



O IMPACTO DA REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORDESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Joana Mayara Dysarz¹
Willian Jucelio Goetten²

RESUMO

O aumento exponencial da população do planeta e o crescente consumo devido as atividades econômicas, faz com que muitos países atinjam rapidamente as condições de escassez hídrica e enfrentem dificuldades para o desenvolvimento econômico. Diante dessa situação, percebe-se cada vez mais, a importância da adoção de ações de controle e redução de perdas dos sistemas de abastecimento de água dos municípios. Os indicadores de desempenho passaram a ser fortes aliados daqueles prestadores de serviços que buscam mitigar e controlar as perdas. O Brasil perdeu cerca de 40% da água produzida na distribuição dos sistemas de abastecimento, em 2020. Esse artigo apresenta o estudo desenvolvido com municípios da região nordeste do estado de Santa Catarina, com o objetivo de demonstrar os impactos gerados com as reduções das perdas de água nos sistemas de abastecimento dos municípios estudados.

Palavras-chave: Abastecimento de água; Perdas de água; Indicadores de Desempenho.

¹ Engenheira Civil, especialista em Engenharia Ambiental e Saneamento Básico. Coordenadora de Normatização na Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS). E-mail: joana.m.dysarz@gmail.com

² Engenheiro Ambiental e Sanitarista, Me. Em Engenharia Ambiental. Coordenador de Fiscalização na Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS). E-mail: willian.j.goetten@gmail.com

THE IMPACT OF THE REDUCTION OF WATER LOSSES IN THE SUPPLY SYSTEMS OF THE MUNICIPALITIES IN THE NORTHEAST REGION OF THE STATE OF SANTA CATARINA

ABSTRACT

The exponential increase in the population of the planet and the growing consumption due to economic activities, makes many countries quickly reach the conditions of water scarcity and face difficulties for economic development. Faced with this situation, the importance of adopting actions to control and reduce losses in municipal water supply systems is increasingly perceived. Performance indicators have become strong allies of service providers seeking to mitigate and control losses. Brazil lost about 40% of the water produced in the distribution of supply systems, in 2020. This article presents the study developed with municipalities in the northeast region of the state of Santa Catarina, with the objective of demonstrating the impacts generated with the reduction of losses of water in the supply systems of the municipalities studied.

Keywords: *Water supply; Water losses; Performance indicators.*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, aliado ao aumento do consumo promovido pelas atividades econômicas, provocam gradualmente o aumento da demanda por água, e conseqüentemente o aumento da pressão sobre os recursos hídricos pelo mundo todo. O relatório publicado pela revista britânica *The Economist*, em janeiro de 2019, o qual aborda as mudanças climáticas e o aumento populacional, mostrou que o planeta já está passando por uma situação de estresse hídrico. Praticamente um quarto da população mundial já está vivendo em áreas com alto potencial de escassez hídrica. E em contrapartida, o uso da água em escala global, é seis vezes maior se comparado com o consumo de cem anos atrás.

A Organização das Nações Unidas (ONU) estima que em 2050 dois de cada três habitantes sofrerão com o problema de falta de água. Torna-se cada vez mais imprescindível que ações sejam tomadas, para que o uso deste bem natural, seja melhor aproveitado.

O Instituto Trata Brasil, em parceria com a organização *Water/org* dos Estados Unidos, publicou em julho de 2022, o estudo “Perdas de Água Potável (ano/base 2020) – Desafios para Disponibilidade Hídrica e Avanço da Eficiência no Saneamento Básico no Brasil”. O relatório apontou que no ano de 2020 o Brasil perdeu 40% de volume de água na distribuição dos sistemas de abastecimento, ou seja, para cada 100 litros de água produzida³, 40 litros foram perdidos.

Esse cenário demonstra o tamanho do problema e a importância da adoção de ações de controle e de redução das perdas dos sistemas de abastecimento de água. Os benefícios das reduções das perdas vão desde o aumento potencial dos investimentos nos sistemas de abastecimento de água ou de esgotamento sanitário, até a redução dos casos de doenças contraídas a partir de água contaminada. O objetivo geral deste trabalho foi calcular o impacto da redução das perdas para os municípios localizados na região nordeste do estado de Santa Catarina, demonstrando a importância das ações de combate as perdas nos sistemas de abastecimento.

2 DESENVOLVIMENTO

Devido à importância em atender as necessidades de saúde pública e ao desenvolvimento das indústrias, o atendimento urbano de água potável, por meio de sistemas de abastecimento, tornou-se uma das principais prioridades da população.

2.1 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A escassez hídrica tem se tornado cada vez mais frequente entre os municípios brasileiros, provocando um grande desafio para os operadores dos sistemas de abastecimento de água, que precisam buscar alternativas rápidas para solucionar os problemas de falta d’água ocasionados. Além disso, áreas mais urbanizadas sofrem com o crescimento desordenado, ou seja, não são situações devidamente planejadas

³ Água que foi submetida ao processo de tratamento para torná-la adequada ao consumo humano.

a longo prazo pelas cidades, e que também ocasionam problemas no abastecimento, gerando maiores índices de perdas de água.

Atualmente os sistemas de abastecimento de água dos municípios apresentam deficiências. A maior parte desses sistemas não recebe manutenções adequadas, e a deterioração das suas tubulações acaba comprometendo o desempenho do serviço prestado à população. Frequentemente, as tubulações mais antigas apresentam vazamentos de água, causados por rompimentos na estrutura, devido a deterioração sofrida pelo tempo, o que tem elevado cada vez mais as perdas de água dos sistemas.

Conforme aponta Tsutiya, (2006):

O enorme benefício dos sistemas de abastecimento de água à saúde da população em todos os estratos sociais, ao proporcionar as mesmas oportunidades de higiene, conforto e bem-estar, mesmo as camadas mais desfavorecidas, tem um reflexo imediato na redução da demanda por serviços de saúde (TSUTIYA, 2006, p. 5).

Observa-se cada vez mais a importância do combate das perdas de água nos sistemas. Todo o volume de água que não for desperdiçado, poderá ser economizado e transformado em investimento para o próprio sistema, que poderá receber as expansões necessárias, fornecendo água em quantidade e qualidade à população.

2.2 AS PERDAS DE ÁGUA NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

As perdas de água nos sistemas de abastecimento estão presentes desde a captação da água bruta até o ponto de entrega para o usuário final. Representam elevados prejuízos que oneram a operação dos sistemas de abastecimento de água dos municípios. As prestadoras de serviços de saneamento buscam cada vez mais combater e controlar essas perdas, uma vez que, a demanda pelos recursos hídricos aumenta gradativamente, acompanhada do crescimento populacional e da frequente escassez hídrica.

As perdas de água constituem-se em um problema mundial, gerando baixas performances à grande maioria dos sistemas; porém, alguns países ou cidades, com planejamento, conhecimento, recursos e gestão, conseguiram

atingir e manter baixos níveis de perdas nos seus sistemas (ABES, 2015, p. 7).

A busca contínua pela redução das perdas leva as prestadoras de serviços de abastecimento de água a alcançar resultados satisfatórios, possibilitando a postergação de novos investimentos, ou ainda, concedendo tarifas mais baixas para os seus usuários.

2.3 DEFINIÇÕES DE PERDAS DE ÁGUA E SEUS LIMITES

Todo e qualquer sistema de abastecimento de água apresenta perdas, que ocorrem em todas as fases da operação, seja na captação da água bruta, no tratamento da água, na reservação da água tratada e na sua distribuição. Essas perdas se apresentam de diversas formas, principalmente como vazamentos em tubulações, vazamentos estruturais, erros de medição, ligações sem hidrômetros, ligações clandestinas (fraudes), erros de leitura ou de cadastro.

Com o objetivo de caracterizar as perdas e padronizar as definições, a *International Water Association* (IWA) definiu alguns conceitos e dividiu as perdas em dois tipos: Perdas Aparentes (não físicas) e Perdas Reais (físicas).

As perdas reais ou físicas estão principalmente atreladas aos vazamentos de água ocorridos nos sistemas, e correspondem ao volume de água que foi produzido e não chegou até o usuário/consumidor. Enquanto que as perdas aparentes são aquelas que correspondem aos volumes de água que realmente foram consumidos pelos usuários, mas que não estavam autorizados e não foram faturados. Geralmente, estão associadas aos erros de medição dos hidrômetros, às ligações clandestinas (fraudes) ou à erros de leitura ou cadastro.

As perdas de água impactam de maneira negativa, não só ao prestador de serviços que opera o sistema, mas também à sociedade e ao meio ambiente. Portanto, estão diretamente associadas à eficiência de operação dos sistemas de abastecimento. Quanto menor for o volume de água perdido, menor será o custo da operação desse sistema. E esse resultado é repassado ao usuário do serviço, através da cobrança da tarifa pela água consumida, uma vez que, o volume referente as

perdas, está contabilizado nos estudos tarifários realizados pelo prestador de serviços.

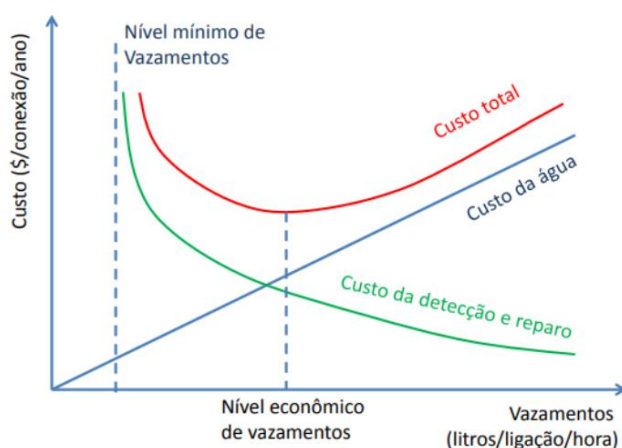
A IWA aponta ser praticamente impossível zerar as perdas de água dos sistemas de abastecimento. Devido a isso, foram definidos limites para a busca dessa redução no volume das perdas: um limite econômico e um limite técnico.

O limite econômico busca alcançar um ponto ótimo, onde os custos das ações para reduzir as perdas não sejam maiores do que os custos referentes ao próprio desperdício de água. Enquanto o limite técnico, está totalmente associado às atuais tecnologias e metodologias que visam reduzir as perdas.

Contudo, isso não quer dizer que é possível contar com “perda zero” nos sistemas de abastecimento de água, onde a existência de tubulações enterradas e pressurizadas e medidores de volumes ou vazões com um certo grau de imprecisão inerentes levam naturalmente a se trabalhar com um nível de perdas que será “aceitável”, tanto sob os pontos de vista econômico e operacional, como sob a ótica de conservação de recurso hídricos (TSUTIYA, 2006, p. 457).

Conforme está ilustrado na Figura 1, a partir dos dados e características do sistema de abastecimento, é possível determinar um nível econômico de perdas, onde os custos chegam ao valor mínimo para um determinado nível de perdas de água existentes naquele sistema.

Figura 1 – Nível econômico para as perdas de água.



Fonte: Agência de Proteção Ambiental dos EUA (2010).

Dessa forma, ultrapassar esse nível de perdas, buscando reduzi-lo ainda mais, se tornará inviável economicamente, ou seja, os custos serão tão elevados que não compensarão os investimentos. Portanto, sempre existirá um nível econômico em que o volume perdido de água terá um custo praticamente igual ao custo de detecção e reparos, ao mesmo tempo, em que existirá um volume mínimo de perdas que não poderá ser mais reduzido (perdas inevitáveis), devido às limitações das atuais tecnologias.

2.4 INDICADOR DE DESEMPENHO E AS METAS PARA AS PERDAS

Nessa busca incessante pela redução das perdas nos sistemas de abastecimento de água, os indicadores de desempenho passaram a ser fortes aliados daqueles prestadores de serviços que buscam mitigar e controlar as perdas. Os indicadores de desempenho, sob o ponto de vista da redução das perdas, possibilitam elaborar um retrato da situação atual do sistema, auxiliando no gerenciamento das ações necessárias para reduzir os volumes perdidos.

Criado pelo governo brasileiro em 1996, o Sistema Nacional de Informações do Saneamento (SNIS), reúne informações anuais do saneamento dos municípios brasileiros, e disponibiliza à sociedade por meio de relatórios de diagnósticos em seu website.

Caracterizadas como ineficiências técnicas, as perdas são inerentes a qualquer sistema de abastecimento de água. É um tema de alta relevância frente a cenários de escassez hídrica e de altos custos de energia elétrica, além da sua relação direta com a saúde financeira dos prestadores de serviços, uma vez que podem representar desperdícios de recursos naturais, operacionais e de receita. Dessa forma, os custos decorrentes das perdas devem ser minimizados e estar sujeitos a gerenciamento apropriado, pois são repassados ao consumidor final (SNIS, Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, 2018, p. 79).

O SNIS utiliza nos cálculos dos seus indicadores de perdas de água de sistemas de abastecimento, três unidades diferentes: em percentual, denominado índice de perdas na distribuição (IN049); em litros por ligação ao dia, denominado índice de perdas por ligação (IN051); e em metros cúbicos por quilômetro de rede ao dia, denominado índice bruto de perdas lineares (IN050). Todas as expressões de

indicadores utilizados pelo Sistema Nacional estão disponíveis no Glossário de Informações e Indicadores do SNIS.

O indicador de perdas em percentual, é um dos mais utilizados no Brasil. Esse indicador é de fácil compreensão e relaciona basicamente o volume total perdido com o volume total produzido nos sistemas (dados anuais).

Segundo o SNIS, atualmente mais de 40% da água tratada produzida no Brasil é perdida na distribuição, pois:

A redução de perdas é o maior manancial que o Brasil possui. Tal desafio requer uma ação conjunta de todos os agentes envolvidos no setor. Somente com foco em planejamento de longo prazo e aprimoramento das sinergias entre operadores e poderes públicos será possível viabilizar os recursos para os investimentos tão necessários para aumentar a disponibilidade hídrica (Gesner Oliveira, Instituto Trata Brasil, Release Perdas de Água, 2019, p. 05).

Além dos prestadores de serviços, os órgãos de controle e de regulação do saneamento, também utilizam dos indicadores de desempenho para monitorar os serviços prestados à população, avaliando a eficiência dessa prestação. O uso de indicadores permite aperfeiçoar e racionalizar atividades, além de gerar diagnósticos que auxiliam no desenvolvimento das políticas públicas para o setor.

A Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007, instituiu as diretrizes nacionais para o setor de saneamento, e definiu, que o planejamento dos serviços básicos seria um instrumento fundamental para alcançar o acesso universal do saneamento no país. Assim, a partir dessa lei, ficou definido o dever, por parte dos titulares dos serviços, em elaborar os planos de saneamento básico, e neles estabelecer metas e indicadores de desempenho, a serem observados na execução dos serviços prestados aos usuários.

O novo marco do saneamento, recentemente atualizado pela Lei 14.026 de 15 de julho de 2020, reafirma que os municípios brasileiros deverão elaborar seus planos de saneamento básico, estabelecendo os indicadores e as metas que nortearam a execução dos serviços.

A entidade reguladora estabelecerá limites máximos de perda na distribuição de água tratada, que poderão ser reduzidos gradualmente, conforme se verificarem avanços tecnológicos e maiores investimentos em medidas para

diminuição desse desperdício (Artigo 43, § 2º, da Lei 14.026 de 15 de julho de 2020).

Além disso, a Agência Nacional de Águas (ANA) ganhou novas atribuições, e deverá estabelecer novas normas de referência para a regulação do saneamento no país, sendo uma das exigências a redução progressiva e o controle das perdas de água.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho teve o objetivo de quantificar e monetizar os impactos que podem ser gerados com as reduções das perdas nos sistemas de abastecimento de água dos municípios da região nordeste de Santa Catarina.

Anualmente, os prestadores de serviço fornecem informações dos seus sistemas de saneamento às agências reguladoras. Portanto, a maioria dos dados⁴ utilizados neste estudo foram obtidos do ente regulador⁵ dos serviços de saneamento básico dos municípios abordados nesta análise, tendo como referência o ano de 2019.

Alguns dados foram obtidos dos Planos Municipais de Saneamento Básico, disponibilizados publicamente pelos municípios em questão.

3.1 ÁREA DE ESTUDO E CARACTERIZAÇÃO

A área de estudo, do presente trabalho, está localizada principalmente na região nordeste do estado de Santa Catarina. Além disso, todos os municípios que fizeram parte deste estudo, possuem seus serviços de abastecimento de água regulados pelo mesmo ente regulador.

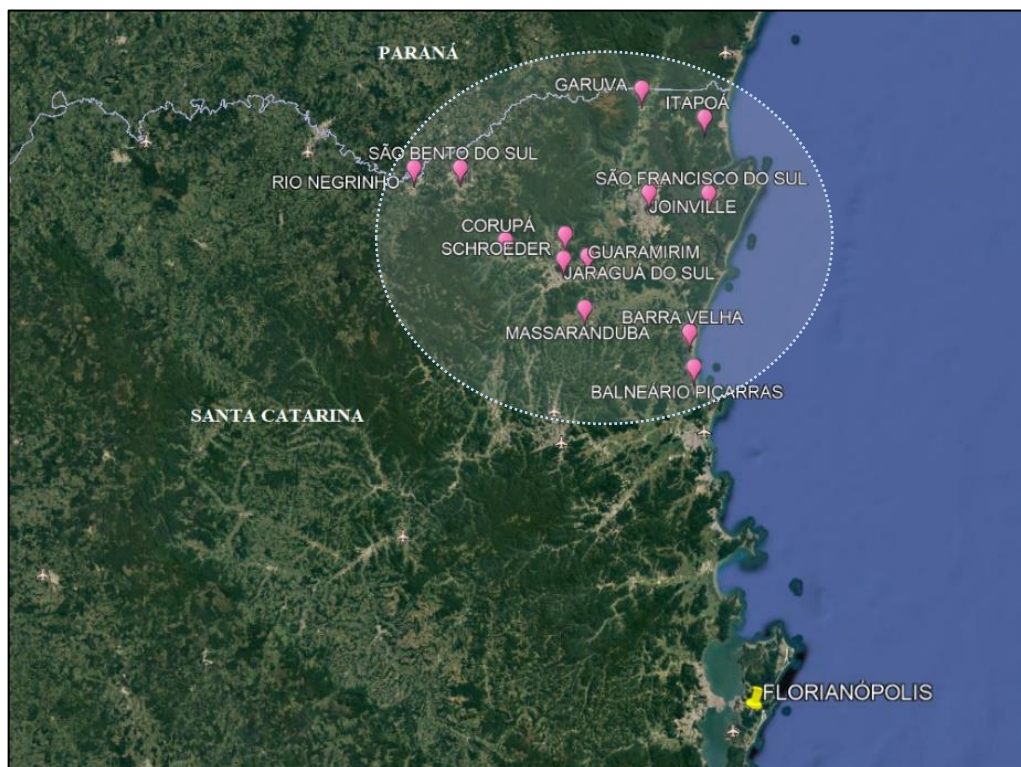
No total foram analisados dados de 17 municípios catarinenses que compõem a região em questão. Porém, nem todos puderam fazer parte do presente estudo,

⁴ Obtidos do Sistema de Gestão da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (SISARIS).

⁵ Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) – www.aris.sc.gov.br.

alguns municípios não apresentaram dados suficientes para a análise. A Figura 2 apresenta as localizações destes municípios.

Figura 2 – Localização dos municípios na região nordeste do estado de Santa Catarina



Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

Sendo assim, foi possível a participação de 13 municípios no presente estudo.

3.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Conforme já mencionado, a grande maioria dos dados, relevantes para elaboração deste estudo, foram obtidos junto ao ente regulador dos municípios que fizeram parte da análise. Os principais dados dos sistemas de abastecimento de cada município, relevantes para os cálculos da análise do impacto da redução das perdas, estão apresentados na Tabela 1 na Tabela 2 e na Tabela 3.

Tabela 1 – Dados anuais dos prestadores do serviço

Municípios	População total atendida pelo sistema (hab)	Consumo per capita* (l/hab.dia)	Meta para o índice de perdas* (%)
Balneário Piçarras	24.734	150,0	36,00
Barra Velha	29.464	140,0	25,00
Corupá	12.253	150,0	35,00
Garuva	15.952	160,0	25,00
Guaramirim	35.738	150,0	48,00
Itapoá	20.371	200,0	38,00
Jaraguá do Sul	170.684	143,0	25,00
Joinville	588.840	169,4	43,51
Massaranduba	8.768	150,0	42,20
Rio Negrinho	41.878	125,0	30,00
São Bento do Sul	83.436	130,0	35,00
São Francisco do Sul	47.400	150,0	30,00
Schroeder	19.228	107,3	39,00

* Dados obtidos dos Planos Municipais de Saneamento Básico.

Tabela 2 – Volumes anuais de água dos sistemas de abastecimento

Municípios	Volume de água produzido (1.000 m³/ano)	Volume de água importado (1.000 m³/ano)	Volume de água exportado (1.000 m³/ano)
Balneário Piçarras	4.614,94	0,00	2.315,79
Barra Velha	3.699,49	0,00	75,76
Corupá	967,71	0,00	0,00
Garuva	946,08	9,46	0,00
Guaramirim	3.318,00	0,00	0,00
Itapoá	2.095,00	0,00	0,00
Jaraguá do Sul	14.103,00	0,00	0,00
Joinville	65.131,00	0,00	603,12
Massaranduba	784,93	0,00	0,00
Rio Negrinho	2.835,96	0,00	0,00
São Bento do Sul	6.469,00	0,00	0,00
São Francisco do Sul	5.204,73	0,00	0,00
Schroeder	1.464,02	0,00	0,00

Tabela 3 – Capacidades instaladas nos sistemas de abastecimento

Municípios	Vazão de projeto das unidades de tratamento (l/s)	Volume de reservação disponível total do sistema (m ³)	Vazão de projeto das captações em operação (l/s)
Balneário Piçarras	170,00	2.850,00	300,00
Barra Velha	240,00	3.000,00	330,00
Corupá	48,00	2.049,00	50,00
Garuva	30,00	860,00	30,00
Guaramirim	150,00	1.552,00	150,00
Itapoá	470,00	4.350,00	350,00
Jaraguá do Sul	1.228,50	21.705,00	1.428,50
Joinville	1.375,00	51.676,00	2.600,00
Massaranduba	20,00	1.018,00	32,00
Rio Negrinho	150,00	6.260,00	150,00
São Bento do Sul	255,00	9.710,00	300,00
São Francisco do Sul	205,00	10.440,00	317,00
Schroeder	70,00	1.700,00	70,00

3.3 DEMANDA NECESSÁRIA

Os cálculos abordados neste trabalho são baseados na metodologia do ente regulador, elaborada para identificar os possíveis déficits das capacidades instaladas das unidades, de acordo com a demanda de consumo dos sistemas de abastecimento.

Sendo assim, a metodologia fundamentalmente propõe determinar três variáveis importantes para a gestão dos sistemas de abastecimento:

A demanda de consumo da população atendida;

O volume mínimo de reservação necessário para o sistema;

A vazão mínima de captação de água bruta necessária para o sistema;

Destaca-se a importância desses cálculos para o controle e a redução das perdas de água, uma vez que, com a redução dos volumes perdidos, há conseqüentemente uma redução nos déficits das capacidades instaladas dos sistemas.

3.4 DEMANDA DE CONSUMO

O cálculo da demanda de consumo é baseado no consumo per capita da população atendida e no índice de perdas de água na distribuição do sistema. O índice de perdas da distribuição retrata a relação entre todos os volumes produzidos (e importados) de água no sistema e os todos os volumes utilizados (volume micromedido somado ao consumo estimado). Ou seja, representa a porcentagem de volumes perdidos no sistema de distribuição. O Quadro 1 apresenta a fórmula utilizada para o cálculo deste indicador.

Quadro 1 – Índice de Perdas na Distribuição

Fórmula do cálculo, em %:	
$\text{Índice de Perdas na Distribuição} = \frac{(\text{Vol. produzido} + \text{Vol. importado} - \text{Vol. serviço} - \text{Vol. utilizado} - \text{Vol. exportado})}{(\text{Vol. produzido} + \text{Vol. importado} - \text{Vol. serviço} - \text{Vol. exportado})}$	

Para o cálculo da demanda de consumo é utilizado um fator de segurança, denominado coeficiente da hora de maior consumo, usualmente empregado com o valor de 1,2. O Quadro 2 apresenta a fórmula para o cálculo da demanda de água para os sistemas de abastecimento.

Quadro 2 – Demanda de Consumo

Fórmula do cálculo, em l/s:	
$\text{Demanda de Consumo} = \frac{\left(\frac{\text{Consumo per capita}}{1 - \text{Índice de Perdas na Distribuição}} \right) \times \text{Pop. total atendida}}{86.400}$	

3.5 VOLUME MÍNIMO DE RESERVAÇÃO

O cálculo da demanda de reservação é realizado para determinar o volume mínimo necessário a ser reservado no sistema de abastecimento de água. Há duas abordagens para o cálculo do volume mínimo necessário de reservação. A primeira

leva em conta os volumes atualmente distribuídos no município, enquanto que na segunda abordagem, é empregado o consumo per capita do município.

Os cálculos devem ser realizados através das duas abordagens para que seja possível identificar os sistemas que possuem demanda reprimida. Ou seja, se houver demanda reprimida no sistema, o volume mínimo de reservação (baseado no consumo per capita) será maior que o volume calculado pela primeira abordagem (baseada nos volumes produzidos). O Quadro 3 apresenta a fórmula utilizada para o cálculo do volume mínimo pela primeira abordagem. Já o Quadro 4 apresenta a fórmula do volume mínimo pela segunda abordagem.

Quadro 3 – Volume Mínimo de Reservação (baseado na produção) - 1ª abordagem (1ª ab.)

Fórmula do cálculo, em m ³ :
$\text{Vol. mínimo (1ª ab.)} = \frac{(\text{Vol. produzido} + \text{Vol. importado} - \text{Vol. Exportado}) \times 1000 \times 1,2}{365 \times 3}$

Quadro 4 – Volume Mínimo de Reservação (baseado na demanda) - 2ª abordagem (2ª ab.)

Fórmula do cálculo, em m ³ :
$\text{Vol. mínimo (2ª ab.)} = \frac{\text{Demanda de Consumo} \times 86400}{3 \times 1000}$

Ambas as fórmulas, consideram que um terço (1/3) do volume total de água produzido diariamente deve ser reservado. Além disso, é também utilizado o coeficiente da hora de maior consumo, no valor de 1,2. A multiplicação por 1000, é apenas para conversão da unidade.

3.6 VAZÃO NECESSÁRIA PARA CAPTAÇÃO

As vazões necessárias a serem captadas para cada sistema de abastecimento de água, precisam ser calculadas levando-se em conta o consumo médio das unidades de tratamento de água. O consumo médio de uma unidade de tratamento

de água é um indicador que retrata uma porcentagem entre o volume total captado e o volume total produzido pela unidade, ou seja, é o consumo da unidade no processo do tratamento da água. O Quadro 5 apresenta a fórmula utilizada para o cálculo desse indicador.

Quadro 5 – Indicador do consumo médio das unidades de tratamento de água

Fórmula do cálculo, em %:
$\text{Consumo médio das ETA(s)} = \frac{(\text{Vol. total captado} + \text{Vol. total importado} - \text{Vol. total produzido}) \times 100}{\text{Vol. total produzido}}$

Com base no consumo atual das unidades de tratamento, é possível calcular a vazão necessária de captação do sistema de abastecimento.

Para o cálculo da vazão mínima necessária para o sistema, são também adotadas duas abordagens. E da mesma maneira, a primeira abordagem leva em conta os volumes atuais produzidos no município, enquanto a segunda abordagem, emprega o consumo per capita para determinação da vazão.

Novamente, os cálculos devem ser realizados através das duas abordagens, para que seja possível identificar os sistemas que possuem demandas reprimidas. O Quadro 6 apresenta a fórmula utilizada para a primeira abordagem. Já o Quadro 7 apresenta a fórmula utilizada para a segunda abordagem.

Quadro 6 – Vazão necessária de captação (baseada na produção) - 1ª abordagem (1ª ab.)

Fórmula do cálculo, em l/s:
$\text{Vazão necessária de captação (1ª ab.)} = \left(\frac{(\text{Vol. produzido} + \text{Vol. importado} - \text{Vol. exportado}) \times 10^6}{86.400 \times 365} \right) \times 1,2 \times (1 + \text{Consumo médio das ETA(s)})$

Quadro 7 – Vazão necessária de captação (baseada na demanda) - 2ª abordagem (2ª ab.)

Fórmula do cálculo, em l/s:
$\text{Vazão necessária de captação (2ª ab.)} = \text{Demanda de Consumo} \times (1 + \text{Consumo médios das ETA(s)})$

3.7 OS DÉFICITS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

Calcular os incrementos necessários para as unidades, possibilita determinar os déficits desses sistemas de abastecimento de água. Por exemplo, se algum município apresentar um volume mínimo de reservação (calculado) maior que o volume de reservação disponível no sistema, teremos então, um déficit de reservação neste município, quantificado pela diferença entre esses volumes.

Conhecendo as demandas calculadas, através da metodologia apresentada, e os dados de projeto e de disponibilidade de reservação (apresentados na Tabela 3), obtém-se os valores necessários das demandas para as atuais instalações dos sistemas de abastecimento de água dos municípios. Dessa forma, baseando-se nas demandas necessárias é possível determinar os déficits dos sistemas, de acordo com os seguintes indicadores:

- ✓ Índice de comprometimento da capacidade de produção instalada das unidades de tratamento, apresentado no Quadro 8.
- ✓ Incremento necessário de reservação, para ambas abordagens, apresentado no Quadro 9.
- ✓ Incremento necessário de vazão captada, para ambas abordagens, apresentado no Quadro 10.

Quadro 8 – Índice de comprometimento das unidades de tratamento

Fórmula do cálculo, em %:
$\text{Índice de comprometimento} = \left(\frac{\text{Demanda de Consumo}}{\text{Vazão de projeto das unidades de tratamento}} \right) \times 100$

Quadro 9 – Incremento necessário de reservação

Fórmula do cálculo, em m ³ :
$\text{Incremento necessário de reservação} = \text{Vol. de reservação mínimo} - \text{Vol. de reservação disponível (calculado)}$

Quadro 10 – Incremento necessário de vazão captada

Fórmula do cálculo, em l/s:		
Incremento necessário de vazão captada	= Vazão de captação necessária (calculada)	– Vazão de projeto das captações

3.8 IMPACTO DA REDUÇÃO DE PERDAS

Conforme visto, é possível determinar os déficits das instalações dos sistemas de abastecimento de água dos municípios. Esses resultados demonstram quais são as áreas dos sistemas que carecem de maiores investimentos e/ou ampliações.

Através da redução das perdas de água, esses déficits são conseqüentemente reduzidos. Os Quadros de 11 a 13 apresentam os cálculos para os indicadores dos déficits dos sistemas de abastecimento, considerando a redução dos índices de perdas até no nível das metas definidas para o ano de referência.

As metas anuais dos índices de perdas, para o ano de referência considerado, foram definidas pelos municípios e estão apresentadas nos Planos Municipais de Saneamento Básico.

Quadro 11 – Índice de comprometimento das unidades de tratamento com redução de perdas

Fórmula do cálculo, em %:	
Índice de comprometimento (com redução de perdas)	= $\left(\frac{\text{Demanda de consumo(com redução de perdas)}}{\text{Vazão de projeto dasunidades de tratamento}} \right) \times 100$

Quadro 12 – Incremento necessário de reservação com redução de perdas

Fórmula do cálculo, em m ³ :	
Incremento necessário de reservação (com redução de perdas)	= Vol. de reservação mínimo (calculado com a meta de perdas) – Vol. de reservação disponível

Quadro 13 – Incremento necessário de vazão captada com redução de perdas

Fórmula do cálculo, em l/s:		
Incremento necessário de vazão captada (com redução de perdas)	=	$\frac{\text{Vazão de captação necessária}}{\text{(calculada com a meta de perdas)}} - \text{Vazão de projeto das captações}$

3.9 ABORDAGEM ECONÔMICA DO IMPACTO DA REDUÇÃO DAS PERDAS

A abordagem econômica, para as perdas reais ou físicas, está relacionada aos custos de produção e de distribuição dessa água. São resultados que impactam nas receitas das empresas de saneamento, e nos investimentos necessários para o saneamento básico dos municípios. Assim, considerando aqueles municípios que ainda não atingiram as metas de redução de perdas na distribuição, o cálculo do impacto dessa redução representará uma quantidade em volume de água perdido, que poderia ter sido evitado, caso a meta tivesse sido atingida. O impacto monetário da redução das perdas físicas, será dado pela fórmula apresentada no Quadro 14.

Quadro 14 – Impacto monetário da redução das perdas físicas de água

Fórmula do cálculo, em R\$:	
Impacto monetário da redução das perdas	$= \left(\frac{\text{Volumes necessários}}{\text{(Índice de perdas atual)}} - \frac{\text{Volumes necessários}}{\text{(Meta do Índice de perdas)}} \right) \times \text{Custo de produção da água por m}^3 \text{ (R\$/m}^3\text{)}$

Dessa forma, além de serem quantificadas, as perdas podem ser monetizadas. O impacto monetário da redução das perdas físicas, abordadas neste estudo, será dado pela multiplicação entre o volume de água desperdiçado (pelo não atingimento da meta do índice de perdas) e o custo para produzir um metro cúbico de água (custo marginal), para cada município.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este trabalho buscou apresentar o impacto da redução das perdas físicas, para aqueles municípios da região nordeste de Santa Catarina, que ainda não atingiram as

metas dos índices de perdas de água definidas nos Planos Municipais de Saneamento Básico. A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos para cada município.

Tabela 4 – Resultados e metas para os índices de perdas (ano ref. 2019)

Município	Índice de perdas %	Meta para o índice de perdas %
Bal. Piçarras	33,85	36,00
Barra Velha	37,30	25,00
Corupá	38,85	35,00
Garuva	30,53	25,00
Guaramirim	49,64	48,00
Itapoá	18,38	38,00
Jaraguá do Sul	34,91	25,00
Joinville	43,68	43,51
Massaranduba	46,32	42,20
Rio Negrinho	33,50	30,00
São Bento do Sul	37,20	35,00
São Francisco do Sul	26,02	30,00
Schroeder	51,22	39,00

Conforme realçado na Tabela 4, dos 13 (treze) municípios analisados, 3 (três) deles atingiram e ultrapassaram as metas dos índices de perdas, definidas nos respectivos instrumentos de planejamento municipal. Sendo assim, o presente trabalho, apresentará a análise dos resultados de impacto de redução das perdas para os 10 (dez) municípios que não atingiram as metas, no ano de referência estudado.

4.1 DEMANDAS CALCULADAS

Utilizando a fórmula apresentada no Quadro 2, a qual é baseada no consumo per capita da população, determinou-se a demanda de consumo para cada município. As demandas necessárias para os reservatórios de água tratada e para as captações de água bruta, foram determinadas pelas fórmulas apresentadas entre os Quadros 3 e 7. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos para as demandas calculadas, para cada variável e por município.

Tabela 5 – Resultados das demandas calculadas para os sistemas de abastecimento

Município	Demanda de Consumo (calculada) (l/s)	VOLUME MÍNIMO DE RESERVAÇÃO (base na produção) (m ³)	VOLUME MÍNIMO DE RESERVAÇÃO (base na demanda) (m ³)	Vazão Necessária de Captação (base na produção) (l/s)	Vazão Necessária de Captação (base na demanda) (l/s)
Barra Velha	91,37	3.971	2.632	147,65	97,84
Corupá	41,75	1.061	1.202	40,93	46,40
Garuva	51,03	1.047	1.470	36,36	51,03
Guaramirim	147,84	3.636	4.258	149,40	174,94
Jaraguá do Sul	520,83	15.455	15.000	568,84	552,08
Joinville	2.459,69	70.715	70.839	2660,51	2665,16
Massaranduba	34,03	860	980	29,87	34,03
Rio Negrinho	109,33	3.108	3.149	110,62	112,07
São Bento do Sul	239,90	7.089	6.909	250,96	244,58
Schroeder	58,74	1.604	1.692	57,38	60,50

4.2 DEMANDAS REPRIMIDAS

Conforme está realçado na Tabela 5, os resultados dos volumes mínimos de reservação e de vazão necessária para as captações mostraram que 7 (sete) municípios, em 2019, possuíam demandas reprimidas de água em seus sistemas de abastecimento.

A demanda reprimida é uma situação preocupante, pois provavelmente há usuários conectados ao sistema de abastecimento, mas que não estão recebendo água de forma contínua, ou seja, deve haver problemas de falta d'água em alguns locais do município.

O controle e a redução das perdas físicas pode ser um forte aliado na busca pela eficiência da prestação do serviço de abastecimento de água à população, uma vez que, todo o volume recuperado pelas ações de redução das perdas, pode ser ofertado à população, e com isso, acabar com as possíveis demandas reprimidas.

4.3 OS DÉFICITS CALCULADOS

Conforme apresentado na seção 2.4 deste trabalho, os déficits foram calculados para cada município, considerando os indicadores apresentados nos Quadros 8, 9 e 10. Ressalta-se, que as demandas reprimidas foram levadas em conta nos cálculos dos indicadores de Incremento necessário de reservação e de Incremento necessário de vazão captada. Ou seja, foram utilizados os resultados baseados no consumo per capita. A Tabela 6 apresenta os resultados dos indicadores, ou seja, os déficits encontrados para cada município.

Tabela 6 – Resultados dos déficits encontrados para cada sistema de abastecimento

Município	Índice de comprometimento (da capacidade de produção instalada das unidades de tratamento)	Incremento necessário de reservação (m³)	Incremento necessário de vazão captada (l/s)
Barra Velha	38%	-368,47	-232,16
Corupá	87%	-846,67	-3,60
Garuva	170%	609,60	21,03
Guaramirim	99%	2.705,72	24,94
Jaraguá do Sul	42%	-6.705,602	-876,42
Joinville	179%	19.163,20	65,16
Massaranduba	170%	-38,02	2,03
Rio Negrinho	73%	-3.111,43	-37,93
São Bento do Sul	94%	-2.800,86	-55,42
Schroeder	84%	-8,36	-9,50

Observa-se na Tabela 6, que 3 (três) municípios apresentaram índices de comprometimento acima de 100% para as suas unidades de tratamento, o que indica uma necessidade prioritária de ampliar as instalações dessas unidades. Outros 2 (dois) municípios, estão muito próximos da capacidade limite definida em projeto, ou seja, provavelmente precisarão passar por ampliações a curto prazo.

Quanto aos incrementos necessários de reservação, 3 (três) municípios apresentaram déficits, realçados na Tabela 6. Isso indica a necessidade de ampliação dos volumes de reservação dos respectivos municípios, ou seja, necessidade de

construção de novos reservatórios ou de ampliar as estruturas existentes. Por fim, referente ao incremento necessário de vazão captada, observa-se na Tabela 6 que 4 (quatro) municípios mostraram a necessidade de ampliar as instalações das suas captações de água bruta.

4.4 O IMPACTO CALCULADO PARA A REDUÇÃO DAS PERDAS

Foram calculados os déficits das instalações dos sistemas de abastecimento, considerando a redução das perdas até o nível da meta definida no respectivo PMSB de cada município, para o ano de referência considerado⁶.

Utilizando as fórmulas apresentadas nos Quadros de 11 a 13, foi possível determinar os indicadores dos déficits dos sistemas, levando-se em conta a redução das perdas. Conforme pode ser observado na Tabela 7, todos os déficits seriam reduzidos se as metas de perdas fossem atingidas.

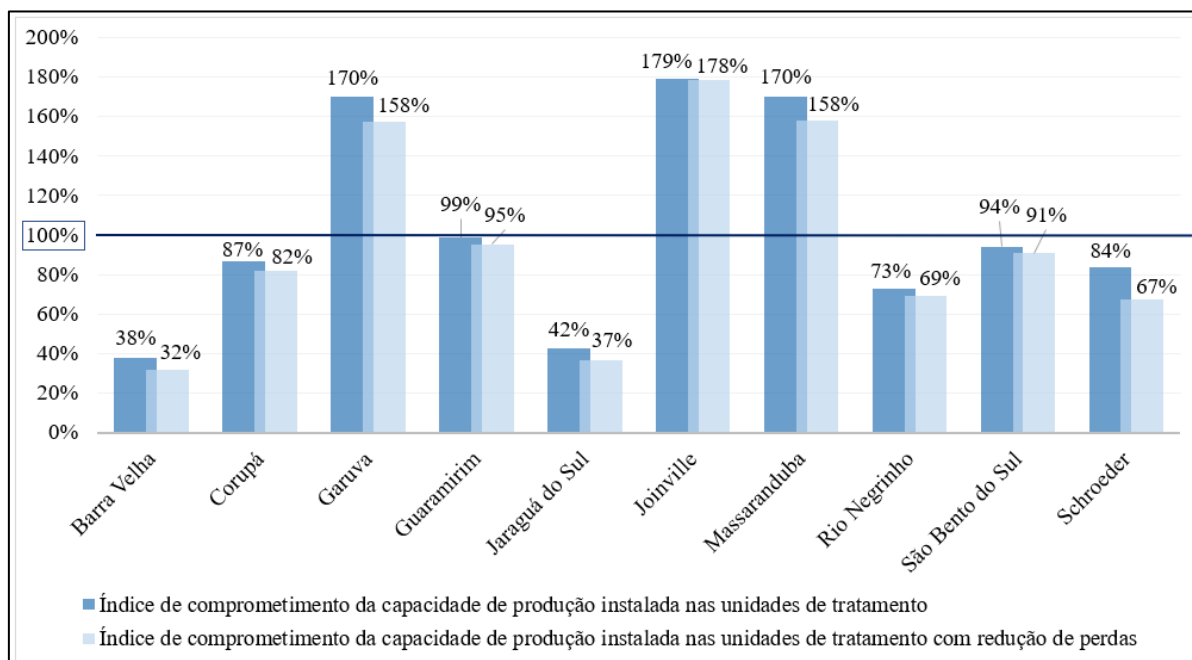
Tabela 7 - Resultados dos déficits encontrados com a redução das perdas

Município	Índice de comprometimento das unidades de tratamento com redução de perdas	Incremento necessário de reservação com redução de perdas (m ³)	Incremento necessário de vazão captada com redução de perdas (l/s)
Barra Velha	32%	-800,02	-248,21
Corupá	82%	-917,95	-6,35
Garuva	158%	501,24	17,27
Guaramirim	95%	2.571,62	19,43
Jaraguá do Sul	37%	-8.687,50	-949,39
Joinville	178%	18.955,61	57,35
Massaranduba	158%	-107,83	-0,40
Rio Negrinho	69%	-3.268,71	-43,53
São Bento do Sul	91%	-3.035,12	-63,71
Schroeder	67%	-347,11	-21,62

⁶ 2019 é o ano de referência para este estudo.

Na Figura 3 podemos observar os resultados obtidos com a redução das perdas se comparados os índices de comprometimento das unidades de tratamento.

Figura 3 – Resultados para o índice de comprometimento das unidades de tratamento



Fonte: Autores, 2023.

A redução dos volumes perdidos na distribuição da água, conseqüentemente, leva à redução dos investimentos necessários para as ampliações dos sistemas de abastecimento. Além disso, reduzir perdas implica em aumentar a disponibilidade de água para a população, sem haver a necessidade de captar mais água dos mananciais.

Conforme pode ser observado na Tabela 8, as reduções das perdas impactam nos incrementos necessários calculados para as captações de água bruta. Ou seja, podemos determinar os volumes que poderiam ser reduzidos caso as metas dos índices tivessem sido alcançadas.

Tendo em vista, a situação de escassez hídrica que muitos municípios brasileiros têm enfrentado, e que se agrava cada ano, reduzir os volumes captados, devido a redução das perdas, é uma grande vantagem, para o abastecimento das cidades, e para o meio ambiente.

Tabela 8 – Impacto das reduções das perdas nas captações de água bruta

Município	Incremento necessário de vazão captada (l/s)	Incremento necessário de vazão captada com a redução de perdas (l/s)	Redução dos volumes captados (m ³ /ano) (com a redução das perdas)
Barra Velha	-232,16	-248,21	506.152,80
Corupá	-3,60	-6,35	86.724,00
Garuva	21,03	17,27	118.575,36
Guaramirim	24,94	19,43	173.763,36
Jaraguá do Sul	-876,42	-949,39	2.301.181,92
Joinville	65,16	57,35	246.296,16
Massaranduba	2,03	-0,40	76.632,48
Rio Negrinho	-37,93	-43,53	176.601,60
São Bento do Sul	-55,42	-63,71	261.433,44
Schroeder	-9,50	-21,62	382.216,32
Total:			4.329.577,44

4.5 O IMPACTO MONETÁRIO DA REDUÇÃO DAS PERDAS

O volume de água desperdiçado com as perdas de água nos sistemas de distribuição, pode ser quantificado e monetizado. É possível calcular o impacto da redução das perdas, tendo como base o atual índice de perdas da distribuição do sistema e a meta definida para o mesmo índice, a qual deveria ter sido atingida.

Conforme foi apresentado no capítulo 3.9, o impacto monetário da redução das perdas foi calculado com base no custo da produção um metro cúbico de água, ou seja, no custo marginal⁷.

Para determinar o custo de produção de um metro cúbico de água, para cada município, foi necessário obter o dado da Despesa de Exploração (DEX), indicador denominado pelo SNIS de FN015. Esse indicador informa o valor anual das despesas realizadas para a exploração dos serviços, compreendendo despesas com pessoal, com produtos químicos, com energia elétrica, entre outras.

⁷ Aumento no custo resultante da produção de uma unidade adicional de produto.

As Tabelas 9 e 10 apresentam os dados necessários para o cálculo, e os resultados dos custos de produção de água para cada município.

Tabela 9 – Despesas de exploração e volumes anuais de produção de água e de esgoto tratado para cada município

Município	Despesa de Exploração DEX (R\$/ano) (I)	Volume de água produzido (m³) (II)	Volume de esgoto tratado (m³) (III)
Barra Velha	14.224.668	3.333.586	0,00
Corupá	2.993.434	967.712	0,00
Garuva	1.516.436	955.540	0,00
Guaramirim	6.789.418	3.318.460	0,00
Jaraguá do Sul	51.442.193	14.103.000	6.355.520
Joinville	146.657.337	65.131.000	9.072.000
Massaranduba	2.045.181	784.930	0,00
Rio Negrinho	8.470.292	2.835.960	1.250.000
São Bento do Sul	11.936.645	6.469.000	933.980
Schroeder	2.234.898	1.464.020	0,00

Tabela 10 – Cálculo do custo de produção da água (R\$/m³)

Município	Vol. de esgoto tratado/Vol. de água produzida (IV = III/II)	Despesa de Exploração da produção de água (R\$/ano) (V = (1 - IV) * I)	Custo de produção da água (R\$/m³) (VI = V/II)
Barra Velha	0%	14.224.668	4,27
Corupá	0%	2.993.434	3,09
Garuva	0%	1.516.436	1,59
Guaramirim	0%	6.789.418	2,05
Jaraguá do Sul	45%	28.259.758	2,00
Joinville	14%	126.229.655	1,94
Massaranduba	0%	2.045.181	2,61
Rio Negrinho	44%	4.736.859	1,67
São Bento do Sul	14%	10.213.258	1,58
Schroeder	0%	2.234.898	1,53

Dividindo as despesas totais de exploração do sistema de abastecimento de água pelo volume produzido de água anual, se determina o custo de produção de um

metro cúbico de água, por ano, para cada sistema de abastecimento. Ressalta-se que para os municípios que possuem tratamento de esgoto, foi adotado para este estudo, a mesma proporcionalidade entre os custos de produção de um metro cúbico de água tratada e o metro cúbico de esgoto tratado, uma vez que a Despesa de Exploração engloba os custos totais do sistema (água e esgoto). Os volumes desperdiçados precisaram ser determinados para o cálculo do impacto monetário com a redução das perdas, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 – Volume desperdiçado por ano sob o ponto de vista da Demanda de Consumo

Município	Demanda de Consumo (l/s) (Índice perdas atual)	Demanda de Consumo com redução de perdas (l/s) (Meta do índice de perdas)	Volume Desperdiçado (m³/dia)	Volume Desperdiçado (m³/ano)
	(I)	(II)	(III = ((I - II)*86.400)/1000)	(IV = III*365)
Barra Velha	91,37	76,39	1.294,64	472.545,17
Corupá	41,75	39,27	213,84	78.052,02
Garuva	51,03	47,27	325,10	118.661,02
Guaramirim	147,84	143,18	402,32	146.845,35
Jaraguá do Sul	520,83	452,00	5.947,44	2.170.814,43
Joinville	2.459,69	2.452,49	622,75	227.305,02
Massaranduba	34,03	31,60	209,43	76.440,86
Rio Negrinho	109,33	103,86	471,87	172.230,78
São Bento do Sul	239,90	231,77	702,79	256.516,68
Schroeder	58,74	46,98	1.016,25	370.929,88
Total:				4.090.341,21

Conhecendo o volume anual desperdiçado de água (Tabela 11) e o custo de produção da água para cada município (Tabela 10), foi possível determinar o impacto monetário de redução das perdas para cada sistema, conforme apresentado na Tabela 12.

Tabela 12 – Impacto monetário de redução das perdas.

Município	VOLUME Desperdiçado (m³/ano) (I)	Custo de produção da água (R\$/m³) (II)	Impacto monetário de redução das perdas (R\$/ano) (III = I * II)
Barra Velha	472.545,17	4,27	2.016.386,56
Corupá	78.052,02	3,09	241.439,15
Garuva	118.661,02	1,59	188.314,28
Guaramirim	146.845,35	2,05	300.438,87
Jaraguá do Sul	2.170.814,43	2,00	4.349.903,57
Joinville	227.305,02	1,94	440.537,29
Massaranduba	76.440,86	2,61	199.171,07
Rio Negrinho	172.230,78	1,67	287.674,37
São Bento do Sul	256.516,68	1,58	404.988,58
Schroeder	370.929,88	1,53	566.242,68

Observa-se pelas Figuras 4 e 5 que os maiores retornos financeiros calculados quanto ao impacto da redução das perdas, são daqueles municípios que possuem as metas mais ousadas para os seus índices de perdas.

Figura 4 – Resultado do Impacto monetário com as reduções das perdas

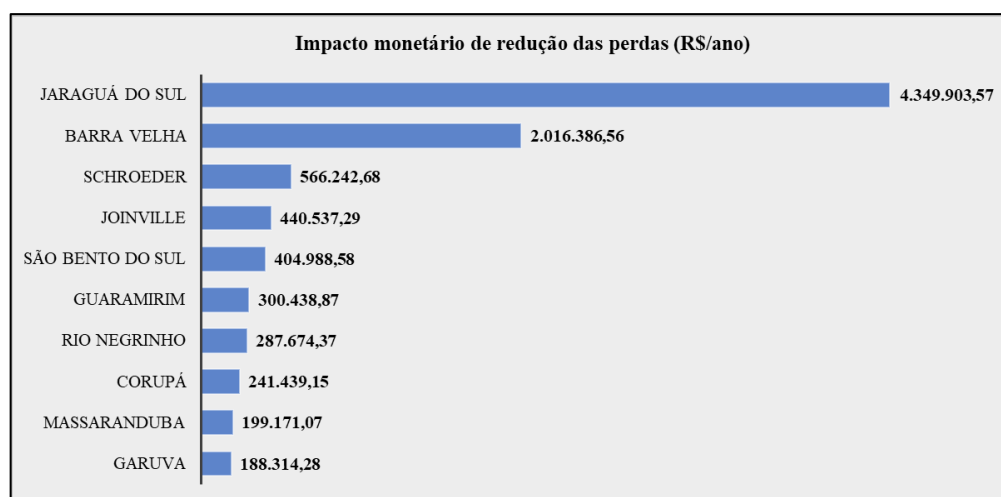
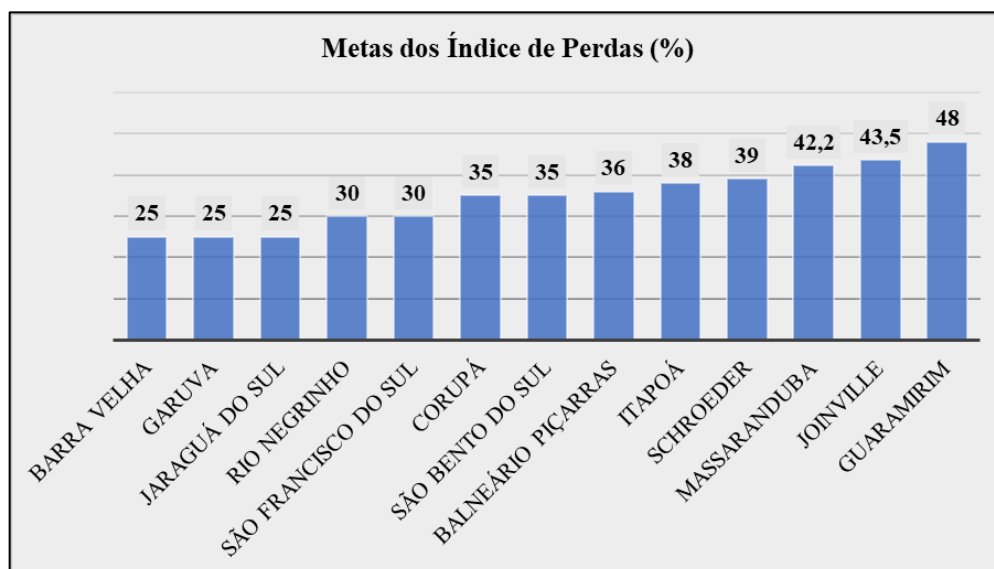


Figura 5 – Metas dos Índices de Perdas



Fonte: Planos Municipais de Saneamento Básico.

Os resultados demonstraram que a redução das perdas de água nos sistemas de distribuição traz um retorno financeiro interessante, do ponto de vista do custo de produção de água tratada em cada município. Cabe destacar, que os resultados encontrados, para os impactos monetários, estão diretamente relacionados às metas definidas para os índices de perdas de cada município.

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo presente trabalho demonstraram os potenciais de redução das perdas de água dos sistemas de abastecimento dos municípios do nordeste de Santa Catarina. Foram calculados os índices de perdas atuais para os 13 (treze) municípios que fizeram parte deste estudo, apenas 3 (três) municípios atingiram e ultrapassaram as metas definidas pelos seus Planos Municipais de Saneamento Básico, ou seja, apenas 23% dos municípios estudados conseguiram atingir as metas de redução de perdas de água da distribuição dos sistemas.

As demandas reprimidas calculadas neste estudo demonstraram que 7 (sete) municípios, no ano de 2019, provavelmente possuíam demandas de água reprimidas em seus sistemas, tal resultado destaca que possivelmente houve problemas de falta

da água, como intermitências no abastecimento de alguns locais/bairros nesses municípios.

Quanto aos déficits das instalações de cada município, os resultados demonstraram que 3 (três) municípios estão com suas unidades de tratamento de água comprometidas quanto a capacidade produtiva de água tratada. E outros 2 (dois) municípios apresentaram resultados muito próximos das capacidades limites, definidas em projeto. Tais resultados, exibem a necessidade de investimentos em ampliações para estas unidades.

Quanto aos reservatórios de água tratada, 3 (três) municípios apresentaram déficits em reservação, demonstrando a necessidade de investimentos em ampliação de seus reservatórios. Conforme constatado, há um considerável potencial de redução sob o ponto de vista dos volumes captados de água bruta dos mananciais da região nordeste de Santa Catarina. Pelo total calculado, para o ano de 2019, foram aproximadamente 4,3 milhões de metros cúbicos de água bruta captados, que não seriam necessários se as metas dos índices de perdas de água tivessem sido atingidas. Tal situação, exibe a grande vantagem em combater perdas em tempos de escassez hídrica.

Este trabalho se propôs também a calcular o impacto monetário da redução das perdas de água dos sistemas de abastecimento da região estudada. Para calcular esse impacto financeiro, primeiramente determinou-se o volume total desperdiçado de água, para o ano de 2019, sob o ponto de vista da demanda de consumo com a redução das perdas. O total calculado foi de cerca de 4 milhões de metros cúbicos de água, que não precisariam ser produzidos pelas unidades de tratamento.

Assim, os impactos monetários demonstraram que quanto maior for a redução das perdas, maiores serão os retornos financeiros para os prestadores dos serviços, significando potenciais aumentos nos investimentos em saneamento básico dos municípios catarinenses da região nordeste do estado.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO (ARIS). **Sistema de Gestão da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (SISARIS)**, 2019, Módulo Indicadores. Disponível em: < <http://sisaris.aris.sc.gov.br/>>. Acesso em: 05 out. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHEIRA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). **Controle e redução de perdas nos sistemas públicos de abastecimento de água**: posicionamento e contribuições técnicas da ABES. Disponível em: http://abes-dn.org.br/pdf/28Cbesa/Perdas_Abes.pdf. Acesso em: 30 out. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 19 out. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em 19 out. 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm>. Acesso em 20 out. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24^o **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos** – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.: il.

OLIVERIA, Gesner; MARCATO, Fernando S.; SCAZUFCA, Pedro; MARGULIES, Beatriz Nogueira. **Perdas de Água 2020 (SNIS 2018)**: Desafios para Disponibilidade Hídrica e Avanço da Eficiência do Saneamento Básico. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2020. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/perdas-de-agua-desafios-para-disponibilidade-hidrica-e-avanco-da-eficiencia-do-saneamento-basico>>. Acesso em: 26 outubro 2020.

OLIVERIA, Gesner; SCAZUFCA, Pedro; PIRES, Rodrigo Cintra; MARGULIES, Beatriz Nogueira. **Ranking do Saneamento 2019 (SNIS 2017)**. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2019. Disponível em: < <http://www.tratabrasil.org.br/estudos-completo/itb/ranking-do-saneamento-2019>>. Acesso em: 24 out. 2020.

LONG, Simon. **Climate change and population growth are making the world's water woes more urgente.** The Economist. London, 28^a Ed, fev. 2019. Disponível em: <<https://www.economist.com/special-report/2019/02/28/climate-change-and-population-growth-are-making-the-worlds-water-woes-more-urgent>>. Acesso em: 15 out. 2020.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3^a Ed. São Paulo, SP. 2006.



CREA-SC
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia de Santa Catarina



UNICREA
UNIVERSIDADE CORPORATIVA DO CREA-SC