relação estabelecida entre o setor de saneamento e os recursos hídricos, observa-se que o artigo 4º do marco do saneamento (BRASIL, 2007) estabelece que “os recursos hídricos não integram os serviços públicos de saneamento básico”.

Para Granziera e Jerez (2021), de fato, não integram, dado que o saneamento é usuário da água. Mas isso não significa que não deva haver integração nas ações, visto que a captação de água para abastecimento público e a disposição final dos esgotos sanitários em corpos hídricos impactam diretamente esse recurso ambiental, além disso, o abastecimento de água potável depende necessariamente de mananciais em boa qualidade e quantidade, que sejam capazes de fornecer água segura às populações.

Granziera e Jerez (2021) também destacam, que o novo marco do saneamento inovou ao incorporar nas atividades que compõem o serviço de abastecimento de água potável a reservação de água bruta. Com isso, o referido diploma normativo deu

um passo importante no reconhecimento da responsabilidade do setor de saneamento básico de garantir que os reservatórios de água bruta estejam em condições adequadas para que essa água seja captada e utilizada em seu empreendimento, o que explicita a relação do serviço com a conservação do meio ambiente, especialmente a água.

Outra mudança importante trazida pela Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020a), diz respeito as alterações na Lei Federal nº 9.984/2000, que criou novas competências à agora denominada Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, que além da sua competência original de entidade federal para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, passou a ser também responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, as quais servirão de diretrizes para os titulares dos serviços e as suas entidades reguladoras e fiscalizadoras.

Para Cavalcanti, Silva Filho e Ferreira (2021) a atribuição de competência à ANA para editar regras de referência com relação a questões estruturais do setor de saneamento tem por objetivo conferir uniformidade regulatória ao setor e garantir a segurança jurídica na prestação e na regulação dos serviços, visto que, em decorrência da competência municipal, existe hoje uma multiplicidade de entidades reguladoras e fiscalizadoras, cada qual com suas normas e instrumentos contratuais próprios.

Segundo esses autores, um dos grandes pilares da nova lei é fortalecer a área da regulação, dado que existia vácuo na regulação do setor, fragmentada entre as chamadas agência subnacionais, aproximadamente 60 agências no Brasil, atribuindo-se à ANA o papel de coordenadora da regulação.

O fato de haver agora uma entidade federal responsável por estabelecer regras gerais de regulação confere uma nova visão e perspectiva para o setor, que sempre esteve pulverizado pelo imenso número de municípios em situações as mais diversas, e sem uma régua que pautasse o conjunto de suas ações. As normas de referência, a serem formuladas pela ANA, são endereçadas aos titulares e aos reguladores, que por sua vez estabelecerão suas regras de acordo com a realidade local (GRANZIERA; JEREZ, 2021).

Nesse universo, observa-se que a Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020a) incluiu regra específica para dispor que “o titular dos serviços públicos de saneamento básico

deverá definir a entidade responsável pela regulação e fiscalização desses serviços, independentemente da modalidade de sua prestação”.

Regra que é reforçada ao prever que o titular deverá “prestar diretamente os serviços, ou conceder a prestação deles, e definir, em ambos os casos, a entidade responsável pela regulação e fiscalização da prestação dos serviços públicos de saneamento básico” (BRASIL, 2020a).

Essa regulação, como explicita a Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020a) será “desempenhada por entidade de natureza autárquica dotada de independência decisória e autonomia administrativa, orçamentária e financeira, atenderá aos princípios de transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões”.

Tal entidade reguladora, observadas as diretrizes determinadas pela ANA, editará normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços públicos de saneamento básico.

Todavia, Silva (2022) chama a atenção para a existência de dúvidas acerca da constitucionalidade de alguns artigos do novo marco legal do saneamento, fato que levou ao ajuizamento de Ações Declaratórias de Inconstitucionalidade, que alegam violação do pacto federativo, decorrente, principalmente das competências atribuídas à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e restrições impostas à autonomia municipal para a gestão e prestação dos serviços.

Desse modo, ante ao exposto, observa-se a complexidade em torno da gestão e governança da água, especialmente, ao considerá-la como um recurso natural que está ligado ao direito à vida e ao bem-viver; pois é um elemento vital, tanto para a conservação dos ecossistemas, quanto para a vida de todos os seres vivos do planeta, além disso, seu acesso é um direito humano fundamental reconhecido pela Organização das Nações Unidas – ONU.

2.1.3 Sistema de Abastecimento de Água

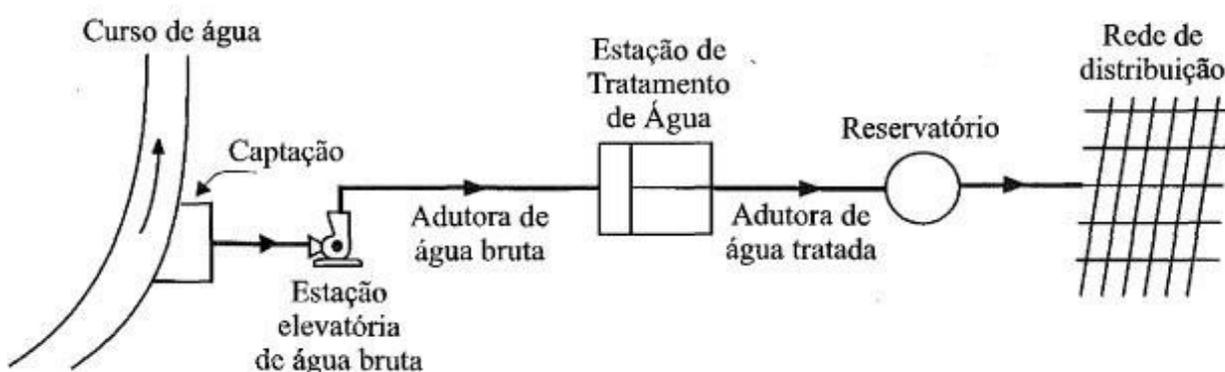
Segundo Tsutiya (2006), o Sistema de Abastecimento de Água – SAA inicialmente é compreendido por um conjunto de estudos que trarão diretrizes, parâmetros e definições para caracterizar o sistema a ser projetado, que muitas vezes são antecedidos de um diagnóstico técnico e ambiental, bem como por um Plano Diretor da bacia hidrográfica da área de estudo.

Conforme Gomes (2019), os SAA's são responsáveis pelo fornecimento de água para o abastecimento doméstico, industrial e público. Tratando-se do abastecimento para o consumo humano, Heller e Pádua (2006) definem SAA como o conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão.

É de suma importância frisar que antes da implantação dos mesmos se torna necessário um estudo para se determinar sua concepção. Vários fatores, devem ser considerados, como por exemplo, as condições topográficas da área a ser abastecida, as características da água disponível para o abastecimento e a disponibilidade de locais para se instalar suas estruturas.

A partir dessa análise é definida a concepção, nada mais que os componentes que irão lhe compor. Nessa perspectiva Tsutiya (2006), afirma que o objetivo principal do sistema de abastecimento de água é fornecer ao usuário uma água de boa qualidade para seu uso, quantidade adequada e pressão suficiente. Assim, o autor apresenta os componentes que podem integrá-lo e atender essas condições (Figura 4).

Figura 4 - Esquema de concepção geral de um Sistema de Abastecimento de Água



Fonte: Tsutiya (2006).

Segundo o autor as unidades que integram os SAA's são definidas como:

Curso de água/ Manancial: é o corpo de água superficial ou subterrâneo, de onde é retirada a água para o abastecimento. Deve fornecer vazão suficiente para atender a demanda de água no período de projeto, e a qualidade dessa água deve ser adequada sob o ponto de vista sanitário.

Captação: conjunto de estruturas e dispositivos, construídos ou montados junto ao manancial, para a retirada de água destinada ao sistema de abastecimento.

Estação elevatória: conjunto de obras e equipamentos destinados a recalcar a água para a unidade seguinte. Em sistemas de abastecimento de água, geralmente há várias estações elevatórias, tanto para o recalque de água bruta, como para o recalque de água tratada. Também é comum a estação elevatória, tipo “booster”, que se destina a aumentar a pressão e/ou vazão em adutoras ou redes de distribuição de água.

Adutora: canalização que se destina conduzir água entre as unidades que precedem a rede de distribuição. Não distribuem a água aos consumidores, mas podem existir as derivações que são as subadutoras.

Estação de tratamento de água: conjunto de unidades destinado a tratar a água de modo a adequar as suas características aos padrões de potabilidade.

Reservatório: é o elemento do sistema de distribuição de água destinado a regularizar as variações entre as vazões de adução e de distribuição e condicionar as pressões na rede de distribuição. **Rede de distribuição:** parte do sistema de abastecimento de água formada de tubulações e órgãos acessórios, destinada a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em quantidade e pressão recomendada (Tsutiya, 2006, p. 10).

A Associação Brasileira de Norma Técnicas – ABNT dentre suas normas, tornou vigente em 1992 a NBR 12.211, na qual são fixadas as condições exigíveis para os estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.

Segundo a norma, o estudo de concepção é o estudo de arranjos, sob os pontos de vista qualitativo e quantitativo, das diferentes partes de um sistema, organizadas de modo a formarem um todo integrado, para a escolha da concepção básica, sendo esta última a melhor solução sob os pontos de vista técnico, econômico, financeiro e social.

Dependendo da concepção adotada para o sistema, sua operação poderá ser mais complexa. A exemplo de sistemas com estações de tratamento de água que exigem mão de obra especializada e cuidados rotineiros maiores, tanto pelo uso de produtos químicos quanto pelo grande volume de água que se perde nas manutenções.

Vale salientar que independente da concepção, os sistemas ao serem operados, por um lado geram inúmeros impactos positivos ao beneficiar populações com a oferta de água, por outro ocasionam impactos negativos ao explorar recursos naturais e gerar a degradação ambiental.

Um dos principais impactos negativos associa-se às perdas de água. A falta de controle e o uso indiscriminado de grandes volumes de água desperdiçados ou desviados ao longo dos sistemas, acarretam a problemática da preservação dos

corpos hídricos, principalmente pela escassez de água de qualidade para o abastecimento humano.

Brito (2021) afirma que desde a captação até um ponto de utilização dentro de uma residência a água passa por vários processos, existindo em cada uma destas etapas perdas inerentes que são inevitáveis mesmo em sistemas considerados eficientes, ocorrendo perdas por falhas de processos ou infraestrutura. Estas fazem com que nem todo o volume que é captado consiga chegar até a sua destinação final, elevando o volume inicialmente projetado em todas as etapas.

A problemática acentua-se com os custos de energia elétrica utilizada na captação dos recursos hídricos a serem distribuídos nas residências, assim como os insumos para o tratamento da água. Deste modo, as perdas refletem não apenas danos sócio-ambientais, mas energéticos e econômicos.

Nesse contexto Cunha *et al.* (2018) afirmam que os altos índices de perdas de água constituem um desafio para os gestores responsáveis pelo serviço, de modo que sane ou minimize esta problemática, sobretudo em áreas mais densas. Como solução, os autores propõem a necessidade de investimento para manutenção da infraestrutura, de diagnósticos contínuos do sistema e de monitoramento e fiscalização do sistema operacional.

Logo, é de fundamental importância enfatizar a necessidade de otimizar a aplicação dos investimentos nas práticas operacionais dos SAA's no Brasil, a serem mais efetivos no alcance de melhores resultados, em se tratando desse estudo em especial no controle das perdas de água nos sistemas de distribuição.

2.1.4 Sistemas de Distribuição e Medidores de Vazões

Com vistas no alcance da universalização dos sistemas de distribuição, se prevê a necessidade de ampliações de redes que distribuem água potável e melhorias em sistemas existentes que não operam por deficiências em infraestruturas. O contexto remete a vários aspectos a serem avaliados, dentre eles as condições mínimas para a operação dos sistemas de distribuição, conforme recomendações das legislações vigentes.

A Portaria nº 888 de 2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021a), em seu artigo 25 do anexo, afirma que “[...] a rede de distribuição de água para consumo humano deve ser operada sempre com pressão positiva em toda sua extensão.” Já a Associação

Brasileira de Normas Técnicas (2017) na NBR 12.218 destinada a projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público, traz que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa, e a pressão dinâmica mínima, de 100 kPa.

Ambas apresentam parâmetros a serem seguidos para a garantia do bom funcionamento dos sistemas de distribuição, assim como outros que também devem ser seguidos. Em contrapartida, os sistemas poderão ser classificados como eficientes quando a água distribuída chega em quantidade e qualidade suficientes aos usuários finais.

A qualidade será garantida quando se aplica o tratamento ideal, levando em conta as características físico-químicas e bacteriológicas da água a ser ofertada, enquanto a quantidade relaciona-se aos volumes de água disponibilizados regularmente no suprimento das necessidades diárias da população.

De acordo com Albuquerque Júnior (2019), perante a complexidade dos sistemas de abastecimento de água, torna-se interessante dividi-lo em sistemas menores, tais como: captação, tratamento, adução, reservação e distribuição. A divisão viabiliza a análise individualmente de cada componente do sistema, bem como permite definir as ações que proporcionem uma gestão mais adequada.

Exemplificando, o sistema de distribuição de água pode ser dividido em sistemas menores, chamados setores, que delimitam diversas áreas de abastecimento. A divisão dos setores facilitará as medições das vazões ofertadas e consumidas nos sistemas de distribuição.

De modo que o acompanhamento poderá ser realizado por equipamentos instalados conforme a divisão dos setores, sendo a água distribuída medida pelos macromedidores e a consumida pelos micromedidores (hidrômetros) nas unidades consumidoras.

A macromedição é a referência principal de todo o Balanço Hídrico, realizada na apuração dos volumes produzidos nas Estações de Tratamento de Água – ETA, disponibilizados à distribuição ou mesmo apurados em subsetores ou outras segmentações operacionais das redes de distribuição de água (ABES, 2015).

A micromedição é a apuração dos volumes de água na entrada dos consumidores finais (residências, imóveis comerciais, indústrias), em que são feitas leituras periódicas nos hidrômetros instalados. A totalização dessas leituras, em um intervalo

de tempo, é que vai ser confrontada com a macromedição apurada nesse mesmo intervalo de tempo.

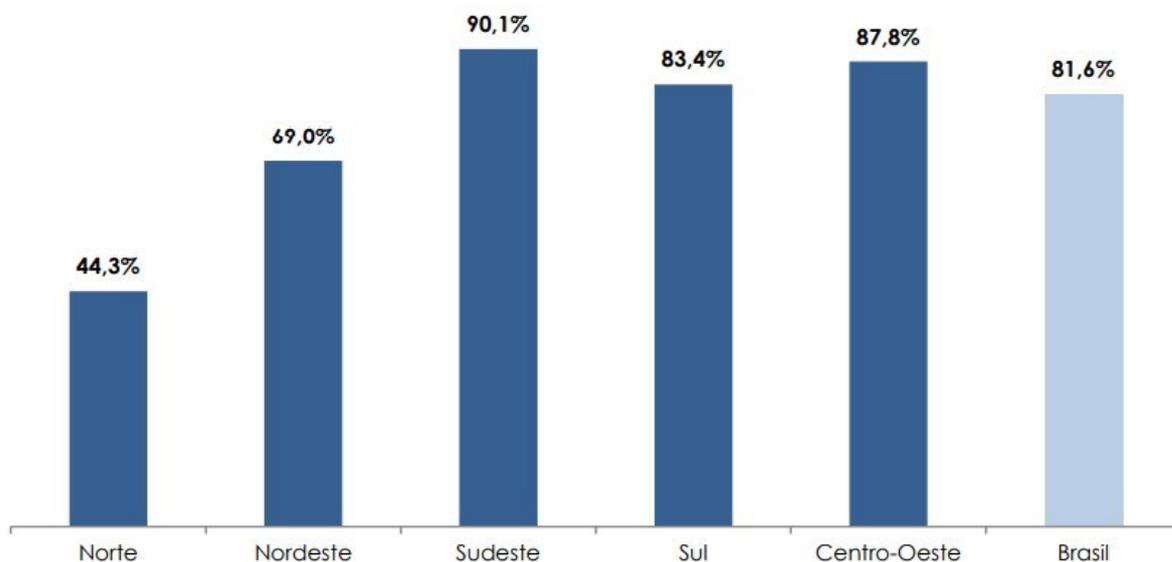
Esses mecanismos de medições podem ser empregados como um instrumento de gestão dos recursos hídricos nos SAA's, tanto por influenciar na eficiência de operação ao permitir monitorar as vazões de água que se distribuem e se consomem, quanto para o controle dos desperdícios.

Corroborando para o uso racional ao permitir a cobrança da água, através dos volumes de consumo, concomitantemente expressando os volumes perdidos, assim como apresenta o diagnóstico do SNIS sobre gestão técnica da água (BRASIL, 2022a), ao afirmar que os sistemas de medição no abastecimento de água se constituem em instrumentos indispensáveis à operação eficaz dos sistemas públicos, estando intrinsecamente ligados à gestão das perdas de água, à gestão ambiental, à eficiência energética e, conseqüentemente, à saúde financeira dos prestadores de serviços.

Além disso, o conhecimento adequado das variáveis permite explorar as melhores formas de operação dos sistemas de abastecimento em todas as suas etapas. Nessa perspectiva é válido apresentar os dados do diagnóstico do SNIS sobre gestão técnica da água (BRASIL, 2022a), relativo ao índice de macromedição (IN011). Segundo o relatório do SNIS, o valor nacional do índice IN011, considerando todo o conjunto de prestadores de serviços, em 2020, foi de 81,6%, representando que de cada 100 litros de água disponibilizados para consumo, 81,6 litros foram efetivamente medidos. O diagnóstico mostra que o valor observado é próximo ao calculado nos anos de 2019 (81,8%) e 2018 (81,4%).

De acordo com a análise dos resultados segundo macrorregião geográfica, no ano de 2020, de maneira similar a 2019, Sudeste, Centro-Oeste e Sul apresentam índices de macromedição superiores às demais macrorregiões, com 90,1%, 87,8%, e 83,4%, respectivamente (Figura 5).

Por outro lado, as demais macrorregiões, Norte (44,3%) e Nordeste (69,0%), apresentam médias inferiores ao valor nacional, com destaque para a macrorregião Norte, cujo valor é 4,0 pontos percentuais abaixo do índice calculado em 2019 (48,2%) (BRASIL, 2022a).

Figura 5 - Índice de macromedição (IN011), por macrorregião geográfica em 2020

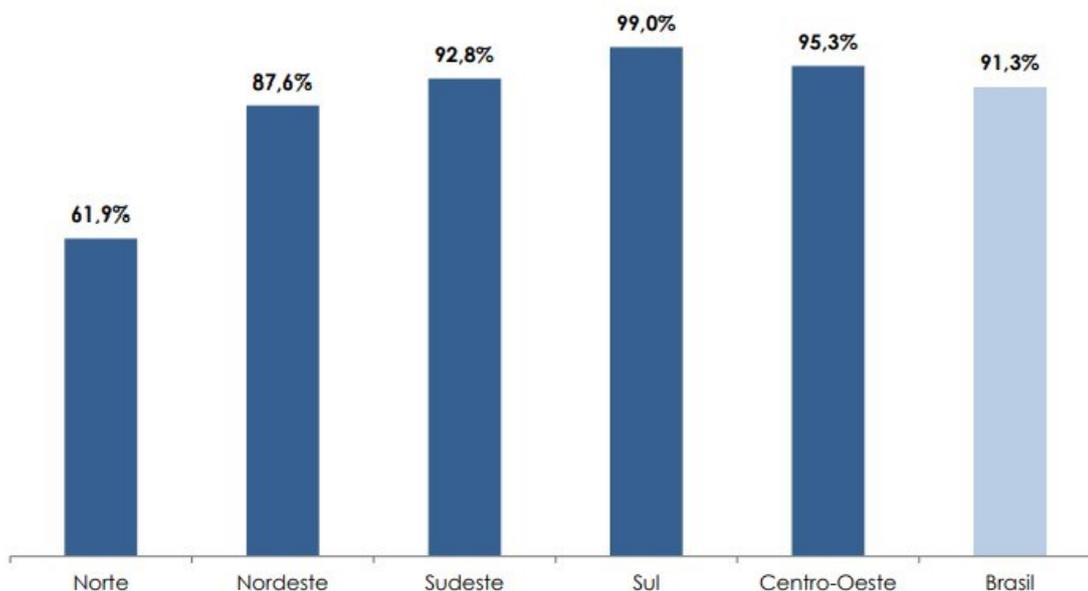
Fonte: Brasil (2022a).

Quanto ao índice de micromedição (índice de hidrometração – IN009) nacional, o diagnóstico do SNIS (BRASIL, 2022a), assinala que em 2020 o valor foi de 91,3%, pouco inferior à média de 2019, que foi de 92,2%.

Em relação aos resultados conforme a macrorregião geográfica, o estudo do SNIS observou que, no ano de 2020, as macrorregiões Norte, Nordeste e Sudeste são as que revelaram ligeiro aumento do indicador com relação a 2019, na ordem de 4,6, 0,9 e 0,8 pontos percentuais, respectivamente.

No Centro-Oeste houve a redução de 0,3 ponto percentual e no Sul permaneceu no mesmo patamar, como observado desde 2015, apresentando o maior valor médio de hidrometração, com 99,0% (7,7 pontos percentuais superior à média nacional). Por outro lado, as macrorregiões Nordeste (87,6%) e Norte (61,9%), essa última com um valor destoante das demais macrorregiões, apresentam médias inferiores ao índice nacional (Figura 6).

Figura 6 – Índice de hidrometração (IN009), por macrorregião geográfica em 2020



Fonte: Brasil (2022a).

Os dados indicam que parte da água não é medida, significando prejuízos na eficiência dos sistemas. Nessa perspectiva, Tardelli Filho (2016) aprofunda que as “perdas” retratam a diferença entre o que se disponibilizou no tubo da rede de distribuição para o abastecimento de água tratada (macromedição) e o somatório do que se mediu em todos os hidrômetros dos usuários finais (micromedição).

Dessa maneira, os volumes da água disponibilizados na distribuição e os volumes consumidos e faturados, são aspectos importantes que quantificam a eficiência da operação dos sistemas de abastecimento de água. Essa relação expressam as perdas de água na distribuição, representados pelo “índice de perda na distribuição”, obtido por meio das leituras dos macromedidores e dos hidrômetros, representando as faixas de consumo e identificando aqueles fora da normalidade.

Finalmente, o índice de perda na distribuição (IPD) equivale a uma ferramenta que pode ser empregada em estratégias de acompanhamento da eficiência dos sistemas de distribuição, no combate às perdas na distribuição por quantificar os volumes de água que não chegam aos consumidores finais, onde quanto menor o índice, mais eficiente é o sistema de distribuição e menores são as perdas de água.

2.2 SANEAMENTO RURAL NO BRASIL

No Brasil, o saneamento básico, mesmo não sendo diretamente mencionado, está contemplado entre os direitos sociais relacionados à saúde e à moradia digna, previstos no artigo 6º da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988). A Carta Magna Brasileira, ainda versa sobre esse setor ao estabelecer que é de competência comum a União, estados, Distrito Federal e municípios a promoção de programas para a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico, bem como, determina à União a competência para instituir diretrizes para o saneamento.

Enquanto atribui ao Sistema Único de Saúde participação na formulação da política e da execução das ações de saneamento e aos municípios designa a competência de titularidade da organização e da prestação, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, dos serviços públicos de interesse local, em que se enquadram, nesse caso, a prestação dos serviços de saneamento básico.

Ainda no âmbito legal, as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico estão contempladas na Lei nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), principal regulamento do setor, e em sua atualização, promovida através da Lei nº 14.026/2020 (BRASIL, 2020a) - Novo Marco Legal do Saneamento Básico.

Segundo Pinho, Zanon e D'Avignon (2021), em linhas gerais, essas alterações no marco legal do saneamento foram direcionadas à regulação e prestação dos serviços públicos nesse ramo, tendo como objetivos principais a regionalização dos serviços de saneamento básico e aumento da participação da iniciativa privada no setor.

A Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007), em seu artigo 3º, define saneamento básico como sendo um conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Ou seja, o saneamento diz respeito ao conjunto de ações que promovem saúde e qualidade de vida às populações e à preservação do meio ambiente.

Com vista na definição, o saneamento se apresenta como uma via para o alcance da salubridade ambiental, ao prevenir doenças e aumentar a qualidade e expectativa de vida das populações, ao saber que a sobrevivência humana é marcada

pela constante exploração dos recursos naturais, conseqüentemente acarretando a degradação no meio ambiente.

Partindo desse pressuposto, Lima *et al* (2021) apontam que as políticas públicas voltadas à infraestrutura e de serviços essenciais, como a educação e a saúde, precisam ser disponibilizadas à população brasileira, independentemente de onde ela se encontra, seja nos centros urbanos ou rurais, assim como deve acontecer com os serviços de saneamento básico.

Dados do diagnóstico relativo à gestão técnica da água do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (BRASIL, 2022a), apontam que em 2020, 93,4% da população urbana do Brasil tem acesso à água potável, 0,9 ponto percentual superior ao calculado em 2019. No entanto, para a população rural a situação é preocupante, como mostrado por Lima *et al* (2021), na qual, destes, 8 em cada 10 pessoas, não têm acesso à água de qualidade para consumo.

Nessa premissa, é percebido um descaso com a população rural em relação à oferta dos serviços de saneamento e sua vulnerabilidade mesmo após a promulgação de leis que garantem esse direito, como se observa em vários trechos da Política Federal de Saneamento Básico (BRASIL, 2007), que estabelece à União, dentre suas diretrizes, a “garantia de meios adequados para o atendimento da população rural, por meio da utilização de soluções compatíveis com as suas características econômicas e sociais peculiares”.

Nesta também se prevê entre os seus objetivos “proporcionar condições adequadas de salubridade ambiental às populações rurais e às pequenas comunidades”. Além disso, a Lei Federal 11.445/2007 determina que o Plano Nacional de Saneamento Básico deve “contemplar programa específico para ações de saneamento básico em áreas rurais”.

Ainda no contexto jurídico relacionado ao setor do saneamento, têm-se o Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010 (BRASIL, 2010), que regulamenta a Lei 11.445/2007. No que se refere ao saneamento rural, as disposições do regulamento não coalescem muito ao já previsto na Lei.

Já o Decreto Federal nº 10.588, de 24 de dezembro de 2020 (BRASIL, 2020b), regulamenta a Lei 14.026/2020 e dispõe sobre a regularização de operações e o apoio técnico e financeiro da União para a adaptação dos serviços públicos de saneamento básico às disposições dessa Lei, e sobre a alocação de recursos públicos federais,

incluindo financiamentos com recursos da União ou geridos ou operados por seus órgãos ou entidades.

Quanto ao saneamento em áreas rurais, o decreto assegura as previsões legais, e vai além, ao incluir, entre as soluções que não constituem serviço público de saneamento básico: as ações executadas por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços; a prestação de serviços realizados por associações comunitárias criadas para esse fim que possuam competência na gestão do saneamento rural, desde que delegadas ou autorizadas pelo respectivo titular, na forma prevista na legislação; e as ações e os serviços operados pelos próprios usuários, por meio de associações comunitárias ou multicomunitárias.

No entanto, o Decreto ressalta que os municípios poderão autorizar a execução das ações de saneamento básico às associações comunitárias, desde que tenham sido criadas para essa finalidade. Desse modo, observa-se que essas modificações recentes promovidas na legislação, voltadas à regulamentação e prestação dos serviços públicos de saneamento básico, não contemplam as soluções individuais alternativas, quando não demandem operações por terceiros.

Logo, pode ser visto como um obstáculo para se alcançar a universalização dos serviços de saneamento básico no meio rural, que segundo Pinho, Zanon e D'Avignon (2021), esses sistemas individuais alternativos, também chamados de soluções descentralizadas individuais, apresentam-se como os mais adequados para solucionar o deficit de atendimento da maior parte das áreas rurais.

Nesse cenário, Lima (2021) observa que quando se deseja caracterizar a atual situação do saneamento rural no Brasil, verifica-se a existência de alguns entraves. De acordo com a autora há estudos que precisam ser aprofundados melhor quanto a representatividade, por exemplo, o SNIS quantifica apenas regiões cujo abastecimento de água e esgotamento sanitário é feito por meio de redes – realidade que não representa o rural, que muitas vezes necessita de soluções individuais, dificultando a visualização da atual realidade do país.

De acordo com o Programa Nacional de Saneamento Rural – PNSR (BRASIL, 2019b), elaborado pela Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, em muitos países, o acesso ao saneamento básico, em especial à água potável, reflete diretamente a distribuição da riqueza, em que as famílias de baixa renda apresentam menor

possibilidade de estarem ligadas à rede pública de água e maior probabilidade de receber água de fontes não tratadas.

Desse modo, a crise do saneamento básico, sobretudo do acesso à água em quantidade e qualidade satisfatórias, representa uma crise relacionada à pobreza e às iniquidades em saúde no mundo e, também, no Brasil. Dentro dessa perspectiva, deve-se ratificar o compromisso com a universalização do acesso ao saneamento básico, em especial à água, em quantidade e qualidade suficientes, e ao esgotamento sanitário, consistindo em estratégias efetivas de erradicação da extrema pobreza e da fome, que poderão contribuir com o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (BRASIL, 2019b).

Salienta-se que de acordo com a Organização das Nações Unidas – ONU (2022), os 17 ODS se relacionam aos principais desafios de desenvolvimento enfrentados por pessoas no Brasil e no mundo e correspondem a um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade.

Retomando ao contexto da universalização e associando aos ODS, identifica-se que o sexto Objetivo – Água Potável e Saneamento, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos, representa uma importante ferramenta ao estabelecer entre suas metas até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis, abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.

Sobretudo, o Objetivo 12 – Consumo e Produção Responsáveis, relaciona-se a alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais. Ambos concernem à gestão dos sistemas de abastecimento de água ao considerar que o uso insustentável dos recursos hídricos impactará no processo de universalização, especialmente devido ao problema da escassez hídrica, além disso, se correlaciona no tocante ao combate das perdas, que de acordo com o Instituto Trata Brasil (2022), é da ordem de 40,14% quando se observa as perdas de água na distribuição e de 37,54% quando se analisa as perdas no faturamento.

Outra preocupação sobre a universalização, surge ao analisar os dados do saneamento rural no Brasil, fornecidos pelo último censo demográfico realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, baseada na cronologia e nos espaços a serem alcançados.

Segundo o PNSR (BRASIL, 2019b), o censo apresentou que 84,43% da população brasileira residia em áreas urbanas e 15,57% em áreas rurais. Em referência à população rural 42,5% possuíam abastecimento de água com atendimento adequado, 33,5% esteve com atendimento precário, enquanto 26% não receberam atendimento. Em se tratando do esgotamento sanitário 20,6% foi atendida de forma adequada, 54,1% atendida de forma precária e 25,3% estiveram sem atendimento.

Em se tratando do manejo de resíduos sólidos, 23,6% foram atendidas adequadamente, 20,9% em atendimento precário e 55,5% sem atendimento. Por fim, no manejo de águas pluviais 60,4% possuíam atendimento adequado, 15,4% atendimento precário e 24,2% não foram atendidas.

Os dados representam que no período grande parte das populações rurais permaneciam desassistidas ou com atendimentos inadequados de saneamento, expressando a elevada vulnerabilidade desse público relacionado à saúde, ao bemestar e à qualidade de vida.

2.2.1 Sistema Integrado de Saneamento Rural

O panorama da vulnerabilidade não foi diferente em tempos anteriores, no qual as condições eram ainda mais precárias na prestação dos serviços de saneamento de qualidade. Assim, diante da necessidade de mudanças e melhorias para o público menos assistido, criou-se um modelo de saneamento rural para o fornecimento de água destinado ao consumo humano, na expectativa de avançar perante a universalização do abastecimento de água e do esgotamento sanitário de forma continuada.

Conforme Roza e Araújo (2020), é justamente num vácuo institucional no início dos anos 2000 que surge no Nordeste brasileiro, Programas de Saneamento Rural estruturados a partir da autogestão do sistema de água e esgoto por associação de moradores em parceria com as Companhias Estaduais do setor.

A princípio, Castro, Taleires e Silveira (2021) apresentam que esses programas emergem por meio de iniciativas dos Governos Estaduais da Bahia e do Ceará, apoiados pelo financiamento do banco alemão *Kreditanstalt für Wiederaufbau* – KfW, tornando-se responsável pela consultoria do banco e pela formulação para gestão dos serviços no meio rural, todavia não contemplando os serviços de manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais, conforme previsto em lei.

De acordo com Rocha (2013), a primeira experiência do modelo se deu em 1995 no município de Seabra, no centro-sul da Bahia e teve o nome de Central das Associações para Manutenção de Sistemas de Abastecimento de Água, e logo em seguida, em janeiro de 1996, implantou-se a segunda e mais exitosa experiência do modelo, dessa vez, no estado do Ceará, mais precisamente no município de Sobral, nas Bacias Hidrográficas dos Rios Acaraú e Coreaú (BAC), sob o nome de Sistema Integrado de Saneamento Rural – SISAR. Ressalta-se que ambos os modelos possuem o mesmo arranjo institucional, embora denominações diferentes.

Em termos legais o SISAR se caracteriza como uma associação civil, de direito privado, sem fins econômicos, com personalidade jurídica e administração própria, regida pelo Código Civil Brasileiro (SISAR BSA, 2006), sendo formada pelas associações das comunidades beneficiadas que estão na mesma bacia hidrográfica.

Para Machado *et al.* (2015), o SISAR constitui-se de uma confederação de associações que tem como objetivo principal a gestão compartilhada com as associações comunitárias visando garantir a operação e a manutenção de sistemas de água e esgoto das comunidades filiadas.

Conforme Alves e Araújo (2016), o SISAR emergiu da necessidade de se assegurar que os sistemas de abastecimento de água implantados nas comunidades rurais, tivessem sustentabilidade ao longo do tempo, assegurando pelo menos uma vida útil prevista de vinte anos. Devido a falta de sustentabilidade econômico-financeira desses sistemas, a Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, não podia assumir a gestão dos mesmos e não existia outro modelo de gestão para assumir esta responsabilidade (ÁGUAS DO BRASIL, 2017).

Além disso, o surgimento da iniciativa também foi influenciado pela sensibilidade de fornecer água tratada, se configurando como uma alternativa para solucionar a problemática do sucateamento dos SAA's de programas anteriores, que na maioria das vezes depois de entregues à população eram descuidados, pela falta

de recursos técnicos e financeiros ou até mesmo pela baixa efetividade da gestão, atribuindo ao modelo a missão de buscar assegurar a vida útil dos sistemas conforme projeções.

Ao considerar os aspectos da formalização da criação do Programa SISAR, Freitas *et al.* (2015), julgam se tratar de uma Tecnologia Social, tendo como parâmetro o conceito de social innovation, por incorporar uma abordagem organizacional inovadora.

Para os autores, é perceptível que o programa inova ao buscar, junto à comunidade beneficiada, equacionar o problema da confiabilidade dos sistemas e sua consequência para a garantia da democratização do acesso aos serviços de abastecimento de água, procurando, em sua concepção, avançar em um dos principais desafios do acesso aos serviços de saneamento em áreas rurais: a garantia de plena operação dos sistemas implantados.

Dentro desse contexto, entende-se Tecnologia Social – TS como um conjunto de técnicas e metodologias transformadoras, desenvolvidas e aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida (ITS BRASIL, 2004).

Para Silva *et al.* (2019), a proposta da TS, por sua própria natureza, tem como elemento constitutivo o empoderamento e a participação dos usuários na concepção e na gestão de instrumentos e metodologias capazes de melhorar suas condições de vida, reconhecendo e dando maior visibilidade a soluções locais para os problemas vivenciados.

Conforme os autores, o uso de TS no contexto do saneamento rural se mostra de grande valia quando se reconhecem as especificidades de cada território e como cada um deles pode demandar soluções de saneamento específicas e adaptadas a realidade local, privilegiando os saberes de seus beneficiários. A lógica da construção de experiências com aproximações das TS, extrapolam a dimensão técnica do saneamento ao incorporar a integração entre atores, em uma perspectiva de participação social, vem contribuindo para a instalação de soluções de saneamento sustentáveis.

Como exemplos de tais experiências em saneamento rural relacionadas, sobretudo, à gestão participativa e aproximações com as Tecnologias Sociais, Silva *et al.* (2019), citam o Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), além de

outras, também muito relevantes como: o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e o Programa Água Doce (PAD).

De acordo com Freitas *et al.* (2015), o P1MC compreende uma ação para a convivência com o semiárido que surgiu em 2003, tendo como objetivo beneficiar pessoas em toda região semiárida brasileira, com água potável para beber e cozinhar, a partir da construção de cisternas para famílias de baixa renda da área rural.

O Programa Água Doce é mais uma experiência de aproximação com as Tecnologias Sociais, a qual foi lançada em 2004 pelo Governo Federal e cujo objetivo principal é estabelecer uma política pública permanente de acesso à água de qualidade para o consumo humano, incorporando cuidados técnicos, ambientais e sociais, na implantação, recuperação e gestão de sistemas de dessalinização de águas salobras e salinas (BRASIL, 2019b).

No Ceará, o Programa Água Doce é vinculado à Secretaria dos Recursos Hídricos, e o SISAR em parceria com o governo do estado estabeleceram convênio com o objetivo de evitar o sucateamento e garantir a manutenção e o bom funcionamento dos 252 dessalinizadores instalados pelo PAD em 41 municípios do estado (INSTITUTO SISAR, 2022a).

Desse modo, Castro (2015) aponta que iniciativas como o SISAR, o P1MC, programas e órgãos de desenvolvimento e extensão rural, dentre outros, são esforços importantes no sentido de criarem, para a população rural, condições de vida minimamente dignas, que justifiquem e contribuam para a sua permanência no campo.

Retomando ao SISAR, quanto ao financiamento do programa no estado Ceará, além da contribuição do banco KFW, houve também o apoio da CAGECE; do governo do Estado, através do Projeto São José; das prefeituras e das comunidades (COSTA *et al.*, 2021), ficando a cargo da CAGECE, a função de órgão executor das ações do programa (ALVES; ARAÚJO, 2016).

Freitas *et al.* (2015) destacam que, apesar de o KFW ter financiado o primeiro SISAR no estado, quem proporcionou o êxito do modelo no Ceará foi o Governo estadual, por meio do Projeto São José/Banco Mundial.

Nessa perspectiva, Rocha (2013) evidencia que a maior expansão do programa se deu justamente no Ceará, visto que após cinco anos da criação de sua primeira unidade, a CAGECE, em 2001, expandiu o programa para todo o estado (Figura 7),

criando mais sete unidades, onde a gestão é distribuída por Bacia Hidrográfica, sendo elas: Curu-Litoral – BCL (Itapipoca), Metropolitana – BME (Fortaleza), Parnaíba – BPA (Crateús), Banabuiú – BBA (Quixadá), Baixo-médio Jaguaribe – BBJ (Russas), Alto Jaguaribe – BAJ (Acopiara) e Salgado – BSA (Juazeiro do Norte).

O autor destaca, que cada unidade é autônoma com personalidade jurídica própria, sendo o único vínculo entre elas estabelecido pela ação da CAGECE, na organização de reuniões para trocas de experiências e avaliação de metas.

Figura 7 – Distribuição dos SISAR's no Ceará por bacia hidrográfica



Fonte: Águas do Brasil (2017).

Juridicamente, cada unidade do SISAR é regida por um Estatuto Social, o instrumento normativo mais importante do modelo, no qual se definem, a denominação, sede, foro, prazo e ano social, os objetivos, das associações filiadas, dos direitos, obrigações e desligamento das associadas, da administração, das eleições e representação, dos recursos financeiros e patrimônio, do regime financeiro e do balanço geral, dos livros, da dissolução e liquidação e das disposições gerais. Ou seja, o documento rege todas as diretrizes para a gestão compartilhada de modo

a assegurar que todas as partes envolvidas cumpram seu papel na garantia da prestação de serviços com qualidade.

Todas as 08 (oito) unidades do SISAR seguem a mesma estrutura formal de organização, que se divide em dois núcleos distintos: um estratégico (dirigente) e outro executivo. O núcleo dirigente é composto pela Assembleia Geral (órgão máximo do SISAR, formado por um representante de cada associação filiada), Conselho de Administração (com onze membros, sendo seis das associações comunitárias filiadas e cinco membros de outras entidades que colaboram para o crescimento do programa) e Conselho Fiscal (composto por seis membros representantes das associações). Existe, ainda, uma Assessoria Técnica, composta pela equipe da GESAR e por representante do KFW, que acompanham e assessoram toda a operação dos SISARs (ROCHA, 2013; CASTRO, 2015; SOUZA, 2020).

O Conselho de Administração é presidido por um Presidente, eleito, em média, a cada três anos (variável segundo estatuto de cada associação), esse também presidirá a Assembleia Geral, e obrigatoriamente deve ser um dos presidentes das associações comunitárias participantes do SISAR. Assim como o Presidente, os demais membros comunitários do Conselho Administrativo (vice-presidente, 1º e 2º tesoureiro, e 1º e 2º secretário) são eleitos pelos associados e oriundos das associações filiadas (CASTRO, 2015).

Os membros dos órgãos governamentais ou parceiros que compõe o Conselho Administrativo são indicados para mandatos de três anos, mas, como previsto no Estatuto do SISAR, podem ser substituídos a qualquer tempo, a critério dos órgãos representados. Quanto aos membros do Conselho Fiscal, esses devem ser eleitos anualmente dentre os representantes das associações participantes (CASTRO, 2015).

De acordo com Costa *et al.* (2021), um importante marco na expansão do SISAR em todo o território cearense, diz respeito à criação, pela CAGECE, em 1999 da Gerência de Saneamento Rural (GESAR) para tratar das pautas do programa e demais assuntos relacionados com o saneamento básico em áreas rurais.

Segundo Freitas *et al.* (2015), a GESAR têm por finalidade melhorar a estrutura administrativa do SISAR e dinamizar os trabalhos a serem realizados na implantação, operação e manutenção dos sistemas de abastecimento, auxiliando ainda na realização de estudos, na busca de investimentos e parceiros, além de acompanhar

o funcionamento institucional através do monitoramento dos sistemas baseado em indicadores que expressam a eficiência sobre o gerenciamento nas áreas administrativa, técnica e social.

Em relação ao núcleo executivo, esse se constitui do quadro de funcionários necessários às atividades operacionais e que no organograma é dividido em núcleo tático e núcleo operacional. O núcleo tático é composto por três responsáveis nas áreas técnica, administrativo-financeira e social, vale ressaltar que não existe responsável geral nem comando único; e o núcleo operacional é formado pelas equipes operacionais executoras dos serviços nas áreas técnica, administrativocomercial e social (ROCHA, 2013; CASTRO, 2015; SOUZA, 2020).

Dessa maneira, percebe-se que a estrutura institucional do SISAR apresenta várias ramificações a fim de evitar a centralização das decisões em um único órgão. A contribuição dessas várias partes integrantes do modelo institucional, se mostra bastante importante, pois cada um exerce sua função com eficiência, além de proporcionar às associações o poder de supervisão no que diz respeito à operação, manutenção do sistema e geração de tarifas. Vale também ressaltar que a própria comunidade em parceria com a CAGECE e a prefeitura garantem que a fiscalização possa ocorrer de maneira frequente identificando problemas e propondo soluções (SOUZA, 2020).

Frente a esta estruturação, Garrido *et al.* (2016), evidenciam que a participação social e a gestão comunitária do modelo contribuem substancialmente para a manutenção das estruturas físicas implantadas, para a manutenção sistemática preventiva e corretiva, para a redução de perdas, bem como minimiza os riscos relativos a interferência política no Programa, em função do caráter associativo do modelo que lhe confere uma força peculiar.

Para tanto, segundo a GESAR (2021a), a presença do SISAR nas comunidades está condicionada a alguns fatores que viabilizem aplicação do programa, dentre eles a existência de instalações elétrica, de manancial com disponibilidade suficiente para abastecimento, da cobrança das tarifas, de padrões técnicos atingidos, bem como de uma associação comunitária com funcionamento regular.

De acordo com Roza e Araújo (2020), para que uma determinada associação comunitária ingresse no SISAR é necessário que esta dê entrada, através de um documento chamado Carta Consulta demonstrando seu interesse em filiar-se. Logo

após membros do SISAR realizam uma visita à comunidade para verificar se a mesma apresenta os requisitos básicos para a implantação do modelo. Caso a comunidade não apresente condições adequadas para a adesão ao programa, o SISAR deverá deixar claro no parecer todas as ações e custos necessários para que a localidade apresente os padrões mínimos exigidos. Após adequação do sistema, a Carta Consulta, o relatório técnico e os pareceres (técnico e social) são apresentados ao Conselho de Administração do SISAR; e este delibera sobre a filiação da comunidade.

O SISAR possui um padrão na prestação de serviços de água, que segundo Rocha (2013) compreende a distribuição nos domicílios com rede e ramais (ligações); a cobertura universal na localidade que adere ao modelo; unidade de tratamento (água tratada) com controle de qualidade conforme legislação; serviço contínuo e em pressão conforme as normas técnicas e medidor (hidrômetro) em todas as ligações com leitura mensal do consumo.

Com esse padrão de prestação de serviços, o SISAR apresenta uma inovação de caráter técnico-operacional, no âmbito do saneamento rural, a partir do momento em que propõe a hidrometração dos sistemas. Essa proposta altera o formato visto em diversos projetos anteriores na área do saneamento rural, em que houve (e há) uma prática de implantação dos sistemas, com distribuição de água para a população sem o devido tratamento e sem cobrança por essa água, mas, também, não há um cuidado com a operação e manutenção dos sistemas, que se deterioram com o tempo (FREITAS *et al.*, 2015).

Apesar de utilizar as tecnologias tradicionais para o meio urbano, com os equipamentos que geralmente a CAGECE utiliza em suas instalações nas cidades onde atua, a ação proposta pelo SISAR para o meio rural modifica a relação social entre aqueles que receberão a água e o prestador de serviço. Isso revela outra inovação importante do Programa: o rateio dos custos entre os usuários dos sistemas de maneira mais equitativa, objetivando o alcance da autonomia financeira do modelo e sua continuidade (FREITAS *et al.*, 2015).

Quanto ao serviço de esgotamento sanitário, esse foi pouco disseminado nos sistemas filiados ao Programa. Como é o caso do SISAR BSA (Juazeiro do Norte), que de acordo com a GESAR (2021b) dentre os 198 sistemas operados no ano de 2021, apenas um contempla o gerenciamento de esgoto. Roza e Araújo (2020) também enfatizam que somente 15 localidades do SISAR BAC (Sobral) oferecem o

serviço de esgotamento coletivo. Dessa forma, observa-se que o grande precursor do modelo SISAR se refere ao abastecimento de água.

Com isso, a CAGECE e demais entidades que atuam na área do saneamento rural no Ceará, formularam um documento denominado de “Padrão de Projetos e Obras Rurais”, voltado para Projetos e Obras de Sistemas de Abastecimento de Água – SAA’s em comunidades rurais, tendo em vista a necessidade de se conceber um modelo adequado de projetos de obras para essas localidades e que seja capaz de atender técnica e operacionalmente as exigências destas áreas (CAGECE, 2020).

As especificações técnicas constantes nesse documento procuram atender à realidade das comunidades a serem beneficiadas pelos programas, projetos e obras de abastecimento em áreas rurais, bem como aos parâmetros de qualidade e as normas técnicas específicas para projetos dessa natureza (CAGECE, 2020).

Quanto ao sistema de gerenciamento, a essência do modelo é a gestão de forma compartilhada (Figura 8), o que significa a divisão das atividades operativas e comerciais entre o SISAR e a Associação filiada. Esse formato de gestão, juntamente com a estrutura organizacional do SISAR, se constitui no diferencial do programa em relação à concessionária estadual de saneamento, haja visto que o gerenciamento dos sistemas de abastecimento na zona rural por tal companhia não é economicamente viável, e ao utilizar a associação comunitária na gestão compartilhada desses sistemas, o SISAR reduz os custos operacionais e viabiliza a gestão dos mesmos.

Figura 8 – Modelo SISAT



Fonte: Sisar (2021).

Nesse sentido, ao SISAR cabe a execução de ações mais complexas de manutenção; controle da qualidade da água; fornecimento de insumos em geral; faturamento e cobrança; realização de pequenas obras de expansão; capacitação; trabalho social, educativo e de mobilização (ROCHA, 2013; GARRIDO *et al.*, 2016; INSTITUTO SISAR, 2022b).

A Associação, através do operador escolhido pela comunidade cabe a supervisão da operação das unidades, realização de manutenções mais simples, a leitura de medidores e entrega das contas, ao passo que os dirigentes associativos executam atividades administrativas vinculadas ao funcionamento geral do SISAR, processos de capacitação e, participação nas Assembleias gerais e reuniões de Conselhos (ROCHA, 2013; GARRIDO *et al.*, 2016; INSTITUTO SISAR, 2022b).

Nesse formato de gestão adotado pelo Programa, as associações comunitárias escolhem um operador local para atuar nos sistemas e para que esse se torne apto a desenvolver seus trabalhos recebe capacitação técnica por meio de treinamentos oferecidos pelo SISAR. Vale destacar, que o operador não é um funcionário do SISAR, mas sim uma pessoa da própria comunidade que se dispõe a colaborar, recebendo apenas uma gratificação pelo serviço prestado, esse pagamento não é visto como salário, mas como uma ajuda de custo ao operador que, em tese, faz um trabalho voluntário, inclusive assinando um termo de voluntariado (CASTRO, 2015; SOUZA, 2020).

Para Freitas *et al.* (2015), é fundamental que o operador resida na comunidade, e essa exigência ocorre, para que se garanta a agilidade na solução de eventuais problemas de ordem operacional. Além disso, Castro (2015) observa que o papel desempenhado pelo operador vai além do caráter técnico, sendo também social, educativo e integrativo, servindo como um elo entre os diversos elementos do Programa (SISAR, comunidade, membros das associações, visitantes) na medida em que é ele, nas mais diversas vezes, quem traduz os problemas que o sistema está vivendo, quem explica questões relacionadas ao tratamento, financeiras, sanitárias, dentre outras.

Vale mencionar que o poder público também participa do Programa se responsabilizando pelo provimento da estrutura física que integra o projeto dos SAA's, enquanto o SISAR e as comunidades rurais por meio das associações locais,

encarregam-se apenas em desenvolver as atividades de manutenção e operação, na garantia do funcionamento eficiente e sustentável.

Outra contribuição do poder público se dá através de Lei Municipal Delegatória ao Estado e Concessiva de Isenção de ISS, que viabiliza a celebração de instrumentos legais necessários à estabilidade jurídica do SISAR. Ainda, atua através de Convênio entre Estado, Municípios, SISAR e cada Associação, com regras de exploração dos serviços, e de entrega do sistema ao Poder Concedente quando houver viabilidade econômica da concessão; e por Instrumento Contratual de Delegação, prevendo, inclusive, a atividade regulatória pelo Estado e a possibilidade de subsídios (CASTRO, 2015).

Consoante à divisão das atividades, também ocorre a divisão dos custos, sendo um referente ao SISAR e outro relacionado ao local. O custo do SISAR engloba pessoal, logística e todos os insumos de manutenção; já os custos locais incluem o operador, energia elétrica e a administração da associação (ROZA, ARAÚJO, 2020).

Com isso, para cobrir cada parcela dos custos têm-se um sistema tarifário composto da seguinte forma: valor referente ao volume de água consumido (metros cúbicos ao mês) que é repassado ao SISAR conforme sua tabela tarifária e valor referente às despesas locais que englobam o operador (remuneração definida pela comunidade como um valor fixo mensal por domicílio – R\$/ligação); energia elétrica (dividida entre os moradores de forma proporcional ao volume consumido – medido) e administração da associação (valor fixo mensal – taxa associativa) (ROCHA, 2013; CASTRO, 2015).

Observa-se que dois componentes da tarifa não podem ser definidos pelas associações: o custo que é repassado ao SISAR em decorrência do volume consumido e o valor da energia elétrica. Assim, os valores passíveis de alteração e definição, pelas comunidades, são aqueles referentes ao pagamento da taxa mensal de manutenção da associação comunitária e o relacionado ao pagamento do operador local (CASTRO, 2015).

Lima (2017), salienta que todas as unidades do SISAR possuem um sistema de diferenciação de tarifas por tipo de usuário e por faixa de consumo, com o intuito de estimular o uso sustentável e racional da água ofertada.

Para a autora, de modo geral, as tarifas praticadas pelo SISAR podem ser consideradas baixas quando comparadas àquelas praticadas pelas grandes

companhias de saneamento, já que o valor cobrado leva em consideração as possibilidades orçamentárias da população atendida, tendo sido discutido pela comunidade nas reuniões com o SISAR. Nesse sentido, desconstrói-se uma prática para o meio rural e se adotam procedimentos em que o usuário deverá pagar pela água consumida.

Freitas *et al.* (2015), também indica um ponto que merece destaque na gestão tarifária e comercial, referindo-se à implantação do faturamento informatizado, com a contratação de agentes de arrecadação externos, como o estabelecimento de contrato direto com bancos das áreas onde tem sede do SISAR, com o objetivo de aumentar o controle financeiro, diminuir a inadimplência e eventual desvio dos recursos arrecadados com o pagamento das contas. Em que pese a construção do sistema ser subsidiada, também se almeja obter o superávit financeiro do programa.

A operação dos sistemas, em cada comunidade, é mantida com as receitas oriundas da tarifação da água. Com essa arrecadação, o SISAR realiza a manutenção preventiva e corretiva, fornece produto químico para o tratamento da água, faz as análises junto a CAGECE, realiza ações educativas e dá suporte no gerenciamento local do sistema junto às associações capacitando-as (ROZA, ARAÚJO, 2020).

Tal mecanismo impacta positivamente a sustentabilidade do programa, conforme previsto na Lei Federal nº 11.445/2007 (BRASIL, 2007), na qual retrata que o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas são mecanismos que favorecem a sustentabilidade e o equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços em regime de eficiência.

Frente as atividades, a GESAR (2021) indica que atualmente os SISAR's no estado do Ceará estão presentes em 166 municípios, beneficiando 2.068 localidades com 1.263 sistemas em operação, totalizando 232.207 ligações, que atendem uma população de aproximadamente 877 mil habitantes (Tabela 1).

Para além dos serviços de saneamento, outro fator de importante relevância do modelo diz respeito ao empoderamento das comunidades filiadas após a mobilização que levou ao Programa, visto que a participação e controle social propiciados pela experiência do SISAR estimulam os envolvidos na busca de novas demandas sociais, através da organização comunitária. Salienta-se ainda que há um acompanhamento da área social do Programa junto à comunidade, orientando-a para

o fortalecimento da associação comunitária, para que essa se torne uma representação dos moradores (FREITAS *et al.*, 2015; SOUZA, 2020).

Tabela 1 – Cobertura dos SISAR's no Ceará

SISAR	Municípios atendidos	Sistemas	Localidades atendidas	População atendida	Ligações totais	População atendida (3,78/dom)
Acopiara	19	158	290	38,05%	24.159	91.321
Quixadá	23	190	322	36,77%	30.891	116.768
Russas	17	75	234	43,65%	20.600	77.868
Itapipoca	19	142	279	37,37%	26.214	99.089
Fortaleza	17	75	114	21,81%	13.517	51.094
Crateús	16	243	321	56,53%	41.128	155.464
Juazeiro do Norte	22	198	284	45,99%	32.435	122.604
Sobral	33	182	224	49,74%	43.263	163.534
Total	166*	1.263	2.068	41,68%	232.207	877.742

* SETE (07) MUNICÍPIOS SÃO ABASTECIDOS POR MAIS DE UM SISAR

Fonte: Adaptado de Gesar (2021b).

Para Lima (2017), o empoderamento incide no acréscimo da liberdade de escolha e na possibilidade de moldar o próprio destino, o que pode levar a transformações sociais em direção a relações democráticas, bem como aumento da autoestima da população, abrindo novos caminhos para as comunidades.

Castro (2015), ressalta que comunidades empoderadas são menos susceptíveis a pressões políticas externas e menos fragilizadas frente a conflitos internos, possuem visão social mais crítica e arguta, além disso, são mais capazes de responder a desafios impostos por condicionantes externos.

Desse modo, segundo Rocha (2013) percebe-se que a experiência do SISAR têm impactado expressivamente, de maneira positiva, as comunidades rurais, contudo, algumas fragilidades do Programa são reportadas, dentre elas os entraves institucionais a nível federal e a pouca institucionalização estadual.

Todavia, Costa *et al.* (2021) afirmam que apesar das fragilidades apresentadas pelo SISAR, o Programa é fundamental para que seja possível alcançar à universalização do acesso à água, cabendo mais esforços dos entes federados para que o projeto seja expandido para outras regiões.

Garrido *et al.* (2016) também ressalta que o modelo de gestão multicomunitário do SISAR merece destaque, pois demonstrou ser uma solução eficaz e que pode ser ampliada para diversas regiões do país e até do mundo, desde que seja adaptado às realidades locais.

De fato, após o êxito na replicação dos SISAR's no estado do Ceará, em 2004 o Piauí aderiu ao modelo com a criação de uma sede em Picos do Piauí, e posteriormente no ano de 2019 na sua capital, Teresina. Recentemente o estado de Pernambuco, também abraçou ao modelo e fundou seu primeiro SISAR em Moxotó no ano de 2021. Isso demonstra que o SISAR é um modelo que tem boa aceitação no território nacional, sendo reconhecido como uma alternativa promissora para o saneamento rural.

2.3 PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

As perdas em um sistema de abastecimento de água, de maneira geral, dizem respeito à diferença entre a água que é captada no manancial (o input do processo) e a água entregue a população (output), quando esta é devidamente autorizada (CAMBRAINHA; FONTANA, 2015).

Caracterizadas como ineficiências técnicas, as perdas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. Esse tema tem ganhado maior relevância nas últimas décadas, principalmente, em função do aumento da frequência de eventos de escassez hídrica e também pelo aumento do risco de contaminação da água tratada, uma vez que as perdas no sistema podem causar a redução da pressão na rede de distribuição.

Do ponto de vista econômico e financeiro, têm-se ainda as questões relacionadas aos altos custos de energia elétrica utilizada na produção e distribuição da água tratada e ao desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita. Desse modo, os custos decorrentes das perdas devem ser minimizados e estar sujeitos a gerenciamento apropriado, pois como são repassados ao consumidor final, o direito humano de acesso à água potável e o princípio da universalização do acesso aos serviços de saneamento básico podem ser prejudicados (BRASIL, 2022a).

Para Tardelli Filho (2016), basicamente as perdas representam a diferença entre o que se disponibilizou de água tratada à distribuição (macromedição) e o que

se mediu nos hidrômetros dos clientes finais (micromedição). É importante destacar que é senso comum imaginar que as perdas são motivadas exclusivamente pelos vazamentos nas tubulações, com a visão da água escorrendo pelas vias públicas, entretanto, há outras variantes que também geram os desperdícios.

Nesse aspecto, Moura *et al.* (2018) enfatizam que as perdas se dividem em perdas aparentes e perdas reais. As perdas aparentes estão relacionadas às perdas comerciais, devido a problemas na medição. Enquanto que as perdas reais, conhecidas como perdas físicas, referem-se a toda água disponibilizada para distribuição que não chega aos consumidores, e acontecem por vazamentos em redes, ramais, conexões, reservatórios e outras unidades operacionais.

Pode-se dizer ainda que as perdas aparentes estão relacionadas ao volume de água que foi efetivamente consumido pelo usuário, mas que por algum motivo, não foi medido e contabilizado, gerando perda no faturamento do prestador de serviços.

Assim, as perdas aparentes têm impacto direto sobre a receita das empresas, tendo-se em vista que equivalem a volumes produzidos e consumidos, mas não faturados. Conseqüentemente, um elevado nível de perdas aparentes reduz a capacidade financeira dos prestadores e, dos recursos disponíveis para ampliar a oferta, melhorar a qualidade dos serviços ou realizar as despesas requeridas na manutenção e reposição da infraestrutura.

Reforçando Brandão, Ribeiro e Diego (2014) mencionam que as perdas de água são um dos maiores problemas dos prestadores de serviços de saneamento, considerada um dos principais indicadores do desempenho operacional de uma empresa e quando elevadas incidem diretamente nos custos com energia elétrica e materiais químicos, já que se precisa tratar e aduzir mais água para compensá-las, encarecendo assim o custo por metro cúbico (m³) de água produzida.

Conforme mencionado por Sobrinho e Borja (2016) é na distribuição que ocorrem os maiores índices de perdas, sejam elas físicas ou comerciais. Nessa perspectiva, o diagnóstico do SNIS sobre gestão técnica da água (BRASIL, 2022a), aponta que as perdas comerciais decorrem, principalmente, de falhas de erros de medição (hidrômetros inoperantes ou com submedição, erros de leitura, fraudes e equívocos na calibração dos hidrômetros), ligações clandestinas, by pass irregulares nos ramais das ligações (conhecidos como “gatos”), falhas no cadastro comercial e

outras situações. Nesse caso, a água é efetivamente consumida, porém não é faturada pelo prestador de serviços.

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2022), o índice de perdas no faturamento total (o qual avalia o nível de água não faturada do sistema de abastecimento), observado no país para o ano de 2020 foi de 40,9% e a média nacional do índice de perdas no faturamento (também avalia o nível da água não faturada, porém não considera o volume de serviço) foi de 37,54%, mais de 20 pontos percentuais acima da média dos países desenvolvidos, que é de 15%, e acima da média dos países em desenvolvimento, que é de 35%.

O relatório ainda destaca que tais estatísticas estrangeiras foram fornecidas pelo Banco Mundial e correspondem a valores de 2006, o que torna a situação do Brasil ainda mais grave, quando se considera que a passagem do tempo é geralmente acompanhada de melhora no setor, oriunda principalmente de avanços tecnológicos e de investimentos.

O Instituto Trata Brasil (2022) observou que há uma evolução das perdas no faturamento e no faturamento total no quinquênio mais recente disponível no SNIS, indicando que poucos foram os esforços realizados com o intuito de diminuir as perdas de água no Brasil. Pode-se inclusive constatar que os índices observados ao final do período de 2020 são superiores àqueles auferidos cinco anos antes em 2016, que teve um índice de perdas no faturamento total de 38,5% e de 36,2% para o índice de perdas no faturamento.

Com vistas no combate às perdas, Santos e Montenegro (2014) indicam ações que podem contribuir no gerenciamento dos sistemas de abastecimento. Para as autoras as perdas físicas podem ser reguladas a partir do controle ativo de vazamentos, da gestão da infraestrutura, da rapidez e qualidade nos reparos e do controle da pressão. Já as perdas aparentes, podem ser controladas com atividades para a redução de fraudes, redução de erros nos medidores, qualificação de mão de obra e melhorias no sistema comercial.

É importante relatar que é muito comum nos sistemas de abastecimento de água brasileiros, a ineficiência no acompanhamento da vida útil dos hidrômetros, fato que favorece ainda mais os volumes perdidos. Outro fator pertinente, relaciona-se a questões culturais de algumas regiões adeptas à prática de fraudes, pela falta de

sensibilidade e conscientização dos indivíduos, demonstrando que não envolve apenas a esfera técnica, abrangendo também a administrativa e social.

Diante da realidade, Salamoni, Della e Back (2014) recomendam um trabalho de conscientização com a população a respeito das fraudes e ligações clandestinas, alertando para os riscos produzidos, caso essas fraudes sejam detectadas pela empresa, e também do prejuízo causado por esses infratores para os clientes da companhia, que sofrem com o aumento da tarifa devido ao índice de perdas existentes.

Com relação às causas das perdas, Tardelli Filho (2016) afirma que em se tratando das perdas reais, a causa principal é indiscutivelmente a qualidade da infraestrutura, ocasionadas principalmente pelos vazamentos nas tubulações que distribuem a água, oriundos de pressões elevadas, sobretudo em áreas com grandes desníveis geométricos.

Além do elemento pressão, os vazamentos também podem ser decorrentes da má qualidade de materiais empregados na construção da rede de distribuição, bem como resultante de falhas no acompanhamento da vida útil e da contratação de mão de obra desqualificada.

Nesse contexto, a gestão dos sistemas de distribuição deve ser desenvolvida na visão da manutenção preventiva operacional, da conscientização das populações e no aperfeiçoamento da mão de obra, na adoção de planejamentos suficientes para evitar atividades corretivas, mostrando-se como um grande desafio à gestão dos recursos hídricos.

Ao ponderar a temática das perdas na distribuição com os fundamentos e objetivos da Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), se torna perceptível a finalidade na busca da manutenção da quantidade e qualidade dos recursos hídricos brasileiros. Contudo, ao analisar o cenário atual, é observado a real necessidade do aumento da eficiência dos sistemas de distribuição de água para garantir uma gestão eficaz.

Morais, Cavalcante e Almeida (2010) afirmam que a falta de eficiência no gerenciamento dos sistemas de abastecimento pelas concessionárias de água interfere nos resultados não alcançados para o controle das perdas.

Entendendo-se, nesse caso, eficiência como a melhor utilização dos recursos disponíveis na organização para o alcance dos resultados esperados, procurando atingir alto nível de qualidade no que está sendo feito (PEREIRA, 2019). Para os

SAA's, o conceito se repercute a uma primeira premissa ao uso responsável dos volumes de água ofertados aos usuários com o mínimo de desperdício possível, entretanto, a especificidade desse volume mínimo a partir dos parâmetros utilizados para tal definição ainda requer maior acessibilidade.

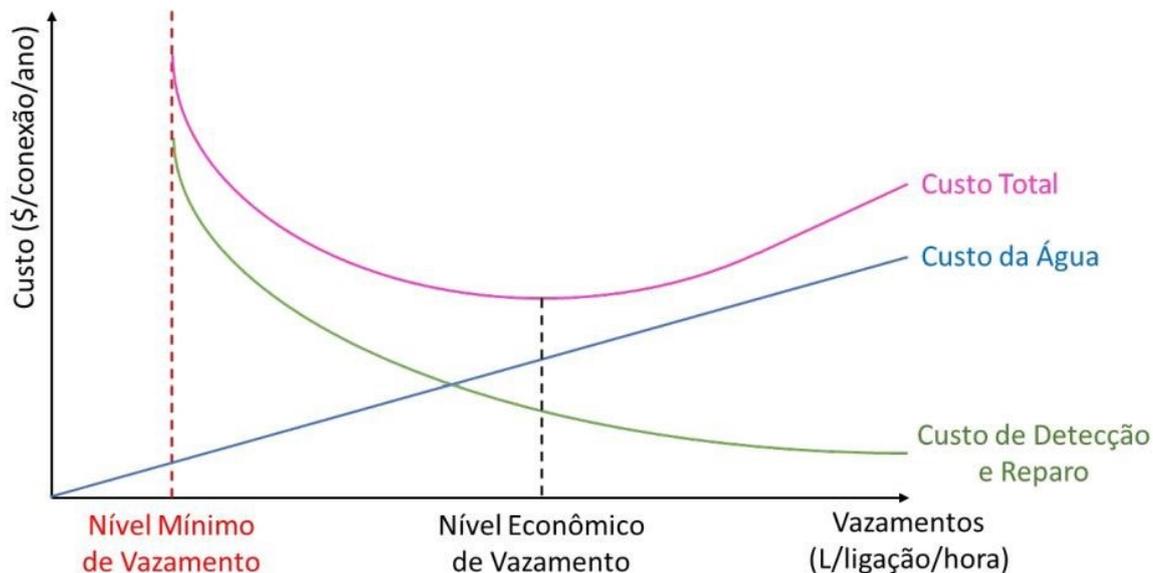
Nesse pensamento, em corroborando com a primeira premissa, Vicentini (2012) indica que a vinculação entre o nível de perdas em uma companhia de saneamento e sua eficiência operacional é total, tendo em vistas que é de se esperar que os sistemas de abastecimento de água bem gerenciados e mantidos possuam baixos índices de perdas.

Dada a importância, o Instituto Trata Brasil (2022) afirma que o nível de perdas de água constitui um índice relevante para medir a eficiência dos prestadores de serviço em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção. No entanto, salienta que uma rede de distribuição sem perdas não é um objetivo viável em termos econômicos ou técnicos, existindo assim um limite inferior.

Nesse sentido, propõe o estabelecimento de limites eficientes para a redução de perdas, tendo-se em vista suas características: limite econômico – volume a partir do qual os custos para reduzir as perdas são maiores do que o valor intrínseco dos volumes recuperados, e limite técnico (“perdas inevitáveis”) - volume mínimo definido pelo alcance das tecnologias atuais dos materiais, das ferramentas, dos equipamentos e da logística.

Nesse contexto, o Instituto Trata Brasil (2022) apresenta o “nível econômico ótimo de vazamentos” e o “nível mínimo de vazamentos”, necessários à determinação no nível eficiente de perdas de água em um sistema de abastecimento (Figura 9).

Figura 9 – Determinação do nível eficiente de perdas de água



Fonte: Instituto Trata Brasil (2022).

Observa-se que o custo da água é diretamente proporcional ao tempo decorrido entre o início do vazamento e a conclusão do reparo. Além disso, quando uma empresa realiza fiscalizações de perdas com baixa frequência, há maior probabilidade de que esses problemas não sejam identificados, donde o custo do desperdício decorrente será maior. Por outro lado, o custo de detecção e reparo varia conforme as frequências nos ciclos de identificação. Uma empresa com elevado nível de localização de vazamentos terá um maior custo para o programa, em contraste ao cenário com uma menor taxa de detecção (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2022).

O custo total, por sua vez, será dado pela soma dos dois custos apresentados anteriormente. Portanto, o nível ótimo será dado pelo ponto no qual a curva de custo total atinge seu valor mínimo, denominado de nível econômico de vazamento. Já o nível mínimo de vazamento corresponde ao volume de perdas que não pode ser reduzido por limitações de tipo tecnológico. Conseqüentemente, mesmo nos sistemas de abastecimento de água considerados eficientes haverá um volume mínimo de água perdido (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2022).

Presume-se então que as perdas reais e aparentes são inevitáveis nos sistemas de distribuição, todavia podem ser implantadas ações de controle na operação capazes de mitigar os impactos dos volumes perdidos aumentando a eficiência dos sistemas. Vale destacar que, em 2021, o Ministério do Desenvolvimento

Regional (MDR) editou a Portaria nº 490 (BRASIL, 2021b), que estabelece, dentre seus procedimentos gerais, que a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União para os municípios ficam condicionados ao cumprimento de índice de perda de água na distribuição e por ligação.

Conforme essa normativa, em cada município a ser beneficiado, os valores dos indicadores devem ser menores ou iguais a uma proporção do índice médio nacional da última atualização da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS.

Tal critério vai se tornando mais rigoroso com o passar dos anos, de modo que parte de 100% em 2021, até chegar aos 65% a partir do ano de 2034. Contudo, tendo em vista as limitações técnicas e econômicas, esses valores previstos ficam limitados a um mínimo de 25% em perdas na distribuição e de 216 L/ligação/dia em perdas volumétricas, caso a parcela da média nacional seja inferior a esses índices.

Tais índices de avaliação de perdas dispostos na Portaria nº 490/2021, podem ainda ser utilizados como parâmetros de verificação da eficiência operacional dos prestadores de serviços de saneamento, quando relacionado ao controle de perdas nos sistemas de abastecimento de água.

A Portaria nº 490/2021 (BRASIL, 2021b), também determina que caso o município não atenda aos índices estabelecidos, devem ser incluídas nas propostas que tenham abastecimento de água potável em seu escopo iniciativas e intervenções que promovam a redução de perdas no município.

Nesse sentido, apresenta-se os resultados do diagnóstico do SNIS sobre a gestão técnica da água (BRASIL, 2022a). Segundo o diagnóstico, no ano de 2020 o índice de perdas na distribuição (IN049) no Brasil foi de 40,1%. Esse percentual representa a fração do volume de água disponibilizado que não foi faturado por não ter sido contabilizado como volume utilizado pelos consumidores, seja por vazamentos, falhas nos sistemas de medição ou ligações clandestinas, ou seja, perdas reais e aparentes.

O relatório do SNIS ressalta que houve um aumento no índice de perdas na distribuição (IN049) de 0,9% em relação ao ano de 2019, e que isso mantém a tendência de elevação observada desde 2016, com crescimento médio anual de 0,7 ponto percentual, demonstrando com clareza a urgência da aplicação de intervenções imediatas para se alcançar o que se estabelece na Portaria nº 490/2021.

Como possíveis causas para esse comportamento, o diagnóstico do SNIS aponta que essa elevação deste índice de perdas podem ter origem tanto no efetivo aumento do volume de perdas por ineficiências por parte dos prestadores de serviços quanto na qualidade dos dados informados para o cálculo do índice.

Em outros países a realidade é bem diferente, como por exemplo, o Japão que conseguiu reduzir suas perdas para aproximadamente 10%, enquanto que países como a Austrália e a Nova Zelândia chegaram a valores ainda menores.

Martin Oberascher, Möderl e Sitzenfrei (2020), confirmam o levantamento ao exprimir que a maior influência no balanço hídrico vem das perdas reais, cujas perdas nas redes de distribuição de água variam amplamente, dependendo dos esforços de manutenção, podendo atingir 40% e 80% das entradas do sistema na Europa e países em desenvolvimento, respectivamente, estando em média entre 16% e 30%.

Comparando os índices de perdas de água nos sistemas de abastecimentos públicos brasileiros com os índices de países de primeiro mundo, é possível enxergar a representatividade da ineficiência na distribuição da água potável pelos prestadores de serviços que gerenciam os sistemas no país.

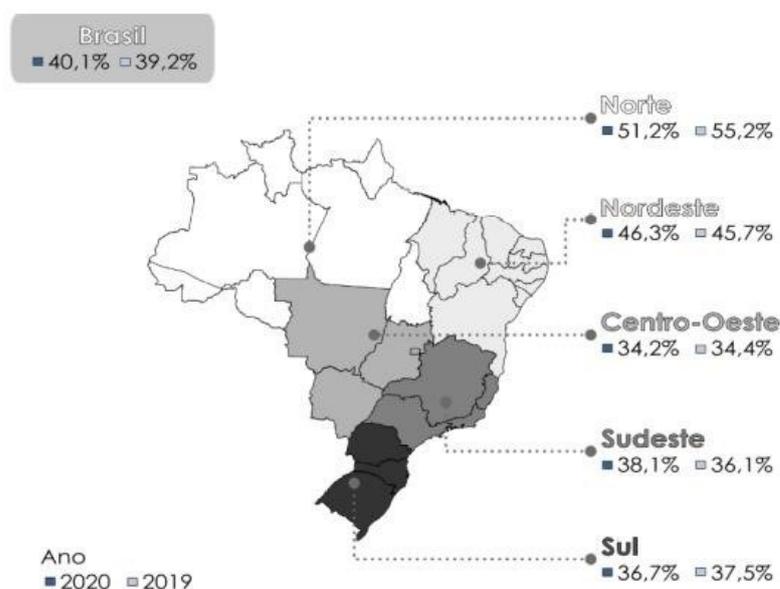
Em relação aos recortes para as macrorregiões geográficas do Brasil (Figura 10), assim como nos anos anteriores, as macrorregiões Norte e Nordeste apresentam os maiores valores de índice de perdas na distribuição (IN049) em 2020, com respectivamente 51,2% e 46,3%, valores acima da totalização nacional de 40,1%.

Em contrapartida, nesse mesmo ano, as macrorregiões Sul, Sudeste e CentroOeste apresentam valores similares e abaixo do valor para a totalização nacional do índice IN049 (36,7%, 38,1% e 34,2%, respectivamente). Tal contraste é resultado de uma série de fatores que vão desde questões relacionadas ao ordenamento territorial e densidade demográfica a questões de investimentos nos serviços de água e esgoto. Nesse sentido, as maiores perdas de água observadas nas macrorregiões Norte e Nordeste, em comparação com as demais, podem ser reflexo direto dos baixos investimentos nos serviços de água e esgoto nessas regiões (BRASIL, 2022a). Em nível estadual, o diagnóstico do SNIS (BRASIL, 2022a), observou que em 2020, assim como em toda a série histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, nenhum estado apresentou perdas na distribuição menor que 20%. De fato, não se espera que um estado tenha índice tão abaixo do

valor nacional (40,1%), em função da própria heterogeneidade dos municípios que o compõem.

Ao perpassar pelo Ceará, estado no qual está inserido a área de estudo desta pesquisa, o diagnóstico mostrou que o índice de perda na distribuição em 2020 foi de 44,9%, número superior ao nacional, e em relação ao município de Missão Velha-CE, esse está contemplado na faixa das cidades com perdas na distribuição entre 30 a 40%.

Figura 10 – Índice de perdas na distribuição (IN049) em 2019 e 2020, segundo a macrorregião geográfica e total para o Brasil



Fonte: Adaptado de Brasil (2022a).

Considerando os dados apresentados, indicando situações de perdas de água por vezes alarmantes, fica clara a necessidade por parte dos prestadores de serviços de atuarem em ações para a melhoria da gestão, da sustentabilidade da prestação de serviços, da modernização de sistemas e da qualificação dos trabalhadores nos sistemas de distribuição de água. Tais ações são intimamente relacionadas à eficiência da administração e, dentre elas, enquadra-se o gerenciamento das perdas de água (BRASIL, 2022a).

Para Jones, Tan e Rassiah (2021), uma das causas das altas taxas da água perdida “não lucrativa” nos países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, consiste na falta de incentivos para promover uma gestão mais eficiente e sustentável

da água. Sabendo-se que aproximadamente 32 bilhões de metros cúbicos de água tratada são perdidos em todo o mundo a cada ano devido a quebras físicas e vazamentos nas tubulações de água.

Os autores abordam que países como Cingapura e Japão conseguiram reduzir suas taxas de perdas por meio de sistemas eficazes de gestão da água e destacam que ela é fundamental para tal. No entanto, a melhoria contínua da redução das perdas de água permanece um desafio em muitos países devido às dificuldades técnicas e complexidades da gestão da água não lucrativa.

Tornando-se claro, o quanto é difícil realizar a gestão dos recursos hídricos nos sistemas de distribuição, pois se exige medidas continuadas quanto a operacionalização. Vale frisar que as ações de controle e redução das perdas na distribuição, não envolvem apenas os fornecedores dos serviços, incluem também os consumidores e os governantes, conforme previsto na PNRH (BRASIL, 1997) na gestão sob os fundamentos participativo e descentralizado.

É primordial apontar que além de fatores técnicos, sociais e administrativos envolvidos na gestão das perdas, há a vertente ambiental de extrema relevância no contexto do desenvolvimento sustentável, conferidos aos impactos ecológicos que intensificam o problema do estresse hídrico. Ao diagnosticar que, quanto maior os índices de perdas, maior será o volume de água que precisará ser captado, tratado e distribuído no suprimento das demandas para compensar esse passivo.

Além disso, a elevação dos volumes implicará o aumento do horário de funcionamento do bombeamento e tratamento na produção da água, encarecendo os custos com energia, tal como dos insumos utilizados para tratar a água a ser distribuída, como já citado anteriormente.

Logo, conclui-se que não cabe apenas aos prestadores de serviços de abastecimento a responsabilidade sob a gestão dos recursos hídricos, todos os atores devem estar inseridos em um modelo de gestão apto a desenvolver a consciência e participação dos processos de manejo da água de forma integrada, fundamentado no princípio da sustentabilidade para a manutenção da disponibilidade do recurso nas presentes e futuras gerações.

Para esse alcance é fundamental que os gestores utilizem ferramentas que proporcionem esse objetivo. É comum que os gestores busquem integrar os recursos disponibilizados com os objetivos estratégicos das concessionárias, porém também é

costumeiro a ausência de modelos específicos de apoio à tomada de decisão, bem como de ferramentas apropriadas que possam suportá-los em seu dia-a-dia (MORAIS; CAVALCANTE; ALMEIDA, 2010).

Assim, Kusterko *et al.* (2018) em seu estudo instiga a necessidade da construção de um sistema capaz de identificar, medir e integrar os fatores relevantes que influenciam o contexto que se pretende gerenciar (modelo), identificar o ponto em que o sistema se encontra quanto à gestão de perdas e propor ações para melhorar o planejamento das atividades, compreendendo as consequências do estágio atual e também daquilo que se busca.

Os autores explicam que investir no controle e na redução de perdas traz benefícios em diversos segmentos:

- econômico, uma vez que, passados os investimentos iniciais, os resultados trazem redução de custos operacionais e aumento no faturamento já em curto prazo;
- tecnológico, na modernização de equipamentos e capacitação técnica;
- energético, tendo em vista que a redução de perdas gera economia e eficiência energética;
- sociocultural, considerando a necessidade de ações e campanhas sociais e educativas para a conscientização dos envolvidos na redução de fraudes;
- ambiental, pois a gestão de perdas é fundamental para reduzir os impactos da crise hídrica mundial (Kusterko *et al.*, 2018, p.616).

Essas considerações, indiscutivelmente expressam a importância do combate aos desperdícios de água, impulsionando o Poder Público, os gestores e a sociedade a assumirem seu papel como atores responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, conforme enseja Jones, Tan e Rassiah (2021) ao indagar que o papel dos provedores de serviços de água tornou-se crucial para garantir que a água seja distribuída de maneira eficiente, igualitária e sustentável.

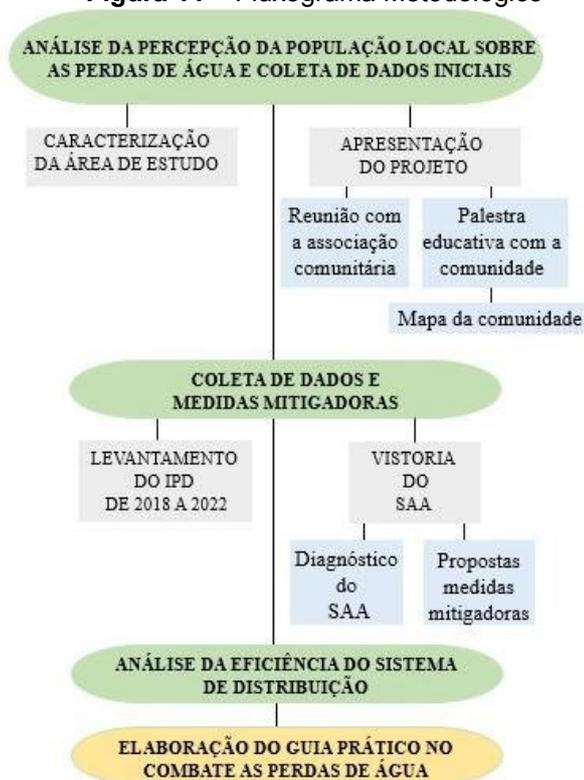
3 METODOLOGIA

A metodologia empregada nesta pesquisa, de abordagem qualitativa, exploratória e procedimento bibliográfico, pretende analisar a eficiência do sistema de distribuição do SAA do Sítio Jerimum, a partir da análise do IPD no intervalo entre os anos de 2018 a 2022 face ao modelo de gestão SISAR, desenhada conforme fluxograma (Figura 11) e descrita nos itens subsequentes.

Ponderando a relevância do conhecimento da percepção da população local sobre a origem e a problemática das perdas de água, realizou-se um levantamento junto a população local para saber o quanto compreendiam sobre a temática. O trabalho iniciou-se primeiramente com a diretoria da associação local, por meio de uma reunião e posteriormente com toda a população da localidade a partir de uma palestra educativa.

No primeiro instante foram coletados dados pertinentes que contribuíram com a caracterização da área, na sequência, no segundo momento foram recolhidas informações resultantes da interação da coletividade para a criação de um mapa da comunidade que expôs as principais características da localidade.

Figura 11 – Fluxograma Metodológico



Fonte: Autoria Própria (2022).

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida no Estado do Ceará, no município de Missão Velha, este se encontra inserido na mesorregião do Sul Cearense e microrregião do Cariri, distante 400 Km da capital Fortaleza (menor caminho). (CIDADE BRASIL, 2022). O município possui uma área territorial de 613.317 Km², concentrando uma população estimada de 35.566 habitantes, sendo que 55% dos seus habitantes reside na área rural (IBGE, 2021).

Missão Velha apresenta o clima classificado como tropical quente semiárido brando, com índices pluviométrico anual médio variando de 800 a 900 mm, com solos aluviais, litólicos, latossolo vermelho-amarelo e podzólico vermelho-amarelo (IPECE, 2017).

Zanella (2014) enfatiza que o semiárido dispõe de características com elevadas taxas de insolação e evapotranspiração, elevadas temperaturas e baixas amplitudes térmicas, além de elevado déficit hídrico. Os totais pluviométricos são baixos e apresentam alta variabilidade no tempo e no espaço, esta última ocasionando insegurança sobre o aspecto do gerenciamento dos recursos hídricos na região.

Apesar dessas características, mesmo a área de estudo situando-se em uma região de escassez hídrica, o município é considerado privilegiado pelo Aquífero Missão Velha, cujo manancial favorece a predominância do abastecimento da sua população, através da exploração das águas subterrâneas, que de acordo com Souza Filho (2018), em geral possui vazão elevada podendo atingir valores superiores a 250 m³.h⁻¹.

Nessa perspectiva, frente a um cenário de vulnerabilidade pela escassez hídrica da região semiárida e das incertezas do regime pluviométrico definiu-se a realização do estudo na localidade Sítio Jerimum, localizado na zona rural do referido município.

Apoiando essa realidade, Silva e Oliveira (2020) apontam a fragilidade do semiárido por possuir volumosa concentração de pobreza rural, associado fortemente às estruturas econômicas e sociais que condicionaram a evolução e dinâmica da economia e da sociedade local, aspectos fortemente intrínsecos no local do estudo.

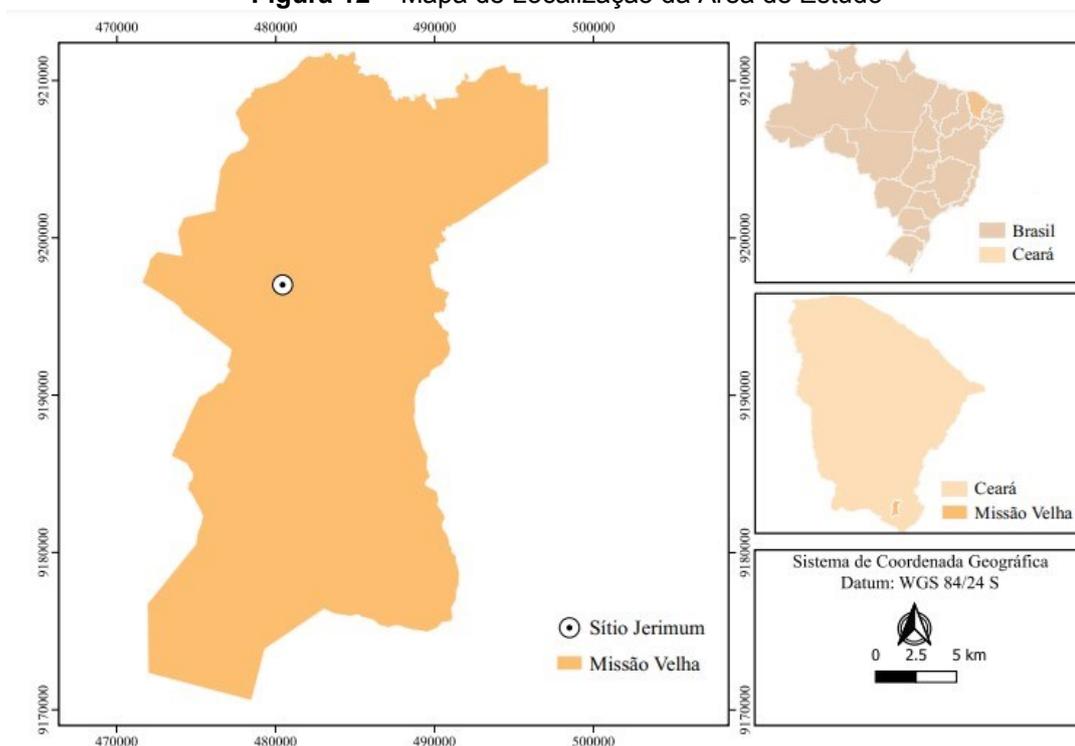
O Sítio Jerimum está localizado na Latitude 7°10' 59.57" S e Longitude 30°9'7.55" W, conforme localização geográfica (Figura 12). Segundo o IPECE (2021)

a localidade situa-se entre o Sítio Morro e o Sítio Faustino, dispostos em estrada vicinal, com proximidades a Rodovia CE 293.

Atualmente no local residem aproximadamente 200 habitantes, distribuídos em uma média de 100 famílias, domiciliados em residências de pequeno e médio porte, construídas em alvenaria. A principal fonte de renda dessa população se concentra em atividades desempenhadas através do associativismo fortemente implantado na região desde meados dos anos 2000.

É oportuno frisar que o associativismo, consiste no movimento livre de pessoas no desenvolvimento de atividades em prol do bem comum. Nessa linha de pensamento, a localidade criou sua primeira associação em setembro de 2001, denominada “Associação do Sítio Jerimum”, com sua atividade principal econômica as atividades associativas de defesa dos direitos sociais e de forma secundária as atividades de organizações associativas ligadas à cultura e a arte.

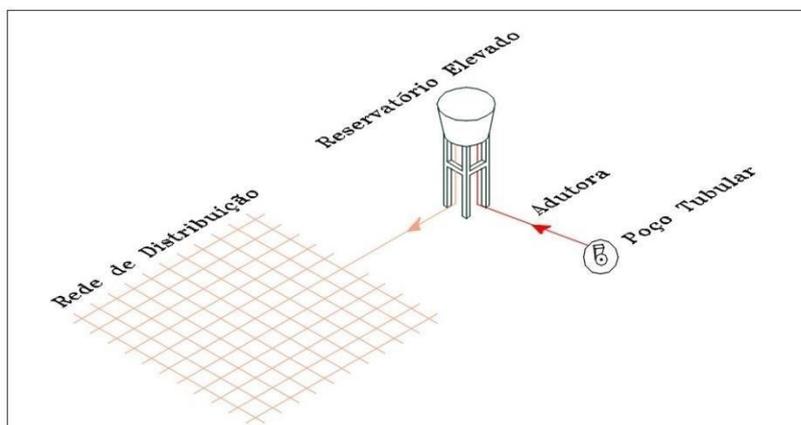
Figura 12 – Mapa de Localização da Área de Estudo



Fonte: Autoria Própria (2022).

Dentre as atividades de direitos sociais, a população mobilizou-se para a garantia do acesso a água potável, a partir da iniciativa a associação comunitária buscou a construção do SAA pelo Projeto São José. Assim, através deste movimento construiu-se o SAA no ano de 2003 para atender na época 58 famílias, o qual é composto pelas unidades de captação subterrânea, adução, tratamento por simples desinfecção, reservação e ligações prediais (Figura 13).

Figura 13 – Croqui Esquemático do Sistema de Abastecimento de Água do Sítio Jerimum



Fonte: Autoria Própria (2022).

Após a entrega do sistema a população, exposta as dificuldades de operação e de recursos financeiros para as manutenções necessárias na seguridade do funcionamento, a associação comunitária buscou uma alternativa para garantir a sustentabilidade e a regularidade da distribuição de água com qualidade do SAA por intermédio da filiação ao SISAR no ano de 2006, na adesão do modelo de gestão compartilhada.

Contudo a associação aqui mencionada por questões restritas se tornou a situação inapta, fundando-se uma nova associação para dar continuidade as atividades desenvolvidas na localidade, principalmente no seguimento do gerenciamento do SAA, devido a exigência da participação da associação no modelo de gestão SISAR. Dessa forma a Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum substitui a associação anterior.

Há de convir que segundo o modelo de gestão a contar do momento da filiação, o SISAR assume as responsabilidades de fornecer água potável com continuidade aos usuários do SAA, disponibilizando insumos e serviços especializados de cunhos administrativo, técnico e social, enquanto a associação realiza o gerenciamento local,

principalmente na representatividade do operador do sistema que desenvolve rotineiramente as atividades de operação.

É importante elencar que desde o processo de filiação, o número de famílias abastecidas na localidade veio crescendo e nos dias atuais beneficia 100 ligações totais, das quais 69 se encontram ativas. Assim, a princípio, o local da pesquisa foi definido tanto pela situação da vulnerabilidade, já explicado anteriormente quanto pela análise do parâmetro de dimensionamento utilizado pelo Projeto São José, referente a projeção do SAA para o alcance de 10 anos e subsequentemente ao vencimento do prazo do horizonte do seu projeto, verificando-se nessas condições uma maior susceptibilidade de problemas operacionais e de monitoramento do SAA.

Tendo em vista que a infraestrutura do SAA permanece a mesma desde a sua implantação, com a execução de ampliações da rede de distribuição para atender novas famílias e com um olhar especial sobre o monitoramento dos volumes de água produzidos e distribuídos no suprimento da demanda do local, instiga-se a preocupação com a garantia de uma operação eficiente no controle da água efetivamente consumida e faturada versus a água que se perde, ao perparssar pela conservação do recurso natural escasso e a saúde do prestador do serviço.

A propósito, certificando a importância dos medidores de vazões e da sua utilização dentro da sua vida útil, que ao perderem seu prazo de validade reduzem sua eficiência de medição, impulsionando a necessidade de intervenções que venham aumentar a precisão do monitoramento e consequentemente da eficiência do gerenciamento.

3.2 APRESENTAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Inicialmente o projeto de pesquisa foi apresentado através de uma reunião a diretoria da Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum, na representação do presidente e vice-presidente. A finalidade da reunião foi obter o aval favorável da associação comunitária para o desenvolvimento deste estudo, assim como coletar informações necessárias sobre a efetividade da associação e as características sucintas da população e da localidade.

A roda de conversa foi realizada a esplanção sobre a problemática das perdas de água, com um olhar especial para SAA local, discutindo-se sobre os objetivos e resultados almejados com a implantação deste projeto.

Com o parecer favorável e galgado das principais informações do local, realizou-se uma palestra educativa na comunidade mobilizando toda a população. Na ação o projeto foi apresentado de forma objetiva, direcionando a roda de conversa para discutir sobre as perdas de água e seus impactos financeiros e ambientais, além de levantar o grau de conhecimento da população em referência a temática.

Nesse momento com base em Strauch, Kalumbwa e Almedom (2021), ainda houve a construção de um mapa da comunidade para a concretização sintética dos aspectos sociais, econômicos e ambientais da vida cotidiana do local, promovendo a integração social das famílias e sua contribuição junto a pesquisa.

Com relação à coleta de dados e informações dispostos nessa etapa, além das rodas de conversas, também foram oriundos da transmissão do SISAR BSA, da avaliação da infraestrutura do SAA por visitas técnicas *in loco* e de levantamentos bibliográficos em estudos científicos.

3.3 LEVANTAMENTO DO IPD

A interpretação da relação entre os volumes de água disponibilizados e consumidos em um SAA pode ser realizada pela avaliação do IPD, calculado pela diferença entre os valores das leituras dos volumes contabilizados pelos macromedidores e dos hidrômetros instalados nas ligações prediais.

Nesse sentido, para obter os valores do IPD do SAA em estudo foi consultado o banco de dados do SISAR BSA para coleta dos valores do índice, calculado mensalmente na “Planilha IANF” (Índice de Água Não Faturada) durante os anos de 2018 a 2022. A determinação do período ocorreu em menção do ano de implantação do monitoramento do índice das perdas na distribuição no SAA em estudo com o encerramento no último ano vigente.

De posse dos dados do IPD se determinou a média do índice para cada ano estudado, seguindo com a análise das perdas na distribuição e definindo se há o uso eficiente da água no SAA pela gestão compartilhada entre a associação comunitária e o SISAR BSA, esta última estabelecida pela adoção da Portaria nº 490/2021 como o parâmetro da avaliação da eficiência.

Lembrando que a normativa leva em mensão os valores de referência prestados pelo SNIS que determina metas de redução das perdas de água na

distribuição a serem cumpridas pelos municípios inseridos no Brasil, utilizando-se de dois indicadores já citados, o IPD e o índice de perda por ligação, ressalta-se que neste estudo se utilizará apenas do primeiro indicador.

Pela interpretação da normativa a meta inicial de 100% em 2021, implica na permanência do índice no ano de partida da nova regulamentação, ou seja, 40,1% percentual com referência a 2020, conforme divulgação do SNIS, em contrapartida ao passar dos anos a meta irá se tornando mais rigorosa até chegar em 2034, retratando que necessariamente o índice deverá ser reduzido na proporção de 2,7% ao ano, atingindo no final do intervalo proposto o percentual de 65%, limitado ao valor mínimo de 25%, tendo em vista as restrições técnicas e econômicas encontradas no país.

Desse modo para analisar a eficiência do sistema de distribuição do Sítio Jerimum, obedeceu-se o percentual do limite mínimo supracitado de 25%, assim determinou-se que se o sistema estiver perdendo apenas esse percentual, estará com o funcionamento a contento com a portaria, e poderá ser caracterizado como eficiente por estar de acordo com a regulamentação vigente.

Logo, a eficiência do sistema de distribuição desta pesquisa foi avaliada pela comparação entre as médias anuais do IPD com o limite mínimo estabelecido. Por fim, amparado na síntese dos resultados, elaborou-se um guia prático de combate as perdas de água considerando as peculiaridades do modelo de gestão SISAR. O guia foi confeccionado no formato de “fôlder”, o qual ficará disponível para disseminação nos SAA's gerenciados .

3.4 VISTORIA DO SAA

Para palpar com precisão as condições atuais do SAA, procedeu-se uma vistoria em toda a infraestrutura que integra o sistema, com exceção daquelas de difícil acesso, como por exemplo, as tubulações que estão enterradas, bem como foram investigadas as causas das perdas. A vistoria foi concebida, através de visitas técnicas sob o acompanhamento da presidenta da associação comunitária ou da operadora do SAA, seus resultados percorrerá a seguinte distribuição: Área da Captação, Área da Reservação, Adução e Rede de Distribuição e Ligações Prediais. O levantamento das ligações prediais foi realizado apenas pela operadora do SAA, no dia em que esta realizá as leituras dos hidrômetros instalados na residência de

cada usuário. A atividade desenvolvida mensalmente, tem a finalidade de calcular os volumes de água consumidos para o faturamento pelo prestador do serviço. Na oportunidade foi verificado a incidência de vazamentos nos equipamentos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no levantamento de dados de caráter técnico e social obtidos através do SISAR BSA, da Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum e dos usuários do SAA do Sítio Jerimum, o estudo apresentou seus resultados em quatro pontos principais:

1. Análise da percepção da população local sobre as perdas de água e coleta de dados iniciais;
2. Proposta das medidas mitigadoras;
3. Análise da eficiência do sistema de distribuição;
4. Elaboração do guia prático para o combate às perdas de água.

4.1 ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO LOCAL SOBRE AS PERDAS E COLETA DE DADOS INICIAIS

A princípio, a execução das etapas metodológicas do estudo foi iniciada com a apresentação do projeto de pesquisa à Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum, representada pela presidente e vice-presidente, sendo esta última também operadora do SAA, ambas são lideranças da comunidade.

A exposição da problemática das perdas de água às lideranças resultou na apresentação da relevância do desenvolvimento desta pesquisa e na coleta de informações da área de estudo não encontradas na literatura, incluindo o número de habitantes que integram a população e as principais características da localidade. Além disso, foi realizado o levantamento prévio da concepção e condições de infraestrutura do SAA (Figura 14).

Figura 14 – Reunião com as Lideranças da Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum



Fonte: Autoria Própria (2023).

Nessa abordagem, foram colhidos relatos da ocorrência de desperdícios de água devido vazamentos na rede de distribuição e ligações prediais, furtos de água e incidências de mau funcionamento dos medidores de vazão, sendo que, segundo as lideranças, há poucas ocorrências.

Os baixos registros dessas incidências foram justificados pela responsabilidade da população local no uso racional da água, na utilização apenas para o consumo humano em conformidade com a outorga de direito de uso.

Corroborando, Sousa *et al.* (2020) apontam que, conforme a população se conscientiza sobre o consumo de água e os gastos financeiros que a demanda provoca, há a tendência de estabilização do consumo. Nessa perspectiva e sob o olhar das lideranças da comunidade rural, o Sítio Jerimum vem realizando o uso racional dos recursos hídricos disponíveis no local.

Ainda nessa investigação dos desperdícios de água, com ênfase nos vazamentos do sistema de distribuição, verificou-se que a rotina da retirada desses inconvenientes é realizada pelo(a) operador(a) do SAA, quando são definidos como simples, enquanto aqueles de maiores dimensões são reparados pelos técnicos do SISAR, de acordo com as lideranças ao explicar das atribuições transmitidas pelo SISAR BSA. Nessa dinâmica, percebeu-se um aspecto importante a ser destacado, relacionado à tendência no agravamento dos desperdícios de água até a chegada da assistência técnica do prestador de serviços, considerando a logística do deslocamento da equipe técnica.

Frente a esses pontos, entende-se que ambas as situações podem ou não ser solucionadas com agilidade, considerando que essa divisão de atribuições pode, por vezes, resultar na transferência de responsabilidades entre o prestador do serviço e o(a) operador(a) do SAA, demonstrando a necessidade de uma melhor estratégia operacional que evite interferências na eficiência do gerenciamento das perdas de água.

Nesse sentido, Khanlawia, Chilole e Cristóvão (2023) relatam que, nos últimos anos, a questão das perdas de água nos sistemas de abastecimento tem sido o foco de uma ampla discussão no meio técnico-científico. A tecnologia dos sistemas evoluiu em maior escala na produção e tratamento de água, e menos nos sistemas de distribuição e nas ações de desenvolvimento operacional.

Afirmando que atualmente, compreende-se que as perdas de água devem ser tratadas e geridas com medidas preventivas, melhorando os procedimentos de manutenção e operação das redes de distribuição, além de envolver também um programa de mudança cultural, desde o usuário até o funcionário da empresa. Essa abordagem leva a uma tomada de decisão que se configura como uma estratégia empresarial.

Dessa maneira, fica assimilado que, apesar da população do Sítio Jerimum ter uma boa percepção sobre a importância dos hábitos responsáveis como usuários da água do SAA, há a necessidade de intervenções e estratégias que previnam os desperdícios de água por parte do prestador de serviços. Sendo essencial, uma vez que durante o período do estudo não foram identificadas intervenções efetivas para a redução das perdas, ações, programas ou procedimentos para o combate aos desperdícios de água.

Sabendo que essa realidade não se restringe apenas à área deste estudo, Hamdan, Bastos e Oliveira (2017) mencionam que, para combater as perdas, é imprescindível que os responsáveis pela prestação de serviços nos municípios avaliem alternativas de planejamento, priorização e tomada de decisão em relação às ações a serem executadas nos sistemas.

Tendo em vista que as perdas no serviço de abastecimento de água representam desperdício de recursos naturais, operacionais e de receita, ressalta-se a importância da realização de um programa contínuo de controle e redução de perdas

por parte dos prestadores de serviços, por meio de uma metodologia que considere as especificidades de cada município e suas oportunidades de melhoria.

Sobre a funcionalidade do SAA, as lideranças definem estar em bom funcionamento, com infraestrutura adequada e em concepção que atende às necessidades da comunidade. No entanto, apontam como fundamental a substituição dos hidrômetros antigos, demonstrando o entendimento da importância na garantia da vida útil desses equipamentos.

Após esse primeiro encontro com as lideranças, foi coletada a percepção da população sobre a temática através de uma palestra realizada na capela da Comunidade, denominada Capela Nossa Senhora Rainha da Paz. Durante a palestra, foi explicado sobre as perdas de água, enfatizando a importância dos recursos hídricos na manutenção da qualidade de vida dos seres vivos e abordando sua distribuição no Brasil, considerando o cenário de escassez de água. Por fim, foram apresentados os impactos negativos causados pelas perdas e como é possível combater esse problema (Figura 15).

Figura 15 – Palestra Educativa sobre Perdas de água na Capela Nossa Senhora Rainha da Paz



Fonte: Autoria Própria (2023).

A transmissão do conteúdo aplicado ocorreu de forma simples e objetiva, buscando garantir a receptividade das informações e estimulando a interação da população para a coleta de dados, por meio de uma roda de conversa. De acordo com a lista de frequência, estiveram presentes 21 participantes, dos quais 16 tinham conhecimento prévio sobre a temática, detentores apenas de um saber básico, não

conhecendo detalhadamente das causas e dos impactos negativos ocasionados pelas perdas de água, embora reconhecessem a importância de seu combate. Enquanto, 5 participantes manifestaram falta de conhecimento sobre o assunto.

Figura 16 – Identificação da população sobre a temática das perdas de água



Fonte: Autoria Própria (2023).

A partir da roda de conversa, a população apresentou as principais características da localidade, através da construção do mapa da comunidade (Figura 17). O documento retratou o olhar do público em relação a dois cenários, antes e após a implantação do SAA no esboço das principais transformações sociais, ambientais e econômicas do local.

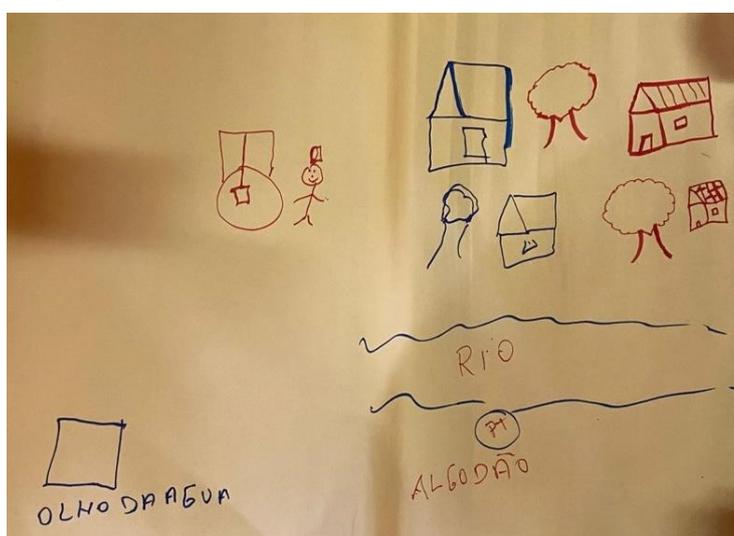
Figura 17 – Construção dos mapas da comunidade



Fonte: Autoria Própria (2023).

A princípio, de acordo com os depoimentos da população e com a representação do mapa da comunidade antes da implantação do SAA (Figura 18), foi identificado que a localidade enfrentava dificuldades no acesso à água. Diariamente, a população tinha a necessidade de captar água de um poço próximo ao rio, conhecido como Riacho Seco, e armazená-la em recipientes para transportá-la nas cabeças, caminhando até as residências. Essa tarefa limitava-se a pequenos volumes de água devido às restrições impostas pelos esforços físicos dos indivíduos.

Figura 18 – Mapa da Comunidade antes da Implantação do SAA



Fonte: Autoria Própria (2023).

Nessa época, a população vivia em uma situação de vulnerabilidade bastante acentuada e enfrentava grandes limitações devido à pequena quantidade de água que conseguiam captar e transportar até suas moradias, o que implicava na falta de qualidade de vida da população. Não havia disponibilidade de água de fácil acesso em quantidade e qualidade suficientes para suprir as necessidades básicas da comunidade, afetando significativamente a qualidade de vida dos moradores.

Essa realidade também retardava o desenvolvimento local e mantinha os indivíduos mais retraídos, sem muitas perspectivas de avanços, com predominância das atividades domésticas e agrícolas como principais ocupações.

Quanto ao meio ambiente, antes da construção do SAA, com a baixa disponibilidade de água de fácil acesso, a paisagem em torno das residências era menos conservada. No entanto, havia uma menor ocupação do solo com poucas moradias, o que resultava em impactos ambientais mais reduzidos, devido à menor

exploração da água e ao controle dos desperdícios. Constatando-se que os recursos hídricos eram mais valorizados, justamente devido às dificuldades que enfrentavam para obtê-los.

Com a chegada do SAA, a população foi mudando seus hábitos e o ambiente foi se transformando significativamente. A facilidade no acesso à água empoderou a comunidade, aumentando sua qualidade de vida e criando expectativas positivas para o desenvolvimento local. Segundo os depoimentos, a principal fonte de renda das famílias era proveniente de empregos nas cidades mais próximas, devido ao baixo desenvolvimento socioeconômico local e à proximidade da área urbana do município de Missão Velha. Todavia, com a implantação do SAA, houve um crescimento imobiliário no local, com a construção de moradias e de uma capela, o que gerou fontes de renda local (Figura 19).

Figura 19 – Mapa da Comunidade depois da Implantação do SAA



Fonte: Autoria Própria (2023).

A partir desse marco e seguindo uma evolução ao longo do tempo, verificou-se que com a implantação do SAA e posteriormente com a construção da capela, a população se tornou mais interativa através dos encontros religiosos. A facilidade no acesso à água, também favoreceu mudanças nos hábitos da população, resultando em melhorias na saúde pública local.

No que se refere aos reflexos sobre o meio ambiente, identificou-se uma maior predisposição para a prática do uso insustentável da água, devido à regularidade do

abastecimento, o que levou a um aumento na exploração do recurso natural e dos desperdícios em comparação com a realidade anterior. A paisagem sofreu mudanças, áreas verdes não ocupadas tiveram suas vegetações removidas para a construção das edificações, impactando o meio ambiente. Por outro lado, as áreas ao redor das residências foram mais arborizadas.

4.2 PROPOSTA DAS MEDIDAS MITIGADORAS

Nesta fase, foram obtidas as características da infraestrutura do sistema de abastecimento por meio de uma vistoria com uma visão técnica, avaliando apenas as estruturas consideradas como correlacionadas às perdas de água. A partir desse levantamento, foi elaborado o diagnóstico do SAA apresentado a seguir, abrangendo cada unidade do sistema. Em sequência serão apontadas as propostas de medidas mitigadoras para reduzir as perdas de água.

1) Área da Captação

O poço tubular que abastece a população do Sítio Jerimum está localizado em uma área urbanizada, em um dos pontos mais baixos da localidade. Nessa área, existe uma casa de abrigo do quadro de comando, responsável pelo acionamento da bomba submersa instalada no manancial (Figura 20).

Figura 20 – Área da Captação do SAA no Sítio Jerimum



Fonte: Autoria Própria (2023).

Durante a vistoria na área avaliada, não foram identificados vestígios de perda de água, porém, foi observado que o macromedidor instalado no barrilete do poço tubular está obsoleto. De acordo com informações da operadora do SAA, esse dispositivo foi instalado na construção do projeto e vem em operação até o presente momento (Figura 21).

Dentro desse intervalo de tempo, o dispositivo tem recebido manutenções do SISAR BSA sempre que apresenta algum problema de funcionamento, conforme solicitação da operadora do SAA. O acionamento do prestador de serviço ocorre, principalmente quando acontece travamentos no dispositivo, prejudicando o monitoramento dos volumes de água produzidos. Também foi observado que o quadro de comandos elétricos funciona bem, mas poderia receber melhorias. Além disso, foi identificado que o SAA possui automação, facilitando na operação e na redução dos desperdícios de água (Figura 22).

Figura 21 - Sistema de Captação e Macromedição do SAA Sítio Jerimum



Fonte: Autoria Própria (2023).

Figura 22 – Quadro de Comando do SAA do Sítio Jerimum



Fonte: Aatoria Própria (2023).

Antes de adentrar nas unidades de transporte e distribuição da água do SAA, é importante esclarecer os tipos de vazamentos que podem ocorrer nos sistemas de distribuição e que são os principais responsáveis pelas perdas reais. De acordo com Santos (2013), os vazamentos podem ser classificados em visíveis e não visíveis, sendo que os não visíveis são subdivididos em detectáveis e não detectáveis. Os vazamentos visíveis são aqueles que são facilmente perceptíveis pela população e pelos técnicos das companhias de saneamento, pois afloram na superfície e podem ser observados visualmente.

Já os vazamentos não-visíveis, como necessitam de métodos acústicos para serem detectados, ocorrem por um período maior. Os que são classificados como não detectáveis também são chamados de vazamentos inerentes, pois não podem ser detectados por equipamentos de pesquisa acústica convencionais, devido às baixas vazões presentes.

Tsutyia (2006), aborda que os vazamentos não-visíveis exigem uma gestão especial, onde se lança mão de técnicas ou equipamentos para detecção das fugas, sem esperar que o vazamento se torne visível para realizar o reparo. Se essas atividades de pesquisa não forem realizadas com uma certa periodicidade, os vazamentos não-visíveis podem permanecer durante meses, anos ou indefinidamente, totalizando volumes consideráveis de água perdida.

O autor ressalta que a proporção entre os vazamentos visíveis e não-visíveis depende muito de cada sistema de abastecimento, de suas condições estruturais e operacionais e da existência de programas regulares de detecção. Essa classificação será mencionada nos resultados da adutora, rede de distribuição e ligações prediais vistoriadas.

2) Adutora de Água Bruta

Conforme dimensionamento do projeto, a adutora de água bruta possui extensão de 522,00m no material PVC PBA Classe 20 e diâmetro nominal de 50mm. Na extensão percorrida no trecho onde a tubulação está instalada, não foram identificados vazamentos visíveis nem identificado furtos de água, todavia, a investigação não se estendeu para os vazamentos não-visíveis pela indisponibilidade de recursos para tal investigação.

De acordo com informações da operadora do SAA, durante o período da pesquisa, a tubulação não apresentou vazamentos visíveis. Entretanto, ao verificar as Ordens de Serviços do SISAR BSA, não foi possível identificar a incidência de vazamentos, pois não fazem distinção entre os vazamentos da rede de distribuição. Com base no levantamento e nos relatos da operadora do SAA, a tubulação ainda se encontra operando em boas condições.

3) Reservatório Elevado

Conforme projeto, o reservatório elevado tem altura de 6,50m, diâmetro de 2,00m e fuste de 4,00m. O equipamento está situado em área urbanizada na parte mais alta da localidade. Sua estrutura se mantém conservada e há sinais de que houveram vazamentos (Figura 23).

Figura 23 – Reservatório Elevado do SAA do Sítio Jerimum



Fonte: Autoria Própria (2023).

Investigando a origem dos possíveis vazamentos, segundo a operadora do SAA, as ocorrências dos vazamentos ocorreram devido a falhas no funcionamento da automação, ocasionando o desperdício de água por extravasamento. No entanto, a operadora destaca que não houve nenhum problema relacionado ao desgaste da manta asfáltica que impermeabiliza as paredes internas do reservatório elevado, sendo essa manta a mesma desde a construção do projeto. A operadora ainda afirma, que os problemas com a automação ocorreram poucas vezes, e que o equipamento funciona bem, garantindo uma pressão favorável para a distribuição da água por toda a localidade. Nessa mesma área, também ocorre o tratamento da água com a desinfecção por clorador de pastilhas instalado no fuste do reservatório (Figura 24).

Figura 24 - Sistema de Tratamento do SAA Sítio Jerimum



Fonte: Autoria Própria (2023).

4) Rede de Distribuição

No percurso realizado sobre a rede de distribuição, durante a vistoria, não foram identificados vazamentos visíveis nem furtos de água, e a mesma estava operando sem evidências de problemas. Contudo, assim como na adutora, não houve uma investigação dos vazamentos não-visíveis.

De acordo com o projeto, a rede de distribuição é pressurizada a partir do reservatório elevado em uma única zona de pressão, configurada no tipo "espinha de peixe", em PVC PBA CL12, com diâmetros de 50mm e extensão de 3.162m, e 75mm com extensão de 126m.

Vale ressaltar que essa unidade do SAA é uma das principais causadoras das perdas de água, seja pelas rachaduras das tubulações, problemas nas conexões ou pelos furtos de água. No entanto, ao analisar o sistema de distribuição, foi observado o bom funcionamento diante das evidências coletadas na vistoria, fato que não impede sua reabilitação ao considerar a idade do sistema e a importância de medidas preventivas para combater às perdas. Quanto ao número de vazamentos registrados no período deste estudo, através da abertura da Ordem de Serviços no SISAR BSA, não foi possível realizar a compilação desses dados, devido a perda do acesso pela mudança do programa que gerenciava os SAA's.

Com relação às fraudes, as tubulações da distribuição consistem no principal alvo para os roubos de água. Nesse sentido, ao avaliar o histórico de furtos de água na área de estudo, ficou compreendido que existe o controle desse problema pela atuação efetiva do monitoramento das lideranças da comunidade.

5) Ligações Prediais

Segundo o projeto, as ligações prediais obedecem ao padrão da Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Ao avaliar as condições dos hidrômetros dos usuários do SAA que contemplam as ligações ativas, foi identificado que 22 hidrômetros estão operando fora da faixa da vida útil. Para essa análise, baseou-se na recomendação de Aguiar (2019), que em contexto geral, avalia a vida útil dos hidrômetros entre 5 e 10 anos.

A autora explica que esses equipamentos se desgastam ao longo do tempo e, com isso, apresentam uma perda de precisão progressiva e podem sofrer influência de fatores externos, resultando em uma queda de qualidade de 1% ao ano.

Em consulta a “Ficha de Leitura” disponibilizada pela operadora do SAA, obteve-se a idade dos hidrômetros em estudo (Tabela 2).

Tabela 2 – Idade dos Hidrômetros do SAA Sítio Jerimum

Hidrômetros (HD) - Ligações Ativas				
Ano	Idade HD (Ano)	Quantidade (UN)	Dentro da vida útil	Fora da vida útil
2006	16	17		*
2010	12	2		*
2011	11	3		*
2012	10	2	*	
2014	8	6	*	
2015	7	2	*	
2016	6	2	*	
2017	5	1	*	
2018	4	1	*	
2019	3	19	*	
2020	2	5	*	
2021	1	4	*	
2022	0	5	*	
Total		69	47	22

Fonte: Autoria Própria (2023).

Perante os dados e seguindo a recomendação de Aguiar (2019), há um considerável número de hidrômetros operando há mais de dez anos, como exemplificado na Figura 25, os quais podem estar interferindo no monitoramento dos consumos dos usuários e nas perdas de água. Além disso, as ligações antigas favorecem o surgimento de vazamentos, impactando na eficiência de operação do SAA.

Figura 25 - Hidrômetro com perda de vida útil



Fonte: Aatoria Própria (2023).

Na vistoria, a operadora do SAA não identificou vazamentos nos hidrômetros, uma vez que adota de práticas de manutenções rotineiras para garantir o bom funcionamento do equipamento.

Nesse sentido, a partir dos resultados da vistoria, da consulta do projeto executivo do SAA, dos dados disponibilizados pelo SISAR BSA e pela comunidade, foram propostas as medidas mitigadoras para a redução das perdas de água no SAA do Sítio Jerimum.

As medidas mitigadoras apresentadas foram direcionadas a cada tipo de perdas, aparentes e reais, com o objetivo de abordar suas especificidades e facilitar sua aplicação. Dessa forma, no combate às perdas aparentes, Tsutyia (2006) aponta que pode ser realizado em três subdivisões do sistema: na macromedição, na gestão comercial e na micromedição.

Na macromedição, o combate poderá acontecer com a instalação de medidores de vazão no reservatório, cujos erros decorrem da inadequação ou falta

do medidor e sua calibração adequada. Já na gestão comercial, por meio da adoção de um sistema de gestão apto ao combate às fraudes, no controle das ligações inativas e clandestinas e na adoção de mão-de-obra qualificada. Enquanto na micromedição, com a instalação dos hidrômetros adequados à faixa de consumo, a substituição periódica e a desincrustação dos mesmos.

Pertel (2014) ainda reforça que as melhorias na gestão comercial e a manutenção preventiva do parque de hidrômetros podem reduzir sensivelmente essas perdas, e o resultado seria uma maior arrecadação, que poderia ser revertida em melhorias na qualidade dos serviços prestados.

Assim, considerando as características do SAA em estudo se propõe a substituição do macromedidor da fase de produção na água, instalado no barrilete do poço tubular, tanto pela perda da sua vida útil, quanto pela adequação a faixa de vazão de consumo. Além da instalação de um macromedidor na fase de distribuição da água, antes do reservatório elevado, para o monitoramento efetivo das perdas na distribuição, é importante notar que os volumes de água medidos no SAA para o cálculo do IPD não representam apenas as perdas na distribuição, mas também as perdas da produção de água, o que interfere na eficiência do monitoramento.

Sugere-se então para a gestão comercial do modelo SISAR, a criação de um setor exclusivo para tratar das perdas de água, o qual será responsável pelas ações e programas de combate e redução dos desperdícios, visando a sustentabilidade ambiental e financeira relacionada aos recursos hídricos. Esse setor se dedicaria a garantir a efetividade das atividades preventivas no combate às perdas, diferentemente do que ocorre atualmente, com predominância das atividades corretivas ao invés de preventivas.

A criação do setor tem a finalidade de estudar, planejar e executar de forma contínua as ações para corrigir todos os inconvenientes que causam as perdas de água, antecipando-se aos problemas com atividades de prevenção. Para sua implementação, recomenda-se o estudo de experiências vivenciadas por outras instituições que adotaram essa abordagem e obtiveram sucesso.

Em relação à micromedição, aconselha-se a substituição de todos os hidrômetros que ultrapassaram a vida útil e a inclusão de um cronograma periódico para a calibração e manutenção de todos os medidores de vazão.

Para a redução das perdas reais, Fritz, Gimenes e Pina Filho (2020) recomendam a instalação de válvulas redutoras de pressão (VRPs), que possibilitam que as pressões sejam estabilizadas na rede de distribuição, diminuindo a fadiga das tubulações e reduzindo o número de vazamentos. As VRPs podem estar conectadas ao sistema de controle e automação, juntamente com os sensores de vazão nas tubulações.

Nessa perspectiva, propõe-se melhorias na automação do SAA estudado para evitar extravasamentos do reservatório elevado, em paralelo a instalação de VRPs para o controle das pressões nas tubulações. Para isso, é imprescindível a realização de um estudo especializado para definir a melhor alternativa na implantação dessas melhorias, bem como o dimensionamento e a localização adequada de instalações.

Os autores colocam que a automação pode representar um ganho ambiental significativo na conservação dos recursos naturais, auxiliando na manutenção e preservação de águas limpas, além da proteção dos mananciais. Dessa forma, projetos que visem uma melhor qualidade da distribuição, evitando perdas e furtos, além de otimizar o sistema, proporcionam qualidade de vida para uma região.

Jones, Tan e Rassiah (2021) também abordam outros fatores que contribuem para os vazamentos de água, incluindo tubulações antigas ou mal construídas, proteção inadequada contra corrosão, válvulas mal conservadas, defeitos nos materiais e falhas na instalação, destacando a relevância da substituição de tubulações envelhecidas. Em concordância com essas considerações, estão incluídas nas propostas de mitigação a reabilitação do sistema de distribuição, com a substituição das tubulações e conexões antigas que compõem a rede de distribuição, além de reparos em trechos de rede que evidenciam falhas de instalação.

Baseado em Oberascher, Möderl e Sitzenfrei (2020) e pensando na manutenção da reabilitação do SAA, sugere-se a realização semestral de campanhas de detecção de fugas de água, visando a continuidade no controle de vazamentos.

Nesse sentido, Teixeira *et al.* (2021) apresenta como uma alternativa para estimular a racionalidade e conscientizar sobre o valor da água a proposta da implementação de penalidades para o desperdício de água e os benefícios associados à importância do saneamento, utilizando a cobrança como instrumento econômico de gestão dos recursos hídricos.

Por outro lado, considerando a realidade das comunidades rurais gerenciadas pelo modelo de gestão SISAR, os autores não recomendam a punição pelo

desperdício de água devido à vulnerabilidade do meio em que estão inseridos. No entanto, é considerada a necessidade de um trabalho específico de educação ambiental para garantir a continuidade do uso consciente da água e combater os desperdícios. Assim, em vez de punição, sugere-se a realização de incentivos aos usuários do SAA, devendo ser estudado pela instituição sua aplicação.

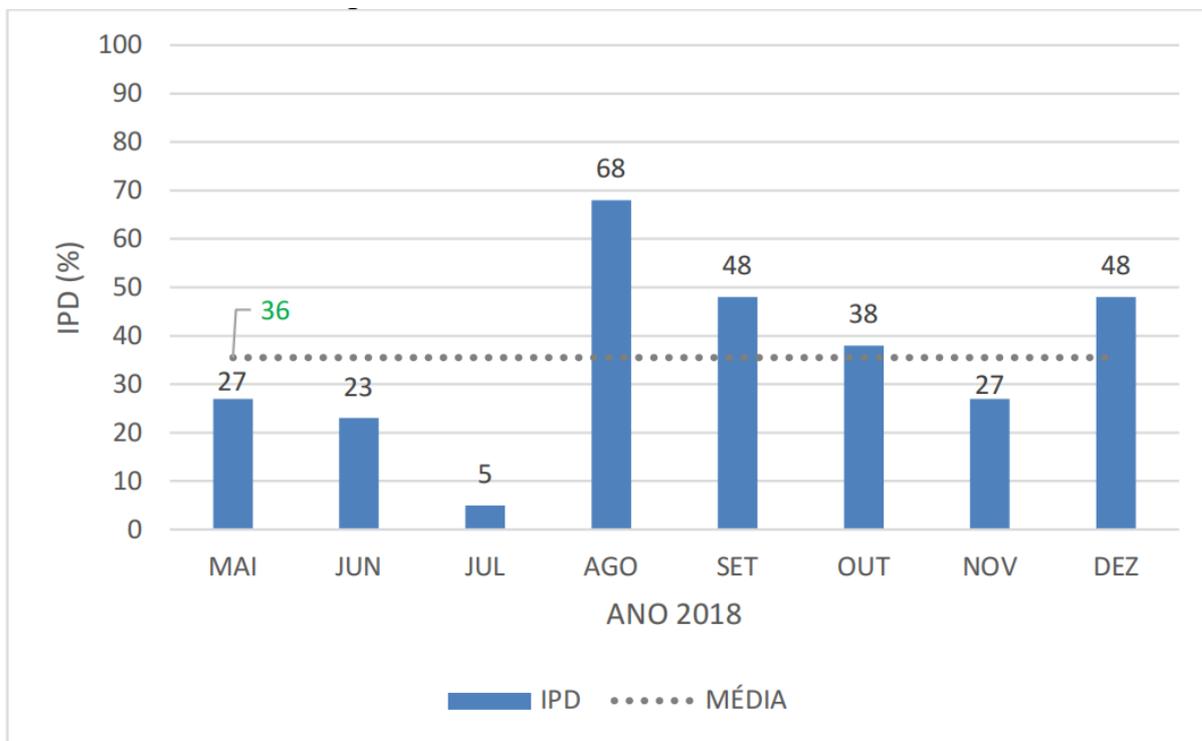
Acredita-se que a educação ambiental pode ser promovida, através de conversas porta a porta e encontros com a comunidade, seguindo o estudo realizado por Sousa *et al.* (2020) para regularização do sistema de abastecimento de água do município de São Paulo, que resultou em redução de perdas e responsabilidade socioambiental. Nesse estudo, os pesquisadores alcançaram uma redução no índice de perdas com a gestão de demanda noturna, controle de pressões e vazões, trocas de ramais corretivas e preventivas, reparo rápido de vazamentos, substituição de hidrômetros e gestão de macromedição, medidas semelhantes às propostas deste estudo.

Portanto, fica evidente que uma gestão eficiente para a redução das perdas de água nos SAA's envolve não apenas aspectos técnicos e de fiscalização, mas também a abordagem socioambiental, com o apoio de uma população consciente sobre seus consumos e tendo conhecimento da importância da proteção do meio ambiente.

4.3 ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO

Nesta etapa, foi verificado o comportamento do IPD no SAA, apresentando-se a média anual do índice para cada ano estudado, obtida pela análise e tabulação dos dados consultados na "Planilha IANF" (Índice de Água Não Faturada) no período de 2018 a 2022, disponibilizada pelo SISAR BSA. Através da obtenção desses resultados, foi determinado se o SAA vem operando de maneira satisfatória ao longo dos anos da investigação, de acordo com o parâmetro estabelecido para classificar o SAA como um sistema eficiente em termos de funcionamento.

Nesse contexto, ao avaliar a Figura 26, observa-se que os maiores volumes de água perdidos no SAA em 2018 ocorreram nos meses de agosto com 68%, setembro e dezembro, ambos correspondendo a 48%. Em contrapartida, as menores perdas ocorreram nos meses de junho e julho, atingindo 5% e 23%, respectivamente. Vale ressaltar que foi em maio do referido ano, que se iniciou o monitoramento do IPD no SAA, justificando a ausência da apresentação de dados dos meses anteriores.

Figura 26 - Média anual do IPD em 2018

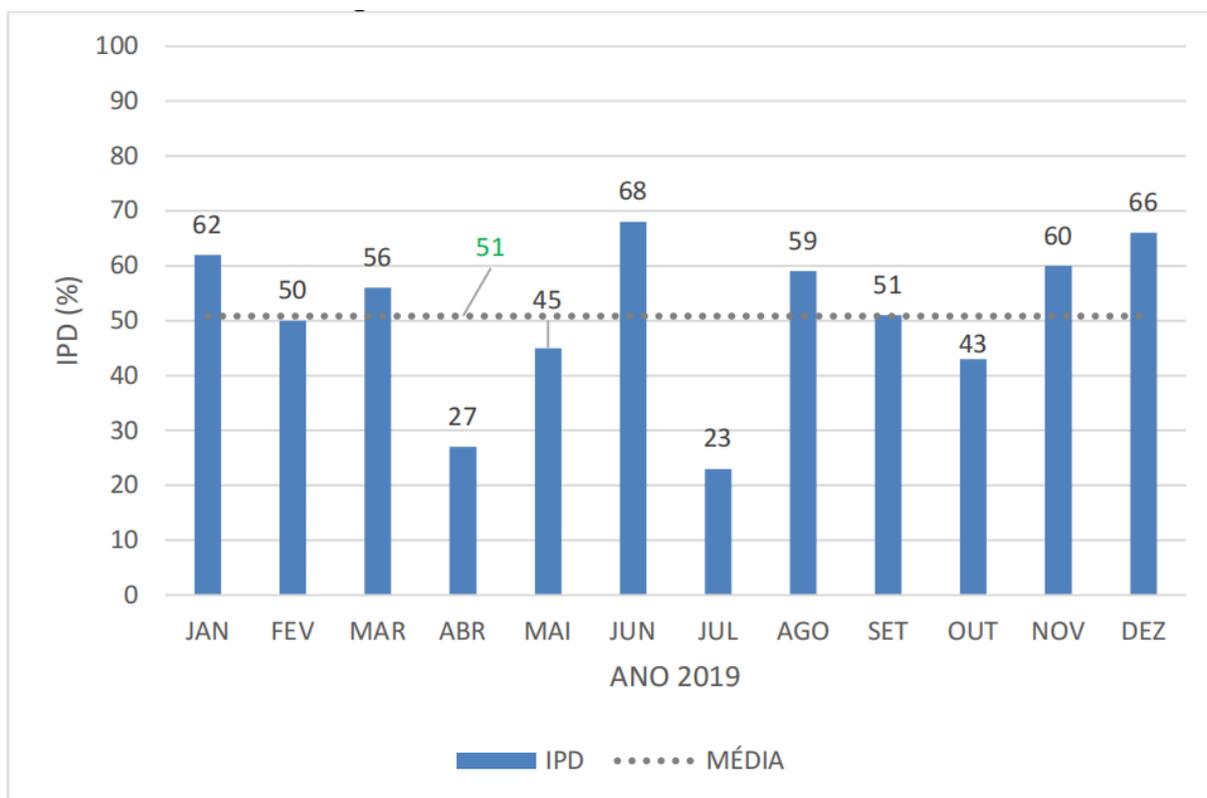
Fonte: Autoria Própria (2023).

A média anual do IPD foi de 36%, considerando o monitoramento dos oito meses apresentados, ou seja, dos 100% de água produzida no SAA, foi registrado uma perda na distribuição de mais de um terço desse volume.

No ano subsequente, iniciou-se o monitoramento regular do índice ao longo dos doze meses do ano (Figura 27), percebendo-se a predominância do IPD acima de 50%, demonstrando um comportamento mais preocupante em relação ao primeiro ano.

Os meses de janeiro (62%), junho (68%) e dezembro (66%) apresentaram os maiores percentuais de perdas. É importante destacar que a resultante desses meses despertou a curiosidade de entender as causas da elevação do índice, especialmente por se tratar de períodos com condições mais favoráveis à precipitação de água na região semiárida, em que a área de estudo está inserida. Por outro lado, abril (27%) e julho (23%) foram os meses com os menores volumes de água perdidos.

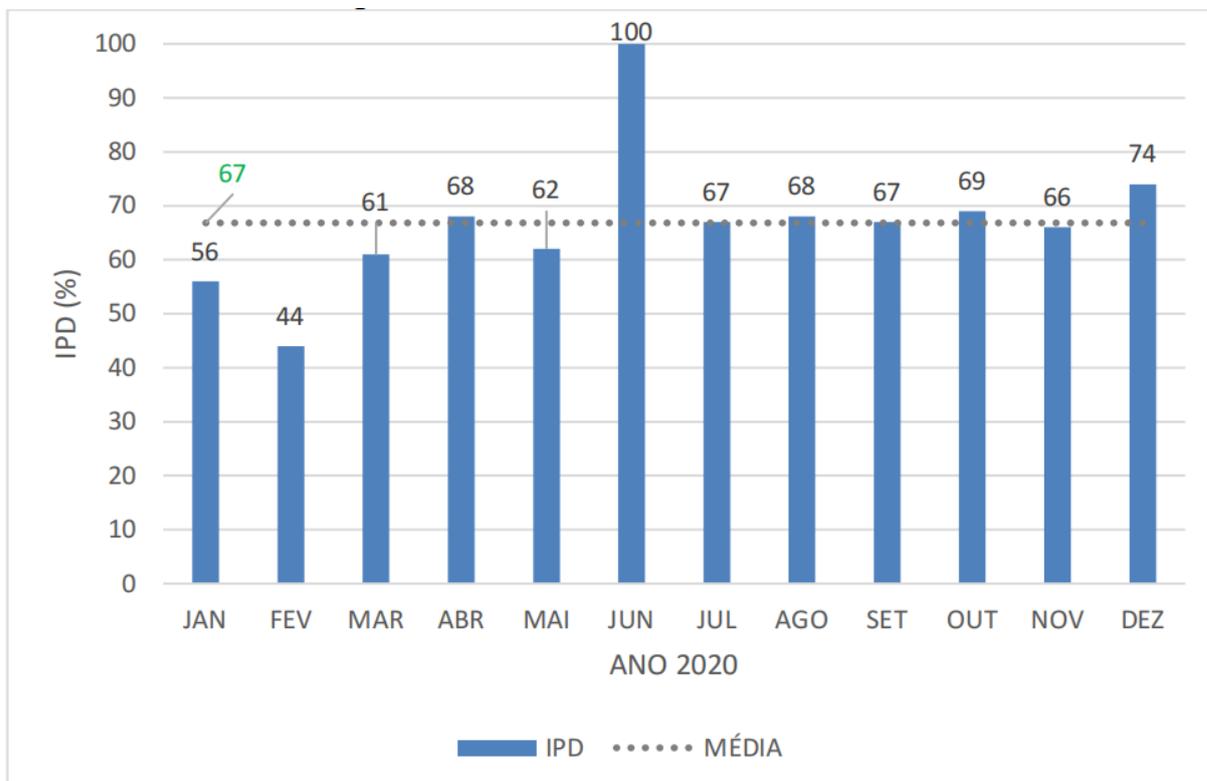
Figura 27 - Média anual do IPD em 2019



Fonte: Autoria Própria (2023).

Quanto à média anual do IPD, em 2019 houve um significativo acréscimo no índice, atingindo 51%. Comparando com o ano anterior, foi computado um aumento de 15%. Esse resultado evidencia que mesmo após a implantação regular do monitoramento, os volumes de perdas na distribuição não apresentaram redução.

Essa constatação se torna mais evidente ao analisar os valores do índice na Figura 28, com a percepção da continuidade no seu aumento. É relevante destacar que se esperava um cenário diferente da realidade apresentada, haja vista que o monitoramento representa uma ferramenta que identifica a variação dos resultados, neste caso, mostrando a necessidade da execução de medidas mitigadoras de intervenções no controle e redução das perdas de água no SAA, consequentemente, minimizando os impactos negativos ocasionados pelo uso indiscriminado dos recursos hídricos.

Figura 28 – Média anual do IPD em 2020

Fonte: Autoria Própria (2023).

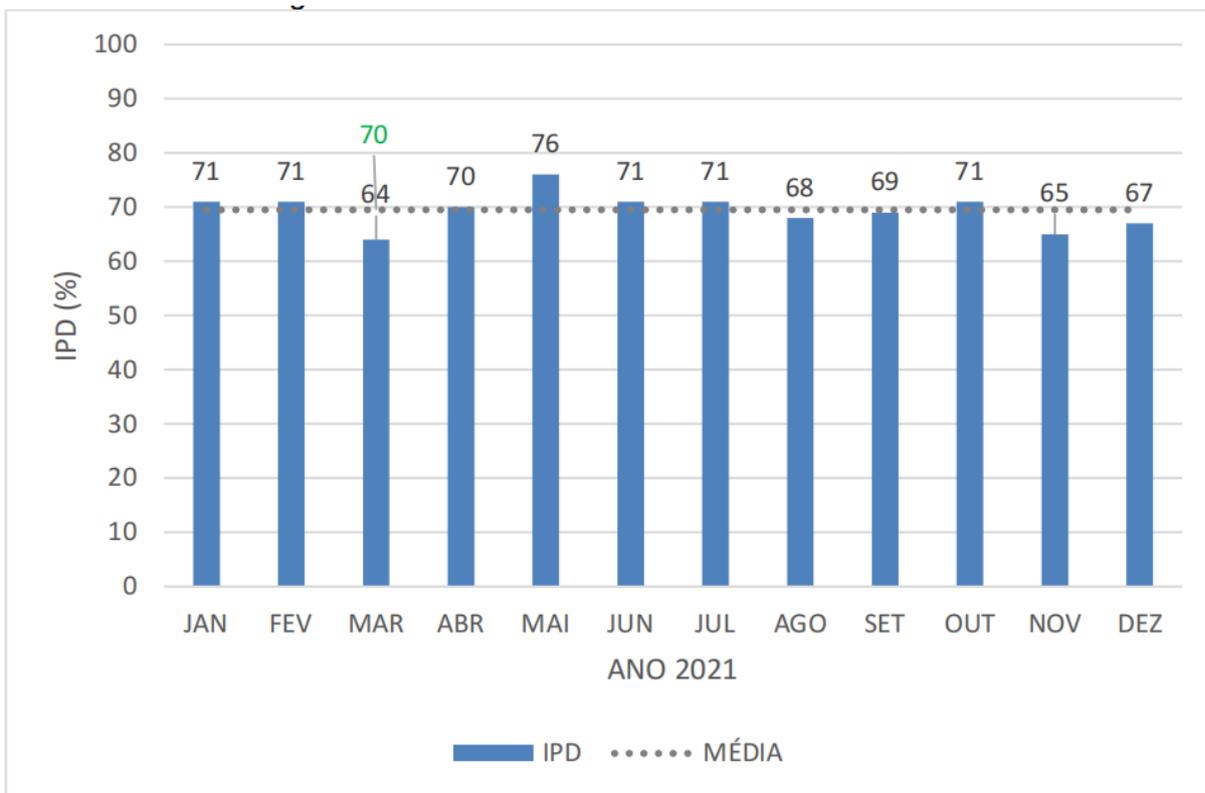
No ano de 2020, observa-se o agravamento do problema das perdas na distribuição, com praticamente todos os meses apresentando índices acima de 60%. Os meses de junho com 100% e dezembro com 74% foram os que registraram os maiores índices, enquanto janeiro e fevereiro apresentaram os menores volumes com 56% e 44%, respectivamente. Mesmo os índices sendo menores não deixaram de representar volumes significativos. Diante do exposto, verifica-se a persistência da problemática com incidências ainda maiores.

Outro ponto a ser levantado nesse ano, diz respeito ao alcance do IPD de 100% no mês de junho, indicando que todo o volume de água distribuído no SAA foi perdido. Isso expressa a inconsistência do monitoramento, haja visto que nesse período foram registrados consumos dos usuários, através das leituras dos hidrômetros instalados em cada residência e faturados pelo SISAR BSA, o que instiga a curiosidade para investigar a ocorrência desse episódio.

Em relação à média anual, o resultado foi de 67%, correspondendo ao ano dos três primeiros estudados com o maior valor de perdas, elevando-se em 31% em

relação ao ano de 2018 e 16% ao ano de 2019. A progressão dos resultados continua no ano de 2021, atingindo a média de 70%, conforme ilustrado na Figura 29.

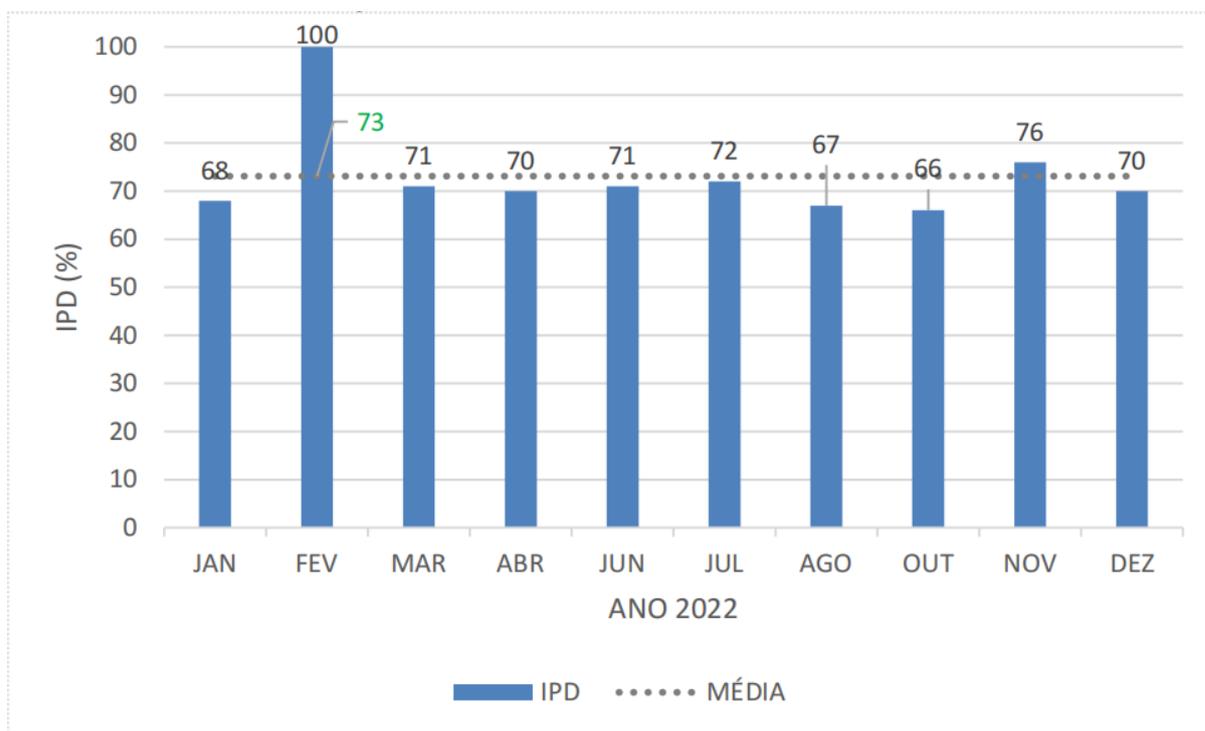
Figura 29 - Média anual do IPD em 2021



Fonte: Autoria Própria (2023).

Observa-se que os valores continuaram subindo, alcançando 76% em maio e 71% nos meses de janeiro, fevereiro, junho, julho e outubro, refletindo certa constância nos resultados em semestres distintos com características climáticas diferentes. Isso acontece, porque o consumo de água aumenta ou diminui dependendo da estiagem do período. Em março e novembro foram registradas as menores perdas com 64% e 65%, respectivamente.

Assim como destacado no ano de 2020, em 2021, a repetição dos resultados em cinco dos doze meses, revelou um novo aspecto para fundamentar um estudo mais aprofundado sobre a eficiência do monitoramento das perdas de distribuição no SAA. Além disso, ocorreu a recorrência do IPD de 100% em fevereiro de 2022, conforme apresentado na Figura 30.

Figura 30 - Média anual do IPD em 2022

Fonte: Autoria Própria (2023).

A média do IPD no último ano do estudo atingiu 73%, mantendo a constância de crescimento desde o início da análise. Além de fevereiro, o mês de novembro (76%) registrou os maiores volumes de perdas, enquanto agosto e outubro tiveram os menores volumes, equivalendo a 67% e 68%, respectivamente. Vale mencionar que os dados dos meses de maio e setembro não foram apresentados, pois o monitoramento foi suspenso nesses dois meses pelo prestador de serviço.

Baseado nesse panorama e considerando os aspectos identificados na investigação da eficiência do monitoramento do IPD, foi desenvolvido um levantamento de novas informações para melhor compreender a motivação desses resultados. Nesse sentido, buscou-se no banco de dados do SISAR BSA algum dado capaz de justificar os resultados do IPD atingindo 100% em junho de 2020 e fevereiro de 2022. Entretanto, ao contrapor os dados, identificou-se pelo relatório “Variação de Consumo Mensal” que nos referidos períodos citados anteriormente, os usuários consumiram água do SAA regularmente, constatando-se os registros dos consumos por unidade domiciliar, que foram faturados e cobrados, verificando assim falhas no monitoramento do índice.

Perante a análise deste ponto e da história do SAA já elencada, foi verificado que desde a implantação, o monitoramento vem sendo realizado apenas com a instalação da macromedição na saída do poço tubular, correspondendo somente à etapa do volume de produção da água, diferente do que é recomendado por Tsutyia (2006). Este autor também prevê a instalação da macromedição na reservação na medição da etapa de distribuição para o monitoramento que realmente equivala aos volumes de água distribuídos.

Fundamentado nesse pressuposto, identifica-se que uma das hipóteses da ineficiência do monitoramento, corresponde aos volumes medidos sem a distinção entre as etapas de produção e distribuição da água. Outra hipótese refere-se às possíveis falhas de leituras dos medidores de vazões e de procedimentos do gerenciamento ou até mesmo pelo seu mau funcionamento destes equipamentos, principalmente pela perda da vida útil, que pode comprometer a precisão das leituras dos volumes medidos.

Para finalização dessa análise, define-se o sistema de distribuição do SAA do Sítio Jerimum como ineficiente, por não garantir o limite mínimo do IPD de até 25%, conforme o parâmetro de avaliação adotado neste estudo, fundamentado na Portaria nº 490/2021 e pela identificação de falhas no monitoramento do IPD.

Comparando os resultados alcançados com um estudo desenvolvido por Marques, Pertel e Macêdo (2019) na avaliação do desempenho de sistemas de abastecimento de água com base em indicadores do SNIS e utilizando-se dentre os critérios de desempenho mínimo, o índice de perdas na distribuição (IN049) em igual ou inferior a 26,43% para as companhias de saneamento estaduais, Caern (RN), Cagepa (PB), Casal (AL), Compesa (PE), Deso (SE) e Embasa (BA), identifica-se que apenas a Embasa se mostrou abaixo deste percentual, com 24,16%, e as demais se mantiveram com valores mais elevados, assim como o cenário apresentado pelo Sítio Jerimum.

Desta forma, vale destacar a proximidade dos percentuais de limites mínimos entre os parâmetros adotados em ambas as pesquisas, demonstrando coerência nos resultados obtidos neste estudo. Expandindo o pensamento, percebe-se que há uma grande disparidade entre os índices médios de perdas em nível global, como já mencionado, a exemplo de Japão, Austrália e Nova Zelândia, que atingem valores de 10%, enquanto o Brasil ainda se mantém com média por volta de 40%.

Nesse âmbito, Kusterko *et al.* (2018), ressalta que a redução dessas perdas está relacionada ao planejamento estratégico para o processo de tomada de decisões pelos responsáveis pela prestação dos serviços, a fim de garantir a sustentabilidade e, até mesmo, a competitividade da companhia diante da atual concorrência, para atingir benefícios nos segmentos ambiental, tecnológico, energético, econômico e sociocultural.

Corroborando, Marques, Tavares e Malheiros (2021) ressaltam a necessidade de investir não somente na concepção de novas tecnologias eficientes, como também em esforços para o desenvolvimento e melhoramento dos mecanismos de aplicação de tais tecnologias e de gestão do saneamento, em suas diferentes esferas.

Nessa visão, os autores desenvolveram um estudo com a aplicação do benchmarking como ferramenta para a diminuição das perdas físicas em sistemas de abastecimento de água. Benchmarking, segundo Magalhães (2022), é o ato de realizar uma análise mais profunda de empresas que podem ser referências no mercado, seja do mesmo setor ou de segmentos relacionados.

A ferramenta comparativa foi utilizada para avaliar o desempenho entre países onde há ou não a sua aplicação no âmbito do controle de perdas, a exemplo da Alemanha, Áustria, Canadá, entre outros, observando-se que onde o benchmarking foi praticado, houve melhores desempenhos referentes às perdas de água, com média de 15%, indicando uma relação de tal processo com melhores níveis de desempenho.

Assim, recomenda-se que a ferramenta seja integrada nas ações de controle das perdas de água dos SAA's gerenciados pelos SISAR's, compreendendo que o compartilhamento de informações contribuirá para a busca de melhores resultados.

5 CONCLUSÕES

A partir desse estudo foi possível constatar que as perdas de água são um grande gargalo na gestão dos sistemas de abastecimento de água, sendo na distribuição o ponto de maior atenção devido às elevadas incidências.

Desse modo, conforme os resultados e discussão desta pesquisa, verifica-se que o sistema de distribuição do Sítio Jerimum, vem operando com ineficiência perante a análise do IPD, ultrapassando o limite mínimo de até 25%. No entanto, é importante destacar a identificação de falhas no monitoramento do índice, diretamente relacionado ao panorama apresentado.

Observou-se que o sistema de abastecimento avaliado possui concepção e infraestrutura adequadas, dentro dos padrões estabelecidos pela concessionária de água do estado, permitindo o abastecimento da localidade com regularidade. Quanto aos desperdícios de água na distribuição, foi constatado junto à comunidade rural que existe baixa incidência de vazamentos visíveis e de furtos de água pela boa atuação da operadora local, porém demonstra-se a importância das manutenções preventivas no SAA.

Também ficou compreendido que, apesar da população do Sítio Jerimum ter considerada percepção sobre a importância do uso racional da água é necessária a intervenção do prestador de serviços para prevenir os desperdícios de água, com a implantação de programas, campanhas e procedimentos que promovam continuidade no combate das perdas e na promoção de uma operação eficiente.

Quanto às medidas mitigadoras, fica proposto a substituição dos medidores de vazões com perda da vida útil e a instalação de um macromedidor na etapa de distribuição para regularização do monitoramento do IPD. Além disso, sugere-se a criação de um setor exclusivo para melhor gerenciar as perdas de água, na busca de garantir maior eficiência na operação, promovendo sustentabilidade ambiental e financeira. Recomenda-se a adoção de um cronograma periódico para a calibração e manutenção de todos os medidores de vazões, assim como a realização de estudos técnicos para garantir que a automação do SAA funcione sem interrupções, bem como para analisar a necessidade da instalação de VRPs.

Diante do estudo, concluiu-se ainda que a educação ambiental é imprescindível na gestão dos desperdícios, compreendendo que uma gestão eficiente no combate

às perdas de água, além do carácter técnico e das fiscalizações, envolve o aspecto socioambiental, com a colaboração de uma população consciente e responsável para a preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABES. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água: posicionamento e contribuições técnicas da ABES.** 2015. Disponível em: https://www.abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas_Abes.pdf. Acesso em: 05 fev. 2022.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.211: Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12.218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público.** 2 ed., Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ÁGUAS DO BRASIL. **O notável modelo de acesso à água de qualidade.** Set. 2017. Disponível em: <http://aguasdobrasil.org/artigo/sisar/>. Acesso em: 02 jan. 2022.

AGUIAR, Ludimila Costa. **Avaliação de perdas aparentes de água potável por erros de medição em hidrômetros de economias** da Grande Vitória-ES. 2019. 142 f. Dissertação (Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória. 2019

ALBUQUERQUE JUNIOR, Itamar Pacheco de. Implementação de padrão operacional para redução de perdas em zonas de macromedição. *In*: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 30., 2019, São Paulo. **Anais eletrônicos** [...]. São Paulo: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2019. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento45/TrabalhosCompletoPDF/XI-002.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

ALVES, Francisco Glauber César; ARAÚJO, Flávia Telis de Vilela. Sistemas de abastecimento em comunidades rurais do semiárido: a implantação do SISAR em Cristais, Cascavel, CE. **Revista Tecnologia.** Fortaleza, v. 37, n. 1, p. 78-86, jun. 2016.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Água no Mundo.** 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo>. Acesso em: 03 dez. 2021.

ANDRADE SOBRINHO, Renavan; BORJA, Patrícia Campos. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Salvador, v. 21, n. 4, p. 783-795, nov. 2016.

ANDRADE, Jucilaine Aparecida de; NUNES, Marcos Antônio. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço**, Diamantina, v. 3, n. 2, p. 28-39, 2014.

BLENINGER, Tobias; KOTSUKA, Luziadne Katiucia. Conceitos de água virtual e pegada hídrica: estudo de caso da soja e óleo de soja no Brasil. **Revista Recursos Hídricos**, v. 36, n. 1, p. 15-24, maio, 2015. Disponível em: https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36_n1-2.pdf. Acesso em: 29 nov. 2022.

BEZERRA, Saulo de Tarso Marques; PERTEL, Monica; MACEDO, José Eloim Silva de. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 249-258, set. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212019000300336>.

BRANDÃO, André Schramm; RIBEIRO, Marcel de Medeiros; DIEGO, Francisco. Automação em um Sistema de Abastecimento de Água: análise de dados operacionais. *In*: Simpósio Iberoamericano de Redes de Água, Esgoto e Drenagem, 13., 2014, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, 2014.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [2022]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ConstituicaoCompilado.htm. Acesso em: 24 out. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021**: relatório pleno. – Brasília: ANA, 2022b. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dosrecursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf. Acesso em: 27 nov. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. – Brasília: ANA, 2019a. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/Busca/Download?codigoArquivo=134951. Acesso em: 27 nov. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 10.588, de 24 de dezembro de 2020**. Dispõe sobre a regularização de operações e o apoio técnico e financeiro de que trata o art. 13 da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, e sobre a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou geridos ou operados por órgãos ou entidades da União de que trata o art. 50 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Brasília - DF, 2020b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10588.htm. Acesso em: 26 out. 2022.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília - DF, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/D7217.htm. Acesso em: 26 out. 2022.

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 nº 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. Brasília - DF, 2007. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/lei/L11445compilado.htm. Acesso em: 25 out. 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. Brasília - DF, 2020a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 25 out. 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. Brasília - DF, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 25 out. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : FUNASA, 2019b. Disponível em: http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf. Acesso em: 05 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021**. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília – DF, 2021a. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-demaio-de-2021-318461562>. Acesso em: 28 out. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Portaria GM/MDR nº 490, de 22 de março de 2021**. Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art. 4º do Decreto n. 10.588, de 24 de dezembro de 2020. Brasília – DF, 2021b. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n490-de-22-de-marco-de-2021-309988760>. Acesso em: 03 nov. 2022.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto: Gestão Técnica de Água** – ano de referência 2020. Secretaria Nacional de Saneamento (SNS). - Brasília: SNS, 2022a. Disponível em:

http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_GESTAO_TECNICA_DE_AGUA_AE_SNIS_2022.pdf. Acesso em: 03 nov. 2022.

BRITO, Rondon Madeira de. **Análise do erro do parque de hidrômetros: unidades habitacionais do conjunto Tenente Coelho II e III em Juazeiro do Norte – CE.** 2021. 104 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA) - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé-PB, 2021.

BRITTO, Ana Lucia. Direito Humano à Água e ao Saneamento para a população vulnerável: elementos para pensar marcos legais e políticas públicas. *In*: SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira (Org.). **O problema da água e o saneamento: algumas respostas.** Volume I. - Campina Grande/PB: EDUEPB, 2021. Recurso eletrônico. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/o-problema-da-agua-e-dosaneamento-algumas-respostas/?wpdmdl=1890&masterkey=61b74d9955b27>. Acesso em: 29 nov. 2022.

CAGECE. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. **Padrão de Projetos e Obras Rurais: Sistemas de Abastecimento de Água – SAA.** Secretaria de Desenvolvimento Agrário – SDA; Secretaria das Cidades – SCIDADES, Fortaleza, 2020. Disponível em: <https://www.cidades.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/12/2020/09/PADRAODE-PROJETOS-E-OBRAS-RURAISSAA-VERSAO-01.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2022.

CAMBRAINHA, Géssika Maria Gama; FONTANA, Marcele Elisa. Análise da aplicação de investimentos em perdas de água no nordeste brasileiro. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental; Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 983-994, mai/ago. 2015.

CARLI, Ana Alice De. A política nacional das águas e seus instrumentos em prol do potencial hídrico brasileiro: uma reflexão. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 184-208, jul./dez. 2015. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/direitoeconomico/article/view/9789/14018>. Acesso em: 26 nov. 2022.

CARLI, Ana Alice De. Água, bem da vida: Riqueza a ser respeitada! **R. EMERJ**, v. 16, n. 62, p. 9-27, abr.-set. 2013. Disponível em: https://www.emerj.tjrj.jus.br/revistaemerj_online/edicoes/revista62/revista62_9.pdf. Acesso em: 26 nov. 2022.

CARLI, Ana Alice De. As dimensões dos direitos das águas. **RDA – Revista de Direito Administrativo**, Rio de Janeiro, v. 276, p. 77-107, set./dez. 2017. Disponível em:

<https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rda/article/view/72993/71619>. Acesso em: 10 dez. 2022.

CARLI, Ana Alice De; COSTA, Leonardo de Andrade. O Estado regulador brasileiro e o Direito Fundamental ao saneamento básico. *In*: CARLI, Ana Alice De; RAMALHO, Ângela Maria Cavalcanti; SOUZA, Cristiane Mansur de Moraes; SILVA, José Irivaldo Oliveira (Orgs.). **Dinâmicas e Complexidades na Gestão e Governança da Água: Conceitos, Métodos e Experiências**. Campina Grande/PB: EDUEPB; Brasília: CNPq, 2022. Recurso eletrônico. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/dinamicas-ecomplexidades/?wpdmdl=1925&masterkey=6204764ca2598>. Acesso em: 25 nov. 2022.

CASTRO, Livia Arruda; TALEIRES, Flávia Cristina da Silva Sousa; SILVEIRA, Samara Silva. Índice de desenvolvimento humano em municípios que possuem sistema integrado de saneamento rural: uma análise comparativa. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 12, p. 351-357, 25 jan. 2021.

CASTRO, Sebastião Venâncio de. **Análise do sistema integrado de saneamento rural – SISAR, em sua dimensão político-institucional, com ênfase no empoderamento das comunidades participantes**. 2015. 244 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: http://www.sisar.org.br/wpcontent/uploads/BibliotecaSisar/Artigos/an_lise_sistema_int_saneamento_rural_sisar_em_sua_dimens_o_pol_tico__institucional....pdf. Acesso em: 18 nov. 2022.

CIDADE BRASIL. **Município de Missão Velha**. 2022. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-missao-velha.html>. Acesso em: 09 maio 2022.

CIRILO, José Almir. Crise hídrica: desafios e superação. **Revista USP**, São Paulo, n. 106, p. 45-58, jul./ago./set. 2015. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110102/108685>. Acesso em: 23 nov. 2022.

COSTA, Mariell Lima; COSTA JUNIOR, Juscelino Martins; VORPAGEL, Jefferson dos Santos; ZONIN, Wilson João. Avaliação da qualidade da água para abastecimento humano do Assentamento 10 de Abril, Crato (Ce) e Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 317-340, set. 2021. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8932/5841. Acesso em 18 nov. 2022.

CRUZ, Welinadja Gomes; ALMEIDA NETO, José Leandro de. **O modelo de gestão do sistema integrado de saneamento rural (sisar) da bacia do salgado no município de cedro - Ceará e os seus impactos na sociedade local**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Administração Geral) – Faculdade de Ciências Aplicadas Dr. Leão Sampaio, Juazeiro do Norte, 2011.

CUNHA, Camila Maria Tavares da; SOUZA, Gabriel José de; SILVA, Rodrigo Candido Passos da; TAVARES, Rosangela Gomes; ARRUDA, Valmir Cristiano Marques de. Análise das perdas nos sistemas de abastecimento de água da Região Metropolitana do Recife. **Revista GEAMA**, v. 4, n. 4, p.09-13, 2018.

DINIZ, João Alberto Oliveira; PAULA, Thiago Luiz Feijó de; GENARO, Daniele Tokunaga; KIRCHEIN, Roberto Eduardo; FREDDO FILHO, Valmor; MOURÃO, Maria Antonieta Alcântara; FRANZINI, Andrea Segura. **Crise hídrica no Brasil: o uso das águas subterrâneas como reforço no abastecimento público**. Serviço Geológico do Brasil – CPRM, Rio de Janeiro: CPRM, 2021. [Recurso eletrônico]. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/22291/rel_2021_estiagem_agua_%20subterranea%20%282%29.pdf?sequence=3&isAllowed=y. Acesso em: 11 dez. 2022.

ECHAIDE, Javier I. **El derecho humano al agua potable y los tratados de protección recíproca de inversiones**. La Ley – Thompson Reuters, Buenos Aires, 2018. Disponível em: http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/adrposgra/index/assoc/HWA_6017.dir/6017.PDF. Acesso em: 07 dez. 2022.

FABRE, Valkyrie Vieira; ALBERTON, Luiz; PFTISCHER, Elisete Dahmer. Relevância econômica da perda de água tratada: análise dos dez maiores municípios produtores de Santa Catarina. **Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ (Online)**, Rio de Janeiro, v. 16, n.3, p. 65-80, set/dez. 2011.

FREITAS, Eliano de Souza Martins; CASTRO, Sebastião Venâncio de; PENA, João Luiz; REZENDE, Sonaly; HELLER, Léo. Avaliação Político-Institucional do Modelo SISAR no Nordeste do Brasil. *In*: CASTRO, José Esteban (Ed.). Democratização da Governança dos Serviços de Água e Esgotos por Meio de Inovações Sociotécnicas: O Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) em Brasil. **WATERLATGOBACIT Working Papers, DESAFIO Project Series SPIDES**, v. 2, n, 6, p. 20-77, 2015. Disponível em: <http://www.sisar.org.br/wpcontent/uploads/BibliotecaSisar/Artigos/WPSPIDES26Art1.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

FRITZ, Rodrigo Tenório; GIMENES, Julia de Carvalho; PINA FILHO, Armando Carlos de. UM ESTUDO DA AUTOMAÇÃO PARA REDUÇÃO DE PERDAS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 8, p. 56408-56416, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n8-161>.

GARRIDO, Juliana; ROCHA, Wilson; GAMBRILL, Martin; COLLET, Heitor. **Estudo de modelos de gestão de serviços de abastecimento de água no meio rural no Brasil: Parte I – Relatório Principal**. Banco Mundial, Brasília, 2016. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/378901479099282672/pdf/Parte-I.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2022.

GESAR. Gerência de Saneamento Rural. **Apresentação modelo de gestão SISAR**. Fortaleza, 2021a.

GESAR. Gerência de Saneamento Rural. **Levantamento das localidades atendidas no SISAR- CE**. Fortaleza, 2021b.

GOMES, Heber Pimentel. **Sistemas de Abastecimento de Água**: LENHS/UFPB, João Pessoa, 2019.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado; JEREZ, Daniela Malheiros. Recursos hídricos e serviços de saneamento básico. *In*: SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira (Org.). **O problema da água e o saneamento**: algumas respostas. Volume I. - Campina Grande/PB: EDUEPB, 2021. Recurso eletrônico. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/o-problema-da-agua-e-do-saneamentoalgumas-respostas/?wpdmdl=1890&masterkey=61b74d9955b27>. Acesso em: 29 nov. 2022.

GUTIÉRREZ, Daniel Mota; SILVA, Alexandre Antônio Bruno da (Orgs.). Desafios para universalizar o saneamento básico na zona rural brasileira. **Revista Inclusiones**, v. 8, p. 192- 227, dez. 2021.

HAMDAN, Otávio Henrique Campos; BASTOS, Mayara Milaneze Altoé; OLIVEIRA, Erica Patrícia Villalaz. **Redução e controle de perdas em municípios operados por prestadores regionais: aplicação para o estado de São Paulo**. X Congresso Brasileiro de Regulação, 4 Expor/ABAR, Santa Catarina, 2017. Disponível em: http://www.arsae.mg.gov.br/images/Artigos/ABAR_2017_Reducacao_e_controle_de_perdas_sp_vf.pdf. Acesso em: 11 jun. 2023.

KHANLAWIA, António. .; CHILOLE, Gonzaga. .; CRISTÓVÃO , Luís. Assessment of water losses in distribution networks: Municipality of Chimoio, Mozambique. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. e4911628535, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i6.28535. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/28535>. Acesso em: 4 jun. 2023.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de (orgs.). **Abastecimento de água para consumo humano**. – Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=XFnnhzqetCoC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 25 jan. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ce/missao-velha.html>. Acesso em: 09 maio 2022.

INSTITUTO SISAR. **Entendendo melhor o SISAR**. 2022b. Disponível em: <http://www.sisar.org.br/institucional/>. Acesso em: 21 maio 2022.

INSTITUTO SISAR. **Programa Água Doce**: por mais 12 meses no Ceará. 2022a. Disponível em: <http://sisar.org.br/noticias/iniciada-a-fase-3-do-programa-agua-paratodos-pad/>. Acesso em: 12 dez. 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Estudo de perdas de água do Instituto Trata Brasil de 2022 (SNIS 2020):** desafios para disponibilidade hídrica e avanço da eficiência do saneamento básico no Brasil. São Paulo: GO Associados, 2022. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/09/Relatorio_Completo.pdf. Acesso em: 26 out. 2022.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil municipal 2017 – Missão Velha.** 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wpcontent/uploads/sites/45/2018/09/Missao_Velha_2017.pdf. Acesso em: 06 maio 2022.

ITS BRASIL. Instituto de Tecnologia Social do Brasil. **Caderno de Debate – Tecnologia Social no Brasil: Direito à ciência e ciência para a cidadania.** São Paulo: ITS BRASIL, 2004. Disponível em: <https://irp.cdnwebsite.com/c8d521c7/files/uploaded/CADERNO%20DEBATE.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2022.

JONES, Lim Jen Nee; TAN, Boon Thong; RASSIAH, Puspavathy. Non-Revenue Water in Malaysia: influence of water distribution pipe types. **Sustainability**, 2021.

KUSTERKO, Sheila; ENSSLIN, Sandra Rolim; ENSSLIN, Leonardo; CHAVES, Leonardo Corrêa. Gestão de perdas em sistemas de abastecimento de água: uma abordagem construtivista. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 3, p. 615626, 2018.

LIMA, Ana Chrystinne Souza; MONTEIRO, Lilyan Rosmary Luizaga de; TAVARES, Tatiane Marinho Vieira; TEIXEIRA, Raires Lisboa; SANCHES, Heloisa Negri; SILVA-MELO, Adolfo. Desafios em saneamento rural no reassentamento uirapuru (Filadélfia-TO). **Latin American Journal Of Business Management**, Taubaté, SP, Brasil, p. 136-143, jun. 2021.

LIMA, Marcelle Maria Gois. **O PMSB e os desafios da universalização do saneamento em áreas rurais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas; Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2021.

LIMA, Valquíria dos Santos. **Diagnóstico do saneamento rural no Ceará:** um olhar crítico sobre a atuação do SISAR nas comunidades rurais cearenses. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/45555/1/2017_tcc_vslima.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

LIMEIRA FILHO, Amilson Albuquerque; BARBOSA, Erivaldo Moreira; SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira; VELEZ, Wilton Maia. Por uma renovação da Tutela Jurídica da água! *In*: CARLI, Ana Alice De; RAMALHO, Ângela Maria Cavalcanti; SOUZA, Cristiane Mansur de Moraes; SILVA, José Irivaldo Oliveira (Orgs.). **Dinâmicas e Complexidades na Gestão e Governança da Água:** Conceitos, Métodos e Experiências. Campina Grande/PB: EDUEPB; Brasília: CNPq, 2022. Recurso

eletrônico. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/dinamicas-ecomplexidades/?wpdmdl=1925&masterkey=6204764ca2598>. Acesso em: 25 nov. 2022.

MACHADO, Thaís de Lima; SILVA, Jéssica Ayra Alves; DANTAS, Marina Salim; GONÇALVES, Diogo Henrique Oliveira; CRUZ, Bernardo Aleixo de Sousa. Estudo comparativo dos Indicadores de Desempenho do Sisar/Ce frente a outras listas de Indicadores. *In*: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28., 2015, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos** [...]. Rio de Janeiro: ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015. Disponível em: <https://abesnacional.com.br/XP/XP-EasyArtigos/Site/Uploads/Evento29/TrabalhosCompletoPDF/V-060.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MAGALHÃES, Williane. **O que é e como fazer Benchmarking: veja 3 exemplos**. 2022. Disponível em: <https://www.remissaonline.com.br/blog/benchmarking/>. Acesso em: 1 jul. 2023.

MARQUES, Luis Otavio do Amaral; CARVALHO, Rafael Santos; SA, Marcelo Otani Marques de; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. Benchmarking enquanto ferramenta de diminuição das perdas físicas em sistemas de abastecimento de água. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 24. 2021.

MELO, Ana Paula dos Santos de. **A participação na integração do rio São Francisco: o caso do comitê das bacias do rio Paraíba**. Monografia (Curso de Especialização em Gestão das Políticas Públicas) – Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé/PB, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/5068/3/ANA%20PAULA%20DOS%20SANTOS%20DE%20MELO%20-%20TCC%20Especializa%20a7%20a3o%20em%20Gest%20a3o%20das%20Pol%20adticas%20P%20blicas%202017.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2022.

MONTEIRO, Luciana Gomes; CORDEIRO, Rosemary de Matos; ARAGÃO, Janisi Sales; SILVA, Eveline Menezes Rodrigues da; SILVA, Lucivania Gomes da. Perdas em sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais na Região Metropolitana do Cariri. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 524, 17 jul., 2020.

MORAIS, Danielle Costa; CAVALCANTE, Cristiano A. Virgínio; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. Priorização de áreas de controle de perdas em redes de distribuição de água. **Pesquisa Operacional**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 15-32, abr. 2010.

MOREIRA, Marília Lima; MIGUEL, Joelson Rodrigues; MATOS, Raimundo Giovanni França. O Direito à Água e sua Proteção Jurídica: Desafios do Direito Ambiental na Contemporaneidade. **Revista de Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 15, n. 55, p. 641-658, maio, 2021. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/0a5d/2be04cecb7d7e2fcf4baaaceb1fbb3148a96.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

MOURA, Gabriela de Almeida; REIS, Marcos Tadeu dos; PRETA, Fernando Flores Catta; SILVA, Jair Manoel da. Estudo de caso: reduções de perdas através de ações integradas. *In: Simpósio Itálo- Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, 14., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos** [...]. Foz do Iguaçu: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2018.

NEMETZ, Stella Maris Martins Cruz Castelo de Souza; SOUZA, Hiago de; SANTOS, Gilberto Friedenreich dos. A atuação do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (SC). *In: CARLI, Ana Alice de; RAMALHO, Ângela Maria Cavalcanti; SOUZA, Cristiane Mansur de Moraes; SILVA, José Irivaldo Oliveira (Orgs.). Dinâmicas e Complexidades na Gestão e Governança da Água: Conceitos, Métodos e Experiências*. Campina Grande/PB: EDUEPB; Brasília: CNPq, 2022. Recurso eletrônico. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/dinamicas-e-complexidades/?wpdmdl=1925&masterkey=6204764ca2598>. Acesso em: 25 nov. 2022.

OBERASCHER, Martin; MÖDERL, Michael; SITZENFREI, Robert. Water Loss Management in Small Municipalities: The Situation in Tyrol. **Revista Water**, 2020. ONU. Organização das Nações Unidas. **Nações Unidas – Brasil**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 jan. 2022.

PEDROSA, Valmir. Segurança hídrica: gestão do risco e pactos pelo uso da água. *In: SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira (Org.). O problema da água e o saneamento: algumas respostas*. Volume I. - Campina Grande/PB: EDUEPB, 2021. [Recurso eletrônico]. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/oproblema-da-agua-e-do-saneamento-algumasrespostas/?wpdmdl=1890&masterkey=61b74d9955b27>. Acesso em: 29 nov. 2022.

PEREIRA, Sílvia Brandão. **O impacto da implantação do Sistema Eletrônico de Informação (SEI) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia**. Dissertação (Mestrado em Assessoria em Administração) – Instituto de Contabilidade e Administração do Porto, Porto, 2019. Disponível em: https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/14665/1/Silvia_Brandao_Pereira_MAA_2019.pdf. Acesso em: 12 dez. 2022.

PERTEL, Monica. **Experimentos hidráulicos conjugados ao uso de indicadores de desempenho aplicados à quantificação de perdas em sistemas de abastecimento de água no Brasil**. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de PósGraduação em Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PINHO, Maria Julia Alves de; ZANON, Raquel Silvestrin; D'AVIGNON, Alexandre. Desafios para a expansão do acesso ao esgotamento sanitário em áreas rurais isoladas: o uso de tecnologias sociais e a experiência do Programa Cisternas. **R. BNDES**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 55, p. 113-160, 2021. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/21643/1/RB-55->

03%20Saneamento%20Rural_215328.pdf. Acesso em: 26 out. 2022.

PINTO, Elis. Geopolítica da água. **Revista de Geopolítica**, v. 8, n. 1, p.19-32, jan./jun., 2017. Disponível em: <http://www.revistageopolitica.com.br/index.php/revistageopolitica/article/view/172/16>. Acesso em: 13 dez. 2022.

PIRES, José Jefferson Barros; SILVA, Danilson Correia da; MEDEIROS, Paulo da Costa. Critérios para Outorga do Direito de Uso da Água: da vazão de referência a flexibilização sazonal. *In*: SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira (Org.). **Gestão e governança da água sob múltiplas versões e casos**. - Campina Grande: EDUEPB, 2021. Recurso eletrônico. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/gestao-e-governanca-da-agua-sob-multiplasvisoes-e-casos/?wpdmdl=1680&masterkey=611e8e73b064c>. Acesso em: 25 nov. 2022.

RABELO, Udinart Prata; LIMA NETO, Iran E. Efeito de secas prolongadas nos recursos hídricos de uma região semiárida: uma análise comparativa para o Ceará. **Revista DAE**, n. 212, v. 66, p. 61-79, 2018. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_212_n_1731.pdf. Acesso em: 10 dez. 2022.

REATO, Talissa Truccolo; CALGARO, Cleide. A gestão da água como um direito supra-humano no cenário de crise hídrica e dos conflitos socioambientais por água. *In*: CARLI, Ana Alice De; RAMALHO, Ângela Maria Cavalcanti; SOUZA, Cristiane Mansur de Moraes; SILVA, José Irivaldo Oliveira (Orgs.). **Dinâmicas e Complexidades na Gestão e Governança da Água: Conceitos, Métodos e Experiências**. Campina Grande/PB: EDUEPB; Brasília: CNPq, 2022. [Recurso eletrônico]. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/dinamicas-ecomplexidades/?wpdmdl=1925&masterkey=6204764ca2598>. Acesso em: 25 nov. 2022.

ROCHA, Wilson dos Santos. **Estudo de caso do Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) no Brasil**. Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2013. (Nota Técnica, n. 589). Disponível em: [https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Estudo-de-caso-dosistema-integrado-de-saneamento-rural-\(SISAR\)-no-Brasil.pdf](https://publications.iadb.org/publications/portuguese/document/Estudo-de-caso-dosistema-integrado-de-saneamento-rural-(SISAR)-no-Brasil.pdf). Acesso em: 18 nov. 2022.

ROZA, Marcelo Ximenes Teles da; ARAÚJO, Jamile Amorim. Modelos Associativistas de Gestão de Saneamento Rural. **Revista de Economia Regional Urbana e do Trabalho**, v. 9, n. 1, p. 125-149, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/rerut/article/view/21592/13078>. Acesso em: 20 nov. 2022.

SABESP. A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Portal dos Mananciais: Situação dos Mananciais**. 2022. Disponível em: <https://mananciais.sabesp.com.br/Situacao>. Acesso em: 11 dez. 2022.

SALAMONI, Sidnei da Silva; DELA, Juliano Possamai; BACK, Álvaro José.

Avaliação das perdas na distribuição de água: estudo de caso em São Bento Baixo, Nova Veneza-SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v. 20, p. 93-106, 2014.

SANTOS, Danielle Dionisia. **Avaliação da metodologia para controle de perdas de água em sistema de distribuição no Recife-PE**. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia e Geociências, Recife, 2013.

SANTOS, Danielle Dionisia; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima. Avaliação da metodologia para controle de perdas de água em rede de distribuição no Recife-PE. **Revista DAE**, Pernambuco, n. 197, p. 56-70, set/dez. 2014.

SILVA FILHO, Erivaldo Cavalcanti e; FERREIRA, Magdalena Araújo Pereira. Saneamento básico: o novo marco legal. *In*: SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira (Org.). **O problema da água e o saneamento: algumas respostas**. Volume I. - Campina Grande/PB: EDUEPB, 2021. Recurso eletrônico. Disponível em: <https://eduepb.uepb.edu.br/download/o-problema-da-agua-e-do-saneamentoalgumas-respostas/?wpdmdl=1890&masterkey=61b74d9955b27>. Acesso em: 29 nov. 2022.

SILVA, Bárbarah Brenda; NOGUERIA, Clara Demattos; ANDRADE, Megarom; SILVEIRA, Rogério Braga; REZENDE, Sonaly. Evidenciando experiências positivas em saneamento básico: visões do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). **Revista DAE**, n. 220, v. 67, São Paulo, nov., 2019. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_220_n_1825.pdf. Acesso em 12 dez. 2022.

SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira. Aspectos gerais do “novo” marco do saneamento: direitos sociais ameaçados? *In*: SILVA, José Irivaldo Alves de Oliveira; BERCOVICI, Gilberto; FEITOSA, Maria Luiza Pereira de Alencar Mayer; CAMARGO, Ricardo Antônio Lucas; CLARK, Giovani. **Planejamento e Desenvolvimento: uma realidade possível**. Campina Grande/PB: EDUEPB, 2022. Disponível em: https://eduepb.uepb.edu.br/download/planejamento-e-desenvolvimento-umarealidade-possivel/?wpdmdl=2218&masterkey=7e0EPQPLhQnCb80bRjKwj9fd-7DSBZPgDMBrvRR0fpOWwja6FGBC8-1A6hbnknlJbBHm9bSTHsNBGLnBwvMTGZ8G0KYJ_rxN9w0b3wjafPU. Acesso em: 30 nov. 2022.

SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira; CUNHA, Belinda Pereira da. **Da água à pandemia: a face real da crise apontando para novos paradigmas e soluções**. - Caxias do Sul/RS: EDUCS, 2020. [Recurso eletrônico]. Disponível em: <https://www.ucs.br/educs/arquivo/ebook/da-agua-a-pandemia-a-face-real-da-crieapontando-para-novos-paradigmas-e-solucoes/>. Acesso em: 09 dez. 2022.

SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira; OLIVEIRA, John Brehmer de Sousa Alves. O “velho” e o “novo” no projeto de desenvolvimento para o semiárido brasileiro. **Revista Mineira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, 2020. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. <http://dx.doi.org/10.59824/rmrh.v1i2.200>.

SIMONATO, Danitielle Cineli; FIGUEIREDO, Rodolfo Antônio de; DORNFELD, Carolina Buso; SOUZA ESQUERDO, Vanilde Ferreira de; BERGAMASCO, Sonia Maria Pessoa Pereira. Saneamento rural e percepção ambiental em um assentamento rural – São Paulo – Brasil. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 2, p. 264-280, 1 ago. 2019.

SISAR BSA. Sistema Integrado de Saneamento Rural da Bacia do Salgado. **Estatuto Social**. Juazeiro do Norte, abril. 2006.

SOARES, Aendria de Souza do Carmo Mota; FEITOSA, Maria Luiza Pereira de Alencar Mayer. O direito de acesso à água como Direito Humano Fundamental: uma análise a partir da teoria dos Direitos Humanos e da valoração econômica da água. *In*: FARIAS, Talden; SILVA, José Irivaldo Alves Oliveira (Orgs.). **Direito à água e cidades**. - João Pessoa: Editora UFPB, 2019. Disponível em: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/view/143/533/2983-1>. Acesso em: 28 nov. 2022.

SOUSA, Lara Dias de Jesus e; RODRIGUES, Everton; ALENCAR, Guilherme de Sá; CONSELHEIRO, Eduardo; SOUSA, Fagner Sampaio de. Regularização do sistema de abastecimento de água do município de São Paulo: redução de perdas e responsabilidade socioambiental. **Revista Expressão da Estácio**, p. 54-66, 25 dez. 2020.

SOUZA FILHO, Francisco de Assis. **CEARÁ 2050 Estudo Setorial Especial Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://www.ceara2050.ce.gov.br/api/wpcontent/uploads/2018/10/ceara-2050-estudo-setorial-especial-recursos-hidricos.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

SOUZA, Maria Luiza Ribeiro de. **Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR) como alternativa para gestão de serviços de saneamento**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Maranhão, Balsas, 2020. Disponível em: <http://www.sisar.org.br/wpcontent/uploads/BibliotecaSisar/Artigos/TCC-MARIA-LUIZA-VERS%C3%83OFINAL.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2022.

STRAUCH, Ayrton M.; KALUMBWA, Elias; ALMEDOM, Astier M. Spatial analysis of domestic water use and rural livelihoods in a semi-arid African highland. **Journal Of Arid Environments**, [S.L.], v. 194, p. 104608, nov. 2021.

TALEIRES, Flávia Cristina da Silva Sousa. **Análise do Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR), na dimensão socioespacial, no município de Russas-CE**. 160 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará; Centro de Ciências e Tecnologia, Fortaleza, 2019.

TARDELLI FILHO, Jairo. Aspectos relevantes do controle de perdas em sistemas públicos de abastecimento de água. **Revista DAE**, p. 1-20, jan/abr. 2016.

TEIXEIRA, Telma Cristina Silva; AZEVEDO, José Paulo Soares; JULIEN, Denis Luc Louis. Cobrança pelo uso da água para o saneamento: mecanismos para incentivo a eficiência e atendimento ao uso mínimo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 26, n. 3, p. 517-524, jun. 2021. FapUNIFESP (SciELO).
<http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200003>.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021**: o valor da água; fatos e dados. UNESCO – Programa Mundial para Avaliação dos Recursos Hídricos, 2021. Disponível em:
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375751_por. Acesso em: 08 dez. 2022.

VIANA, Emanuelle Macêdo. **Impactos nos corpos hídricos do Rio Gramame/PB: uma abordagem segundo o contexto da outorga dos direitos de uso da água**. Dissertação (Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA) – Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Sumé/PB, 2022. Disponível em:
<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/24343/AMANUELLE%20MAC%c3%8aDO%20VIANA%20-%20DISSERTAC%c3%83O%20PROFAGUA%20CDSA%202022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 dez. 2022.

VICENTINI, Liliana Pedroso. **Componentes do balanço hídrico para avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03072013151444/publico/Dissertacao_Perdas_LPV.pdf. Acesso em: 12 dez. 2022.

ZANELLA, Maria Elisa. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, Fortaleza, v. , n. 36, p. 126-142, 2014.

APÊNDICE - GUIA PRÁTICO DE COMBATE AS PERDAS DE ÁGUA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO
E REGULÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

VAMOS COMBATER!

**JUNTOS PELA PRESERVAÇÃO
DA ÁGUA E DA VIDA**

SUMÉ - PB
2023

LUCIANA GOMES MONTEIRO
luciana.gomes@estudante.ufcg.edu.br

ORIENTADOR: PROFESSOR DR. JOSÉ IRIVALDO
ALVES OLIVEIRA SILVA
irivaldo.cdsa@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CAMPUS SUMÉ
(83) 3353-1850

SÍTIO JERIMUM, MISSÃO VELHA - CE



Antes da implantação do Sistema de Abastecimento de Água, a localidade viveu em situação de alta vulnerabilidade pela dificuldade de acesso a água.;

A Associação Comunitária Padre Cícero do Jerimum, desenvolve importante trabalho que empodera a população.;

Atualmente com aproximadamente 200 habitantes, a partir da regularidade do abastecimento de água a comunidade desfruta de melhor qualidade de vida.;

Apesar da boa percepção da população quanto a importância da conservação dos recursos hídricos, a localidade necessita de incentivos e programas continuados para a redução das perdas de água.

Atuação prática
do SISAR em
comunidades
rurais



JUNTOS SOMOS MAIS!

A água é essencial para a existência de vida no planeta. O problema da escassez hídrica ocasiona vulnerabilidade e prejuízo a qualidade de vida das populações. O combate as perdas de água significa promover a sustentabilidade, através do uso racional evitando os desperdícios.



Seja responsável e contribua com o combate às perdas de água através das ações:

- 1) Evite o uso excessivo de água nas atividades domésticas, utilize apenas o necessário;
- 2) Garanta o bom funcionamento das torneiras, chuveiros ou quaisquer equipamentos que utilizam água para que se mantenham fechados sem desperdícios após utilizados;
- 3) Fique atento ao surgimento de vazamentos e acione de imediato o reparo, se dentro do seu imóvel tome sua responsabilidade, fora dele acione a associação local ou o SISAR;
- 4) Denuncie roubos ou fraudes de água no Sistema de Abastecimento de Água (SAA);
- 5) Informe a associação local ou ao SISAR sobre a quebra de quaisquer tubulações e mal funcionamento do reservatório de água, seja por extravasamento ou vazamentos na estrutura;



faça sua parte!

- 6) Monitore seu hidrômetro garantindo seu bom funcionamento;
- 7) Se mantenha inteirado sobre a problemática das perdas de água e compartilhe seu conhecimento conscientizando outras pessoas;
- 8) Exija dos responsáveis pelo gerenciamento do SAA, programas e ações de combate aos desperdícios de água, bem como a garantia do bom funcionamento das estruturas que o constitui;
- 9) Solicite a fiscalização dos gestores e torne-se um fiscalizador.
- 10) Participe efetivamente da gestão dos recursos hídricos da sua comunidade, promovendo o uso consciente;

Seja um protagonista na gestão dos recursos hídricos, cuide bem da água e ajude a preservar o meio ambiente.