

ANÁLISE DAS PERDAS NOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NOS MUNICÍPIOS DE MATO GROSSO DO SUL

ANALYSIS OF LOSSES IN WATER SUPPLY SYSTEMS IN MATO GROSSO DO SUL

ANÁLISIS DE PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN
LOS MUNICIPIOS DE MATO GROSSO DO SUL

Raphael Ricardo de Jesus Portela¹

Jonas Benevides Correia²

Reginaldo B. Costa³

Resumo: A análise das perdas nos sistemas de abastecimento de água é um tema cada vez mais relevante e necessário, especialmente no que diz respeito à gestão dos recursos hídricos, considerando a sustentabilidade e disponibilidade de água em todo o mundo. O desperdício de água em sistemas de distribuição é um problema grave no Brasil, porém ainda pouco estudado em nível estadual e municipal. Neste contexto, o presente estudo objetivou analisar os indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água nos municípios de Mato Grosso do Sul entre 2011 e 2020, utilizando os quatro indicadores mais representativos do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Foram avaliados benchmarking dos quatro indicadores em todos os municípios do estado, utilizando dados coletados junto aos prestadores de serviço e disponibilizados pelo Ministério das Cidades. Os resultados mostraram que os municípios de Novo Horizonte do Sul e Japorã tiveram um excelente desempenho na redução das perdas de água em todos os índices analisados, indicando uma gestão eficiente e consciente dos recursos hídricos. Por outro lado, os municípios de Corumbá e Ladário apresentaram índices de perda de água acima da média, indicando problemas na gestão e operação dos sistemas, com possíveis vazamentos nas redes e ligações clandestinas. Nesse sentido, é importante que os municípios do Mato Grosso do Sul invistam em programas de controle de perdas e busquem constantemente melhorar a eficiência de seus sistemas em operação.

Palavras-chave: Abastecimento; Água; Indicadores; Desenvolvimento Local.

¹ Doutorando em Desenvolvimento Local pela Universidade Católica Dom Bosco – UCDB. Campo Grande/MS. Email: raphaelportela@yahoo.com.br. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/9923201636665808>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-3726-140X>.

² Mestre em Agronegócios e Desenvolvimento Regional pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Professor da Universidade do Estado de Mato Grosso no campus de Diamantino – UNEMAT. Diamantino/MT. Email: jbaydee@gmail.com. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/4629683704224070>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0003-4172-9810>.

³ Doutor em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. Professor titular da Universidade Católica Dom Bosco – UCDB. Campo Grande/MS. Email: reg.brito.costa@gmail.com. Lattes iD: <http://lattes.cnpq.br/5482602985686580>. Orcid iD: <https://orcid.org/0000-0002-5677-393X>.

Abstract: The analysis of losses in water supply systems is a topic that has become increasingly relevant and necessary, with a highlight to the water resources management aspects, in view of the sustainability and availability of water around the world. In Brazil, the waste of water in distribution systems is a serious but little studied problem at the state and municipal level. In this context, the present study aimed to analyze the indicators of losses in the water supply systems in Mato Grosso do Sul municipalities between 2011 and 2020, using the four most representative indicators from the database of the National System of Information on Sanitation (SNIS). The reference numbers of the four indicators in all municipalities in the state were evaluated by using data collected from service providers and made available by the Ministry of Cities. Results showed that the municipalities of Novo Horizonte do Sul and Japorã had an excellent performance in reducing water losses in their supply systems, indicating water resources efficient and conscious management. On the other hand, the municipalities of Corumbá and Ladário had above-average water loss rates, indicating problems in the systems management and operation, such as network leaks and illegal connections. In this sense, it is important that the municipalities of Mato Grosso do Sul invest in loss control programs and constantly seek to improve the efficiency of their systems in operation.

Keywords: Supply; Water; Indicators; Local Development.

Resumen: El análisis de las pérdidas en los sistemas de abastecimiento de agua es un tema que se vuelve cada vez más relevante y necesario, con énfasis en aspectos de la gestión del recurso hídrico, de cara a la sostenibilidad y disponibilidad del agua en todo el mundo. En Brasil, el desperdicio de agua en los sistemas de distribución es un problema grave, pero aún poco estudiado a nivel estatal y municipal. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue analizar los indicadores de pérdidas en los sistemas de abastecimiento de agua en los municipios de Mato Grosso do Sul entre 2011 y 2020, utilizando los cuatro indicadores más representativos de la base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Saneamiento (SNIS). Se evaluaron los números de referencia de los cuatro indicadores en todos los municipios del estado, utilizando datos recopilados de los proveedores de servicios y puestos a disposición por el Ministerio de las Ciudades. Los resultados mostraron que las ciudades de Novo Horizonte do Sul y Japorã tuvieron un excelente desempeño en la reducción de pérdidas de agua en sus sistemas de abastecimiento, lo que indica una gestión eficiente y consciente de los recursos hídricos. Por otro lado, las ciudades de Corumbá y Ladário presentaron índices de pérdida de agua superiores a la media, lo que indica problemas en la gestión y operación de los sistemas, como fugas en las redes y conexiones ilegales. En ese sentido, es importante que los municipios de Mato Grosso do Sul inviertan en programas de control de pérdidas y busquen constantemente mejorar la eficiencia de sus sistemas en operación.

Palabras clave: Abastecimiento; Agua; indicadores; Desarrollo local.

Introdução

A análise das perdas nos sistemas de abastecimento de água é um tema que vem ganhando cada vez mais destaque na gestão dos recursos hídricos. Isso porque, a perda de água nos sistemas de abastecimento, além de representar um desperdício de um recurso cada vez mais escasso, também tem impacto direto na qualidade do serviço prestado à população.

Perda de água em sistemas de abastecimento é um problema global que afeta a sustentabilidade dos recursos hídricos. O Brasil é um dos países que mais sofre com o desperdício de água em seus sistemas de distribuição. As perdas médias de água nos sistemas de abastecimento brasileiros chegaram a 38,2%, o que representa um desperdício de aproximadamente 6,5 bilhões de metros cúbicos de água por ano (Instituto Trata Brasil, 2020).

O acesso aos serviços de saneamento básico no país ainda é um desafio em muitas regiões do país. Cerca de 35 milhões de brasileiros vivem sem água tratada e mais de 100 milhões à coleta de esgoto (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, 2021).

Para enfrentar esse problema, as agências reguladoras municipais e estaduais têm um papel fundamental na promoção da melhoria dos serviços prestados. E uma das principais formas de atingir esse objetivo é por meio da utilização de indicadores de performance relacionados ao controle e à redução das perdas de água. O estado do Mato Grosso do Sul, em particular, apresentou uma média de perdas de 34,4% em 2021, o que corresponde a um desperdício de aproximadamente 257 milhões de metros cúbicos de água por ano (Instituto Trata Brasil, 2021).

Para entender os motivos das perdas nos sistemas de abastecimento de água, é necessário considerar as diferentes etapas do processo de abastecimento, desde a captação da água até a sua distribuição. Nesse sentido, um dos principais fatores que contribuem para as perdas é a falta de manutenção das redes de distribuição, que podem apresentar vazamentos ou rupturas. Além disso, fraudes e furtos também representam uma parcela significativa das perdas nos sistemas de abastecimento.

O conceito convencional para sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário implica em custos elevados no consumo de água e energia, principalmente na operação e manutenção desses serviços, o que não são soluções sustentáveis em países em desenvolvimento, principalmente considerando o aumento populacional dessas regiões. Deste modo, precisamos garantir a universalidade ao saneamento, o que requer principalmente economia para serem acessíveis, eficiência para prevenir a proliferação de doenças e sustentabilidade para promover o uso eficiente da água e energia evitando os desperdícios. Nos municípios do Mato Grosso do Sul, assim como em todo o Brasil, as perdas nos sistemas de abastecimento de água são uma realidade presente, e afetam tanto a qualidade quanto a quantidade de água disponível para a população. Por isso, o estudo das perdas nos sistemas de

abastecimento de água torna-se fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos e a garantia do acesso à água potável.

A consideração não envolve apenas as perdas quantitativas, relacionadas ao volume de água perdido, mas também o que se perde em termos de qualidade da água (Chavarette, 2015). Para o autor, a análise das perdas qualitativas é fundamental no sentido de garantir a qualidade da água fornecida à população, o que pode ser realizado através dos procedimentos laboratoriais e estudos de correlação entre os parâmetros de qualidade da água. Lambert (2002) defende a importância de um programa de controle de perdas bem estruturado e baseado em uma análise sistemática e detalhada dos dados, para que sejam definidas as melhores estratégias de redução das perdas e garantida da sustentabilidade do sistema de abastecimento de água.

Outros aspectos também influenciam, entre eles, roubos, falhas na medição e aferição dos medidores e devem ser considerados na definição das melhores estratégias de redução das perdas. Uma alternativa de metodologia para a gestão das perdas de água é baseada na análise do sistema de abastecimento como um todo, desde a captação até a distribuição e, dessa forma, identificar as melhores práticas para minimizar o processo (EBERHARDT, 2012).

No Brasil, a regulação dos serviços de saneamento é realizada por agências municipais ou estaduais e o principal objetivo é promover a melhoria das atividades prestadas. Assim, para promover a melhoria na gestão do fornecimento de água e controle nas perdas, destacam-se os indicadores de performance relacionados ao controle e redução destas perdas. A melhoria no controle das perdas permite a utilização mais eficiente dos investimentos e ampliação dos sistemas de distribuição de água e, conseqüentemente, permite uma contribuição na equalização dos investimentos para uma possível universalização do acesso aos serviços de saneamento (BRITTO, 2011). Políticas públicas que garantam a disponibilidade e manejo sustentável da água para todos, são importantes e estão em linha com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS/ ONU) - Água Limpa e Saneamento. Estas ações promovem qualidade de vida e desenvolvimento local.

Os indicadores de performance são ferramentas importantes para a gestão eficiente dos serviços de saneamento, pois permitem avaliar a qualidade dos serviços prestados e identificar oportunidades de melhoria. No caso específico do controle e da redução das perdas de água, eles são essenciais para garantir a utilização eficiente dos recursos financeiros e técnicos disponíveis, além de contribuir para a ampliação dos sistemas de distribuição de água.

Em nível mundial ao tratar da definição dos indicadores, a International Water Association – IWA é referência em uniformização dos parâmetros para que respondam às principais demandas na gestão do saneamento. Neste sentido, grupos de trabalhos têm sido constituídos por técnicos de empresas e agências reguladoras em vários países e, no ano de 2000 foi criado o primeiro manual para determinação de indicadores de desempenho (ALEGRE et al., 2006), cujo objetivo foi apresentar indicadores referência a serem utilizados como ferramentas de gestão pelas companhias que trabalham com o serviço de fornecimento de água. O objetivo é viabilizar comparações futuras entre empresas, além de fornecer subdivisões dos conjuntos de indicadores para uso por agências reguladoras. Por fim, seria estabelecida uma base de dados para aprimorar e expandir a disponibilidade de informações internacionalmente, considerando o aumento contínuo e a maturação dessas fontes.

Pertel et al. (2015) realizaram um estudo em um município do interior de São Paulo, onde avaliaram o Índice de Desempenho do Sistema de Abastecimento de Água. Os resultados obtidos mostraram que o município apresentava perdas de água acima do limite recomendado pela Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP).

Assim, verifica-se que o volume de perdas de um sistema de abastecimento de água (SAA) é um fator chave na avaliação da eficiência das atividades comerciais e de abastecimento de um operador de saneamento. Portanto, o diagnóstico deve ser desenvolvido avaliando-se o comportamento dos índices eficazes que poderão levar à implementação de planos e ações importantes para melhorar todo o sistema e minimizar os efeitos de um eventual déficit hídrico.

Além disso, as perdas nos sistemas de abastecimento de água com implicações significativas nas políticas públicas relacionadas à gestão de recursos hídricos. Os resultados obtidos podem orientar a tomada de decisões e a alocação de recursos para melhorar a infraestrutura e os serviços de saneamento nas áreas mais necessitadas. Portanto, essa pesquisa oferece insights importantes tanto para a academia como para a sociedade em geral.

Neste contexto, o presente estudo objetivou analisar os indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água nos municípios de Mato Grosso do Sul entre 2011 e 2020, utilizando os quatro indicadores mais representativos do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

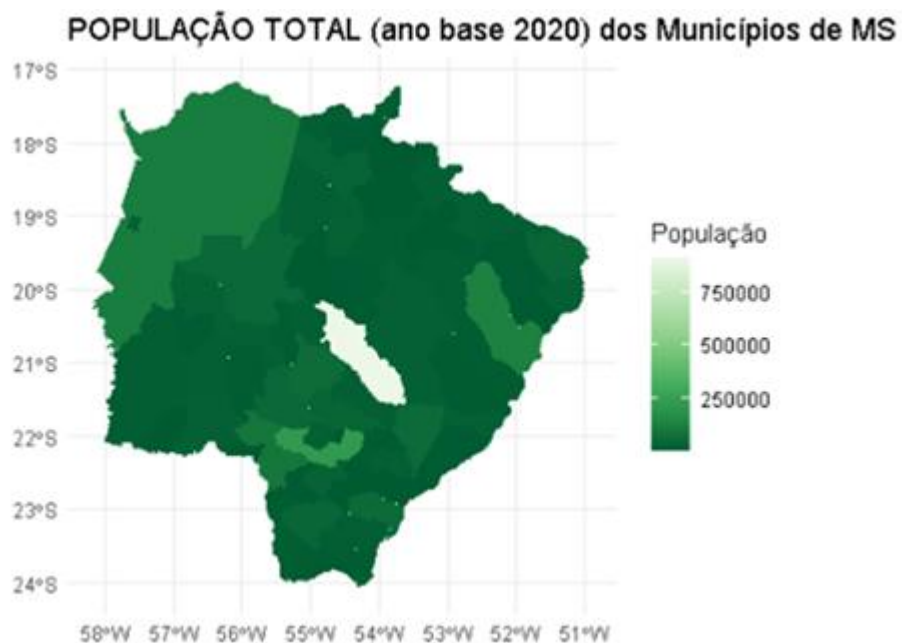
Material e métodos

Este estudo utilizou como base os dados dos serviços prestados pelas companhias estaduais de saneamento básico na região do estado de Mato Grosso do Sul, utilizando indicadores selecionados a partir de informações de domínio público (SNIS, 2023). Para isso, foram coletados dados referentes às perdas de água, consideradas um indicador essencial para a avaliação da eficiência dos serviços prestados, diretamente pelos próprios prestadores de serviço e disponibilizados mediante solicitação do Ministério das Cidades.

O objetivo principal deste estudo é analisar a região do Mato Grosso do Sul, conforme representado na Figura 1. O estado apresenta uma abundante riqueza hídrica, uma vez que abriga uma porção significativa da segunda maior bacia hidrográfica da América do Sul, conhecida como Bacia do Prata. Com uma área territorial de aproximadamente 3,1 milhões de km², essa bacia hidrográfica posiciona-se como a segunda maior da América do Sul, ficando atrás apenas da extensa Bacia Amazônica, que abrange aproximadamente 7,5 milhões de km² (Agência Nacional de Águas, 2019).

Internacionalmente, a Bacia do Prata classifica-se como a quarta maior em termos de tamanho (OLIVEIRA et al., 2014). Porém, apesar dessa abundância, ainda existem desafios a serem superados para garantir a distribuição adequada de água potável à população.

Figura 1 - Mapa do estado de Mato Grosso do Sul



Fonte: Elaboração própria

A utilização de indicadores cuidadosamente selecionados, a partir de informações de domínio público do banco de dados do SNIS, permite uma avaliação mais precisa do desempenho dos serviços de saneamento básico prestados pelas companhias estaduais, possibilitando uma maior transparência e controle social sobre a utilização dos recursos públicos destinados a esse setor.

Foram analisados diversos indicadores relativos aos anos-base de 2011 a 2020, com o objetivo de avaliar a eficiência dos serviços de fornecimento de água em diferentes regiões e identificar possíveis oportunidades de melhoria. No entanto, para a realização do benchmarking - comparação com os melhores resultados obtidos por outras empresas do setor, utilizando como referência apenas o ano de 2020, último ano-base cujos resultados foram publicados. Importante destacar que os dados referentes a períodos anteriores ao ano de 2011 não se mostraram consistentes neste estudo, o que pode ser explicado por diversos fatores, como a falta de padronização dos indicadores utilizados pelas empresas prestadoras de serviço ou mudanças na metodologia de coleta e análise dos dados ao longo do tempo.

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos indicadores relativos ao ano de 2020, incluindo informações sobre a população atendida e o número de municípios atendidos pelos serviços de fornecimento de água para cada uma das naturezas jurídicas. Além disso, são identificadas as gestões municipais de saneamento responsáveis pela prestação dos serviços em cada região avaliada.

Esses dados são fundamentais para avaliar a eficiência dos serviços de saneamento básico oferecidos à população e identificar possíveis desigualdades regionais na prestação desses serviços. Com base nesses indicadores, é possível mensurar o nível de eficiência das empresas prestadoras de serviço e apontar áreas de melhoria, contribuindo para a promoção de um saneamento básico de qualidade.

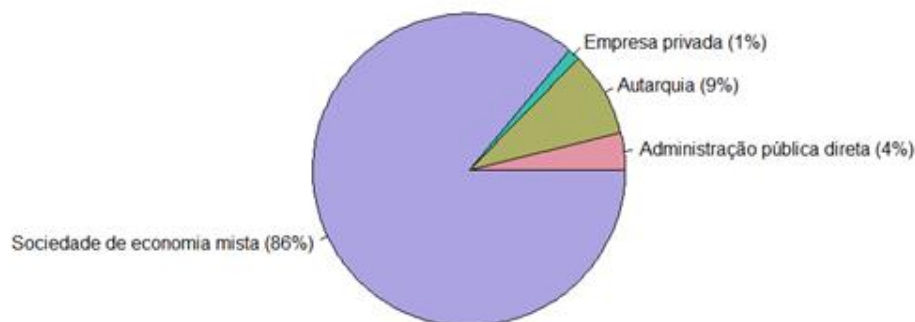
Tabela 1 – Análise da quantidade de municípios e a população atendida pela natureza jurídica e identificação das companhias regionais

Natureza Jurídica	Companhia	Quantidade de municípios	População	
			(milhares)	(%)
Sociedade de economia mista	SANESUL	68	1.766,9	62,89%
Autarquia	Serviço Autônomo Municipal	7	99,3	3,54%
Administração pública direta	Secretaria Municipal	3	37,0	1,32%
Empresa privada	Águas Guariroba	1	906,1	32,25%

Fonte: Elaboração própria

Desta forma é possível verificar que, a maior parte dos municípios são atendidos por uma gestão de natureza jurídica do tipo sociedade de economia mista, atendendo uma população de aproximadamente 1,8 milhão de pessoas (86% de todo o MS). É possível verificar que 32,25% da população do estado vive na capital e que os serviços relacionados ao SAA são geridos por uma empresa privada.

Na Figura 2 está contida a distribuição dos municípios do Mato Grosso do Sul por natureza jurídica da gestão dos SAA.

Figura 2 – Distribuição de gestão nos municípios do MS por natureza jurídica

Fonte: Elaboração própria

Assim, fica evidenciado que apenas 14% dos SAA dos municípios são administrados por uma política de gestão diferente, justificando a análise das métricas aqui utilizadas.

Os indicadores fornecidos pelo SNIS, apresentado na Tabela 2, foram utilizados neste trabalho para realizar uma análise de performance na prestação de serviço oferecido pelas gestoras dos SAA dos municípios de Mato Grosso do Sul. Esta análise está pautada nos

indicadores relacionados as perdas de água dos sistemas municipais avaliados. Atenta-se que, estes índices não fazem a distinção entre as reais perdas, das perdas aparentes e de fornecimento de água não faturada. Portanto, devem ser interpretados como a totalidade do conjunto de perdas a que estão sujeitos os SAA.

Tabela 2 - Indicadores utilizados na avaliação de perdas de água.

Indicador	Unidade
IN010: índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado	(%)
IN013: índice de perdas de faturamento	(%)
IN049: índice de perdas na distribuição	(%)
IN051: índice de perdas por ligação	(L.lig-1.dia-1)

Fonte: Elaboração própria

A escolha destes quatro índices é amplamente utilizada na avaliação de perdas relacionada aos dados fornecidos pelo SNIS como indicadores para avaliar a perda de água em sistemas de abastecimento. Estes índices são úteis para avaliar as perdas de água, como segue:

- IN010 - Índice de micromedição relativo ao volume disponibilizado – é um índice que mede a qualidade da micromedição do volume de água disponibilizado pelo sistema de abastecimento em relação ao volume total produzido. Ele considera a precisão dos equipamentos de medição e a eficiência dos procedimentos de medição em campo. Esse índice é importante porque a má qualidade da medição pode levar a uma subestimação das perdas de água e, conseqüentemente, a uma subestimação da eficácia das medidas adotadas para reduzir as perdas.
- IN013 - Índice de perdas faturamento – mede a relação entre o volume de água faturado e o volume total disponibilizado pelo sistema de abastecimento. Ele considera as perdas de água que ocorrem entre o ponto de medição e o ponto de faturamento, ou seja, antes que a água seja registrada como consumo. Esse índice é importante porque as perdas de água que ocorrem nessa etapa podem estar relacionadas a problemas como vazamentos em tubulações e ligações clandestinas.
- IN049 - Índice de perdas na distribuição – este é um índice que mede as perdas de água que ocorrem na rede de distribuição do sistema de abastecimento. Ele considera as

perdas de água que ocorrem devido a vazamentos em tubulações, problemas de operação e manutenção, entre outros. Esse índice é importante porque as perdas de água na distribuição representam uma grande parcela do total de perdas de água em sistemas de abastecimento.

- IN051 - Índice de perdas por ligação – trata das perdas de água que ocorrem nas ligações de água das unidades consumidoras. Ele considera as perdas de água que ocorrem devido a problemas como vazamentos em instalações internas, torneiras com defeito, entre outros. Esse índice é importante porque as perdas por ligação representam uma parcela significativa do total de perdas de água em sistemas de abastecimento.

Em resumo, cada um desses índices do SNIS é importante para avaliar diferentes aspectos das perdas de água em sistemas de abastecimento. O IN010 avalia a precisão da micromedição, o IN013 avalia as perdas antes do ponto de faturamento, o IN049 avalia as perdas na distribuição e o IN051 avalia as perdas nas ligações das unidades consumidoras. Todos esses índices juntos podem fornecer uma visão mais completa e precisa das perdas de água em um sistema de abastecimento.

Estes indicadores dos sistemas de abastecimento de água dos municípios foram confrontados com valores referenciais para classificação conforme segue:

- a) Municípios com performance acima do parâmetro base (benchmarking): os municípios que o SAA apresenta comportamento melhor que a referência, em todos os quatro indicadores selecionados; e
- b) Municípios com performance inferior: os municípios que o SAA não mostra desempenho esperado em pelo menos um indicador.

No caso do benchmarking, para cada um dos quatro indicadores, com um valor-base com base estabelecido a partir da estatística descritiva dos dados agregados e relativos aos sistemas de fornecimento de água de todos os municípios avaliados. Esta metodologia segue os mesmos padrões estabelecidos por Pertel, Azevedo e Volschan Junior (2016) e Bezerra, Pertel e Macêdo (2019).

Os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do ano de 2020 foram referência para o estabelecimento do benchmarking, utilizando-se o percentil de 25% para todos os indicadores aqui tratados. Como segue:

- a) índice de micromedicação (IN010) maior ou igual a 76,47%;
- b) índice de perdas no faturamento (IN013) menor ou igual a 10,21%;
- c) índice de perdas na distribuição (IN049) menor ou igual a 22,40%; e
- d) índice de perdas por ligação (IN051) menor ou igual a 114,33 L.lig-1.dia-1.

Avaliação do desempenho das companhias de saneamento básico no estado do Mato Grosso do Sul foi realizada com base em quatro indicadores estabelecidos como referência. As companhias que atenderam simultaneamente aos quatro indicadores de referência foram agrupadas como municípios com desempenho superior ao benchmarking. Além disso, os dados foram segregados com base nos estratos populacionais geralmente empregados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021): até 10.000 habitantes, entre 10.001 e 20.000 habitantes, entre 20.001 e 30.000 habitantes e mais de 30.001 habitantes.

Esta segregação dos dados com base nos estratos populacionais ocorre para facilitar a análise das informações e para que elas possam ser comparadas entre si. A divisão em estratos populacionais é uma técnica comum em pesquisas de amostragem, que consiste em agrupar a população em diferentes categorias com base no tamanho da população. Esses estratos são definidos com base na teoria estatística e são usados para garantir que a amostra represente adequadamente toda a população. Ao dividir a população em diferentes estratos é possível produzir informações mais precisas e detalhadas sobre as características socioeconômicas, demográficas e culturais de cada grupo, o que pode ser útil para orientar políticas públicas e tomadas de decisão em diferentes níveis.

Para realizar a análise, foram coletados dados do SNIS referentes aos indicadores dos serviços prestados por cada companhia de saneamento básico a cada município atendido no estado do Mato Grosso do Sul. A avaliação levou em consideração tanto o desempenho das companhias individualmente quanto a comparação dos resultados com os indicadores de referência estabelecidos. Rotinas gráficas para fins de visualização e adequação dos dados, foram desenvolvidas por meio do pacote ggplot2 (Wickham, 2016).

A coleta de dados do SNIS para os índices é realizada de forma sistemática e padronizada, seguindo metodologias e procedimentos definidos pelo próprio sistema. Os dados para o IN010 são coletados por meio da inspeção dos equipamentos de medição e dos procedimentos de medição em campo, sendo verificados aspectos como a calibração dos medidores, aferição dos hidrômetros, entre outros.

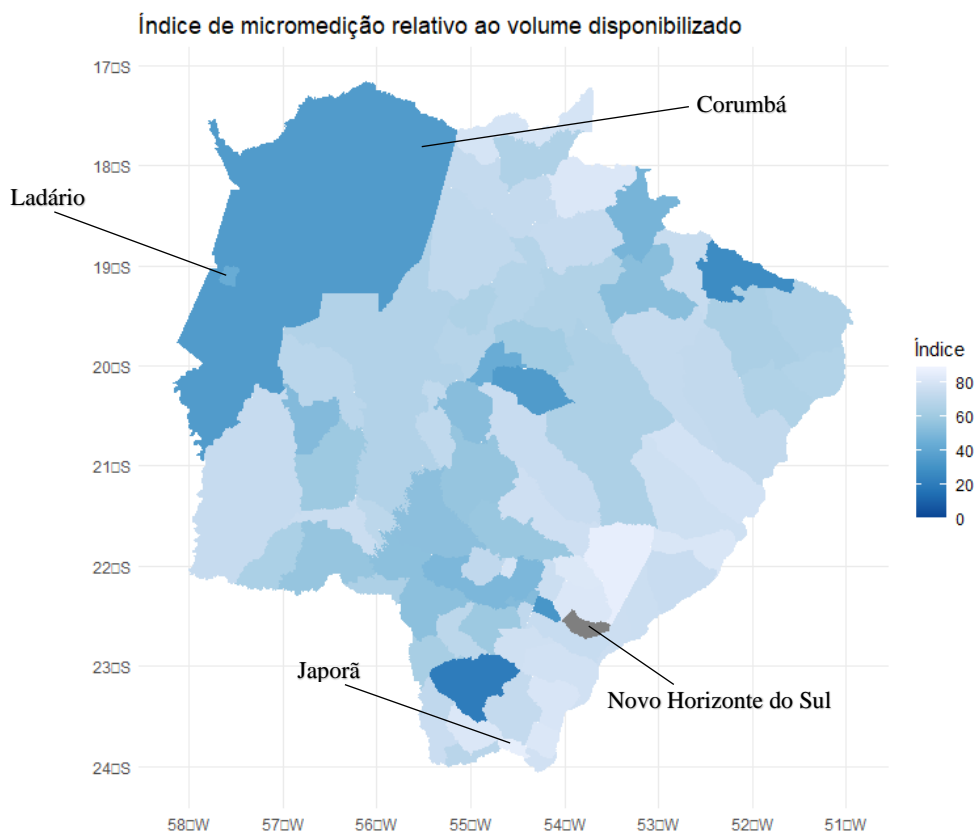
Já para o IN013, os dados são obtidos a partir da comparação entre o volume de água produzido e o volume faturado, levando em conta as perdas antes do ponto de faturamento. Esses dados são coletados a partir das informações de faturamento dos sistemas de abastecimento. Para o IN049, os dados são coletados a partir da análise das perdas físicas e aparentes na rede de distribuição do sistema de abastecimento, levando em conta dados como pressão de operação, diâmetro e extensão das tubulações, entre outros.

Finalmente, para o IN051, os dados são coletados a partir da análise das perdas nas ligações das unidades consumidoras, levando em conta informações como o número de ligações, o tipo de material utilizado, entre outros. Em todos os casos, os dados são coletados por técnicos treinados e capacitados, seguindo as diretrizes e metodologias definidas pelo SNIS. Esses dados são posteriormente processados e consolidados para gerar os indicadores que são divulgados pelo sistema. É importante ressaltar que a coleta de dados do SNIS é um processo contínuo e periódico, que visa garantir a qualidade e a confiabilidade das informações obtidas.

Resultados e discussão

A utilização de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) entre 2011 e 2020 possibilitou uma análise abrangente do desempenho dos municípios brasileiros em relação aos indicadores de perdas de água. Através dessa análise, foi possível identificar quais municípios conseguiram superar os benchmarkings estabelecidos para esses indicadores.

Na Figura 3, os resultados mostraram que as cidades de Novo Horizonte do Sul e Japorã tiveram excelente desempenho na redução das perdas de água em seus sistemas de abastecimento, indicando uma gestão eficiente e consciente dos recursos hídricos. Por outro lado, as cidades de Corumbá e Ladário apresentaram índices de perda de água acima da média, indicando problemas na gestão e operação dos sistemas, como vazamentos nas redes e ligações clandestinas.

Figura 3 – Distribuição do IN010 nos municípios do MS

Fonte: Elaboração própria

A micromedicação é uma técnica utilizada para medir com precisão a quantidade de água fornecida aos consumidores. A qualidade da micromedicação é essencial para garantir que os usuários recebam a quantidade correta de água e que não ocorra desperdício. Vários fatores podem afetar a qualidade da micromedicação, incluindo a idade e condição dos medidores de água, a precisão da leitura dos medidores, a pressão da água e a qualidade da água em si. Dessa forma, é importante que as empresas de fornecimento de água mantenham seus equipamentos de medição em boas condições e realizem manutenção regularmente.

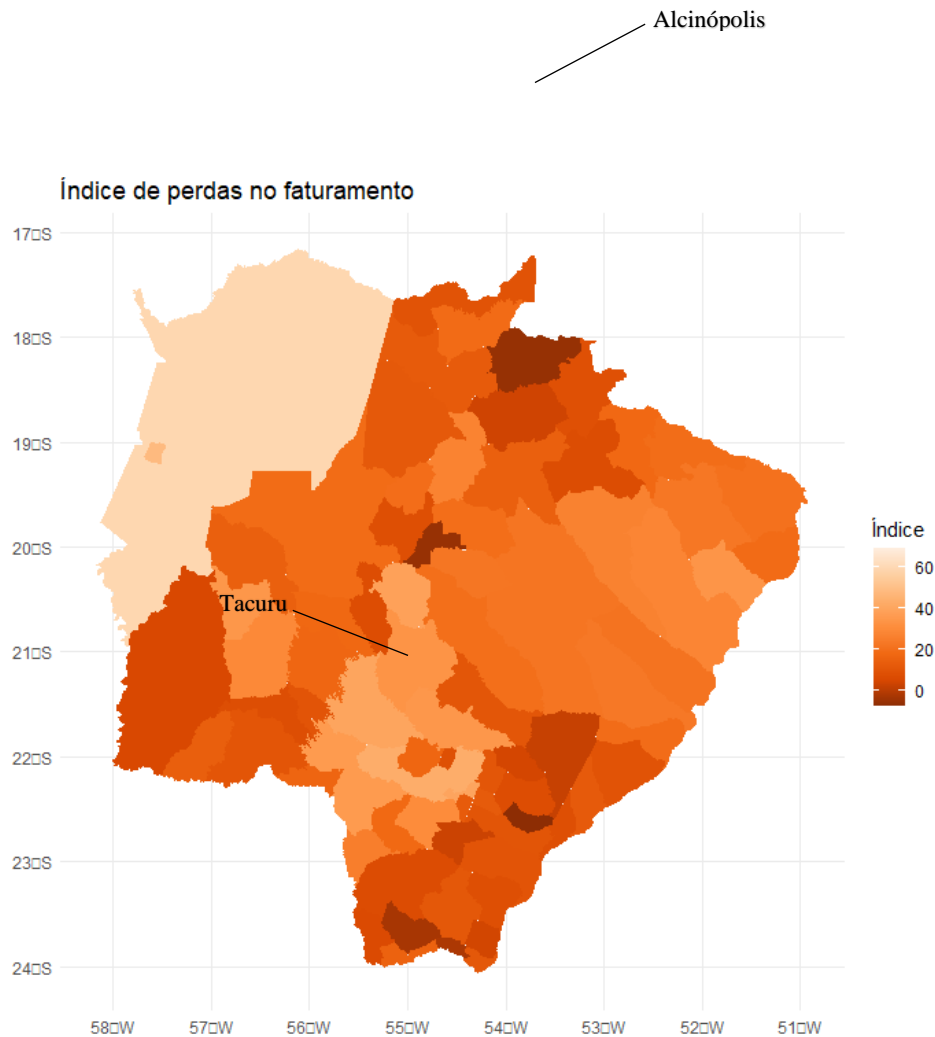
No caso das empresas de fornecimento de água que não mantiverem seus equipamentos de medição em boas condições e não realizarem manutenção regular dos seus equipamentos, pode resultar em diversos problemas, tais como: leituras imprecisas, vazamentos, má qualidade da água ou até mesmo podendo resultar em baixa eficiência operacional e aumentar os custos de manutenção e reparo. Adicionalmente, a empresa também pode enfrentar ações regulatórias

e penalidades por não atender aos padrões de qualidade. Além disso, uma leitura imprecisa, geralmente, indica desperdício de água, o que pode ser prejudicial ao meio ambiente.

Outro índice avaliado neste trabalho trata-se do índice de perdas no faturamento (IN013), este é calculado pela divisão do volume de água produzido pela empresa de abastecimento de água (em metros cúbicos) pelo volume de água efetivamente faturado (também em metros cúbicos), multiplicado por 100. Em outras palavras, o índice de perdas no faturamento de água indica a porcentagem de água produzida que não é faturada pela empresa. Na Figura 4 é apresentada a distribuição do IN013 entre os municípios de Mato Grosso do Sul.

Figura 4 – Distribuição do IN013 nos municípios do MS

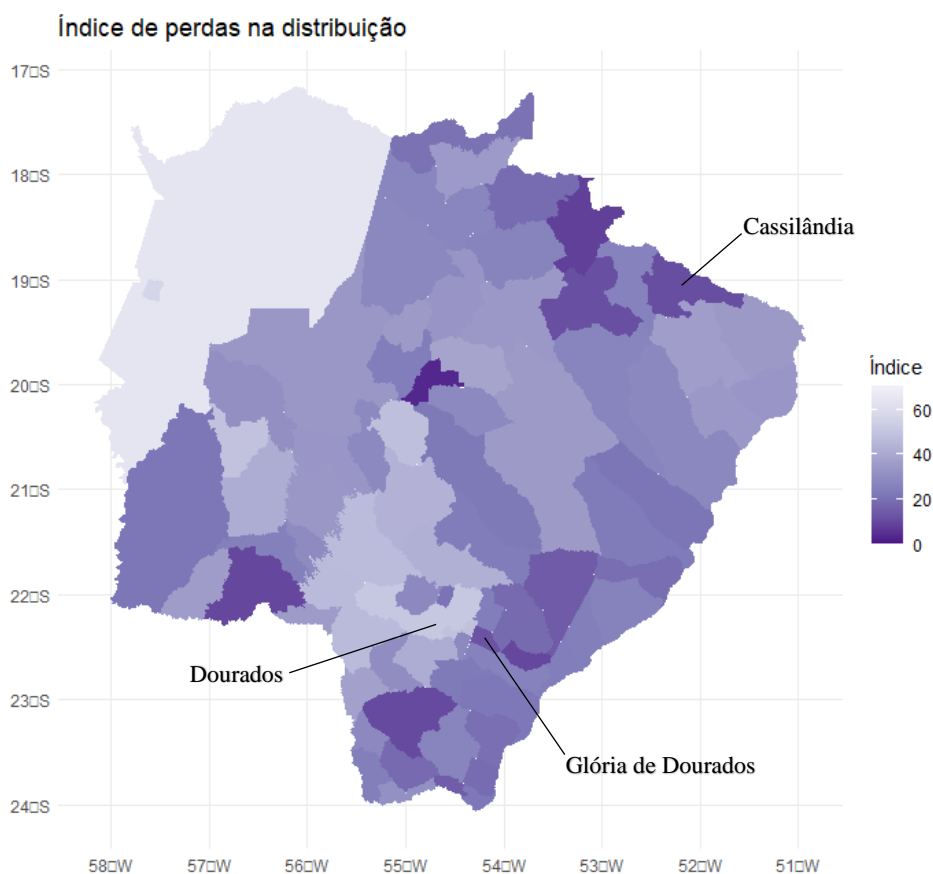
Fonte: Elaboração própria



O cálculo do índice de perdas no faturamento de água é importante porque indica o nível de eficiência da empresa de abastecimento de água em gerir sua rede de distribuição e cobrar pelos serviços prestados. Um índice alto de perdas no faturamento pode indicar problemas na detecção e reparação de vazamentos, problemas na medição do consumo de água ou até mesmo fraudes na medição ou na cobrança. Constata-se que os municípios com melhores índices apresentados foram Alcinoópolis e Tacuru.

Os municípios de Cassilândia e Glória de Dourados apresentaram os melhores resultados na verificação pelo índice de perdas (IN049), por outro lado, Dourados ficou com o terceiro pior desempenho. Estes resultados decorrem em função da quantidade de água perdida no processo de distribuição, desde a entrada na rede até a chegada ao consumidor final.

Figura 5 – Distribuição do IN049 nos municípios do MS

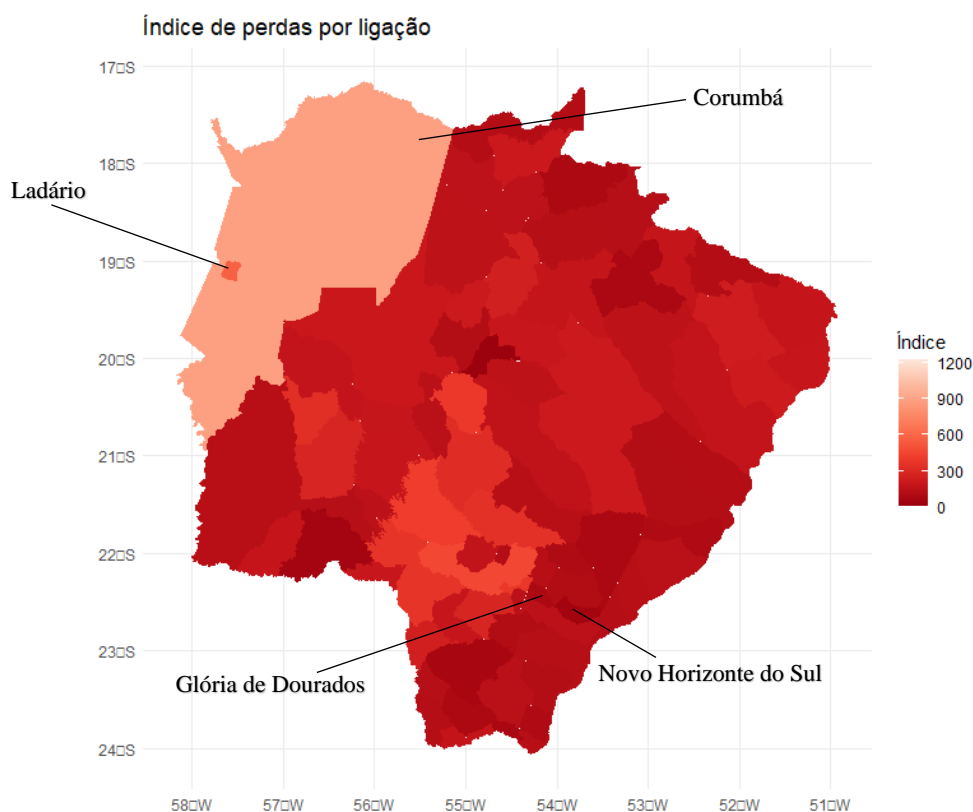


Fonte: Elaboração própria

O índice de perdas por ligação de água é importante porque indica o nível de eficiência da empresa de abastecimento e fornecimento de água aos consumidores. Um índice alto de perdas por ligação pode indicar problemas na detecção e reparação de vazamentos nas

tubulações que levam água aos consumidores, além de problemas na medição do consumo de água em cada ligação. No caso dos resultados para índice de perdas por ligação (Figura 6), novamente Corumbá e Ladário apresentaram os resultados com o menor desempenho. No entanto, o município de Glória de Dourados e Novo horizonte do Sul apresentaram os resultados mais satisfatórios para este índice.

Figura 6 – Distribuição do IN051 nos municípios do MS



Fonte: Elaboração própria

A avaliação do índice de perdas por ligação de água é uma importante ferramenta para as empresas de abastecimento de água identificarem oportunidades de melhorias na rede de distribuição, além de auxiliar na tomada de decisões para reduzir as perdas de água e aumentar a eficiência no fornecimento do serviço aos consumidores.

Na Tabela 3 comparou-se o impacto da natureza jurídica na gestão do abastecimento de água, onde está apresentado os resultados obtidos nesta análise mostrando o número de municípios que alcançaram um desempenho superior ao estabelecido como referência nos quatro indicadores adotados. Tais indicadores foram selecionados em razão de sua relevância

para a gestão eficiente dos recursos hídricos, sendo eles: índice de perdas na distribuição de água, índice de perdas na ligação de água e índice de atendimento superior à referência adotada nos quatro indicadores.

Tabela 3 – Quantidade de municípios onde os indicadores foram superiores ao benchmarking

Natureza Jurídica	Companhia	Quantidade de municípios	População (milhares)
Sociedade de economia mista	SANESUL	22	300,3
Autarquia	Serviço Autônomo Municipal	1	24,7
Administração pública direta	Secretaria Municipal	2	32,0
Empresa privada	Águas Guararoba	1	906,1

Fonte: Elaboração própria

É importante ressaltar que, durante a coleta de dados dos indicadores de perdas no faturamento, pode haver o registro de valores negativos. Esse fenômeno é resultado da predominância de cidades pequenas na amostra avaliada, com uma população média de 7.019 habitantes, onde ocorrem grandes variações no abastecimento de água. Nas cidades que apresentam tais resultados, grande parte da população consome água abaixo do mínimo adotado pelas companhias de abastecimento.

Na Tabela 4 é possível notar que, com exceção das gestões realizadas pela Administração pública direta, as demais gestões comparadas apresentam índices de perda de água similares, variando principalmente de acordo com a população dos municípios. Esse fato se deve a menor infraestrutura das gestões municipais em comparação com as outras formas de administração.

Os resultados obtidos através da análise dos indicadores de perdas de água nos sistemas de abastecimento de água nos municípios brasileiros são importantes, pois fornecem informações sobre a eficiência e a qualidade dos serviços de abastecimento de água prestados à população. Compreender esses resultados é fundamental para o planejamento e a implementação de políticas públicas eficazes para a gestão dos recursos hídricos e o aprimoramento da qualidade de vida da população.

Tabela 4 – Indicadores médios dos municípios avaliados por natureza jurídica

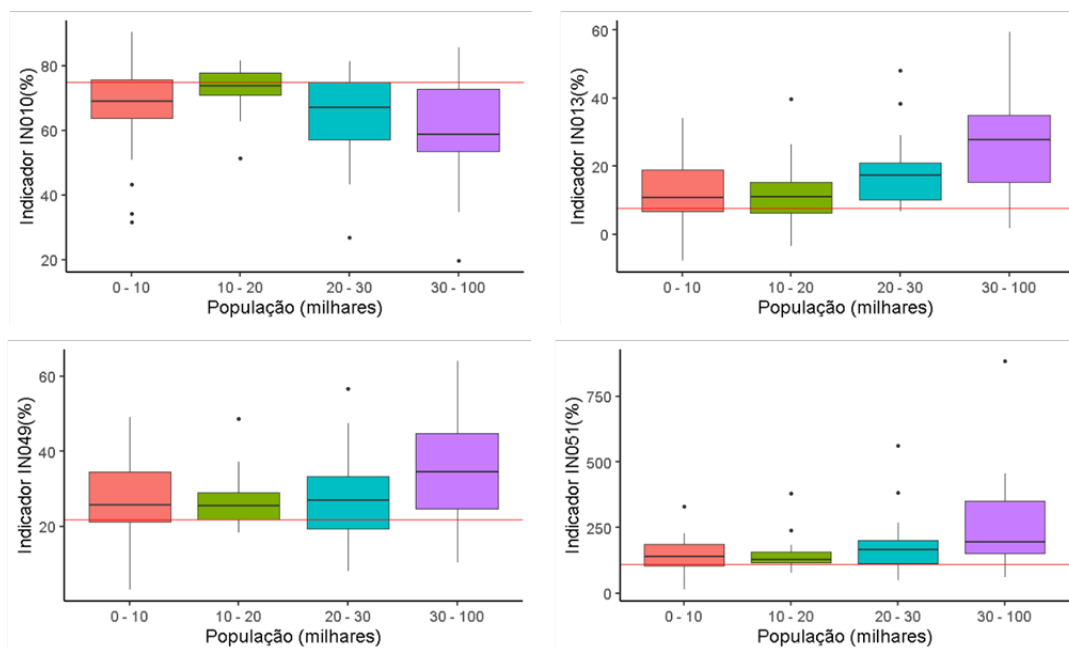
Natureza Jurídica	IN010 (%)	IN013 (%)	IN049 (%)	IN051 (L.lig ⁻¹ .dia ⁻¹)
Sociedade de economia mista	68,83	16,67	29,95	188,49
Autarquia	55,29	14,25	21,72	133,29
Administração pública direta	33,90	8,29	8,87	67,95
Empresa privada	74,62	19,55	22,55	155,13

Fonte: Elaboração própria

Pela avaliação dos indicadores relacionados à distribuição de água foi possível verificar que a empresa privada responsável pelo sistema apresentou um valor mais elevado no indicador de micromedição (IN010) em comparação com as demais empresas avaliadas. No entanto, é importante notar que, devido à maior quantidade de domicílios atendidos, os indicadores de perdas de faturamento (IN013), perdas na distribuição (IN049) e perdas por ligação (IN051) mostraram-se proporcionais.

Na Figura 7 apresenta-se os dados dos indicadores de perdas separados por estratos populacionais, em que se verifica que o comportamento dos indicadores é compatível com as análises anteriores.

Figura 7 - Comparativo dos indicadores por classes de população



Fonte: Elaboração própria

Para esta análise constatou-se que a micromedição (IN010) diminui proporcionalmente com o aumento da população, com exceção do segundo estrato (10 - 20 mil). No que diz respeito ao indicador de perdas de faturamento (IN013), observou-se que os dois primeiros estratos (0 - 10 e 10 - 20 mil) apresentaram valores médios próximos, o que indica perdas com valores semelhantes, enquanto para as maiores populações, os valores crescem juntamente com o aumento das amostras.

Nota-se que o desempenho do indicador de perdas na distribuição (IN049) em diferentes estratos populacionais mantiveram valores próximos comparado aos demais. Entretanto, no estrato com mais de 30 mil habitantes observamos um destaque de perda maior. Por sua vez, o indicador de perdas por ligação (IN051) apresentou um crescimento linear, justificado pelo aumento da população. Neste estrato de habitantes, notamos uma tendência de valores próximos ao primeiro quartil da amostra. Pertel et al. (2016) ao avaliar os resultados de indicadores de companhias estaduais, verificou que o aumento de perdas ocorre com certa proporcionalidade em relação aos maiores estratos populacionais.

A Tabela 5 permite uma melhor visualização dos valores médios correspondentes de cada estrato populacional.

Tabela 5 – Indicadores médios dos municípios do MS por estratos populacionais, 2011-2020

Estrato populacional (habitantes)	Quantidade de municípios	IN010 (%)	IN013 (%)	IN049 (%)	IN051 (L.lig ⁻¹ .dia ⁻¹)
0 a 10.000	26	66,51	11,65	26,02	140,56
10.001 a 20.000	20	72,87	12,46	26,82	147,77
20.001 a 30.000	18	64,39	18,57	27,73	187,05
Mais de 30.000	15	59,88	26,08	35,07	275,49

Fonte: Elaboração própria

A análise dos valores avaliados por estratos populacionais revelou um descolamento mais significativo nos valores médios em municípios com as maiores populações (Tabela 5). Este fato não é surpreendente, tendo em vista que esses municípios geralmente consomem mais água do que as demais devido à maior densidade populacional e ao maior volume de atividades econômicas.

Vale ressaltar que a metodologia utilizada nesta pesquisa foi mais restritiva do que aquelas adotadas em estudos anteriores, tanto em nível nacional quanto regional. Autores como

Volschan Junior (2015), Pertel (2016), Azevedo (2017), Bezerra, Pertel e Macêdo (2019) forneceram parâmetros de referência menos exigentes que os utilizados neste estudo. Ao comparar os valores nacionais indicados nos trabalhos destes autores com dados das companhias estaduais de Saneamento Básico no ano de 2010, os municípios incluídos nesta pesquisa foram classificados "com desempenho acima do benchmarking" (Grupo I). No entanto, 45 municípios apresentaram parâmetros acima desse ponto de referência, sugerindo que ainda há espaço para melhorias em termos de gestão e consumo de água nessas localidades.

Os valores obtidos nas avaliações nacionais estão contidos na Tabela 6, que mostra os resultados dos municípios de acordo com a natureza jurídica da gestão do Sistema de Abastecimento de Água (SAA). Além disso, é possível verificar a quantidade de municípios que conseguiram alcançar simultaneamente os quatro valores base dos estudos realizados por Pertel, Azevedo e Volschan Junior (2016).

Tabela 6- Quantidade de municípios que atingiram os parâmetros nacionais para ano 2010

Natureza Jurídica	IN010	IN013	IN049	IN051	Quantidade de municípios classificados no Grupo I
	(%)	(%)	(%)	(L.lig ⁻¹ .dia ⁻¹)	
	Valores de referência para o benchmarking (percentil 25%)				
	65,48	24,10	33,00	254,20	
Quantidade de municípios com desempenho superior ao valor de referência					
Sociedade de economia mista	47	52	42	56	42
Autarquia	2	6	6	7	2
Administração pública direta	0	3	3	3	0
Empresa privada	1	1	1	1	1
Total	50	62	52	67	45

* Valores de referência para benchmarking conforme metodologia de Pertel et. al. (2016).

Fonte: Elaboração própria

Estes resultados permitem entender como a gestão do SAA varia de acordo com a natureza jurídica dos municípios. Os valores apresentados ajudam a identificar quantos municípios têm maior eficiência em relação à gestão da água, bem como aqueles que precisam melhorar. É importante garantir um fornecimento adequado de água e para isto é necessário atender a diversos critérios, tais como, a qualidade da água, a eficiência no uso de recursos, a sustentabilidade ambiental, entre outros. Dessa forma, é possível comparar os resultados para

os municípios com aqueles valores estabelecidos pelos autores citados. Portanto, os dados contidos na tabela ajudam a entender melhor quais municípios estão mais alinhados com as melhores práticas de gestão de água e aqueles que quais precisam melhorar.

Em resumo, aqui estão apresentadas informações valiosas sobre a gestão do SAA em diferentes municípios, permitindo avaliar a eficiência da gestão de água de acordo com a natureza jurídica e identificar quais municípios precisam melhorar em relação aos critérios estabelecidos em estudos anteriores.

Considerações finais

A análise dos dados disponibilizados pelo SNIS sobre o serviço prestado no abastecimento de água pode subsidiar gestores locais, no sentido de usar os recursos de forma mais eficientes e ainda disponibilizar aos órgãos reguladores um estudo comparativo da oferta de serviços aos municípios de Mato Grosso do Sul, bem como, possibilitou a definição de um benchmarking no MS, disponibilizando dados comparativos para outras regiões do país, considerando as peculiaridades de cada local.

Destaca-se o excelente desempenho das cidades de Novo Horizonte do Sul e Japorã em relação à redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento. Esses municípios apresentaram índices de perda de água melhores em relação aos demais municípios avaliados, indicando uma gestão eficiente e consciente dos recursos hídricos. Por outro lado, a análise também revelou que as cidades de Corumbá e Ladário apresentaram resultados inferiores em comparação às demais. Esses municípios obtiveram índices de perda de água acima da média, o que pode indicar problemas na gestão e operação dos sistemas de abastecimento, como vazamentos nas redes e ligações clandestinas.

Atuando na capital do estado do Mato Grosso do Sul, a empresa privada apresentou índices acima dos benchmarkings avaliados. Ao compararmos a outros tipos de gestão, dentre os municípios com seu SAA gerido por sociedade de economia mista, apenas 62% obtiveram performance superior à referência utilizada. Portanto, os municípios geridos por companhias públicas obtiveram os resultados abaixo dos parâmetros de referência quando comparado a administração mista ou totalmente privada.

A redução das perdas nos SAA não é uma tarefa simples, exige um compromisso conjunto das autoridades, gestores e população em geral, além de investimentos em tecnologia

e capacitação, porém, os benefícios são significativos. Neste sentido, é importante que os municípios do Mato Grosso do Sul invistam em programas de controle de perdas e busquem constantemente a melhoria da eficiência dos seus sistemas de abastecimento, garantindo o acesso à água e a preservação dos recursos hídricos para as gerações futuras.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano Nacional de Recursos Hídricos 2020-2035**. Brasília. Disponível em: www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/planos-e-programas/planos-nacionais-de-recursos-hidricos/pnrh-vigente, 2019.

ALEGRE, H. et al. **Performance Indicators For Water Supply Services**. 2nd ed. Londres: IWA Publishing, 2006.

AZEVEDO, L. G. **Gestão de perdas de água em sistemas de abastecimento**. Ambiente Construído, 15(2), 111-126, 2015.

AZEVEDO, L. G.; LEMOS, A. B. **Gestão de perdas de água em sistemas de abastecimento: estudo de caso em um município do estado do Rio de Janeiro**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 21(1), 252-261, 2017.

BEZERRA, S.D.T.M., PERTEL, M., MACÊDO, J.E.S.D., 2019. **Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro**. Ambiente construído 19, 249–258. 2019.

BRITTO, A. L. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil: avaliação político-institucional do setor de saneamento básico**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

CHAVARETTE, J. P. **Perdas de água em sistemas de abastecimento público: aspectos quantitativos e qualitativos**. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 20(2), 160-167, 2015.

EBERHARDT, L. **Gestão de perdas de água em sistemas de abastecimento**. Editora UFPR, 2012.

H. WICKHAM. **ggplot2: Elegant Graphics for Data analysis**. Springer. New York, 2016.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico 2020. Disponível em: www.ibge.gov.br/censo, 2021.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2020**. Disponível em: institutotratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2021/05/Anuario2020-InstitutoTrataBrasil-v3.pdf, 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2021**. Disponível em: institutotratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/05/Anuario2021-InstitutoTrataBrasil.pdf, 2021.

LAMBERT, A. **Water Loss Control**. AWWA Research Foundation and American Water Works Association, 2002.

OLIVEIRA, W. F. et al. **Río de la Plata**. Acesso em 11 maio 2023. Enciclopédia Britannica, de <https://www.britannica.com/place/Rio-de-la-Plata>, 2014.

PERTEL, A. A.; SANTOS, A. R.; SILVA, C. A. B. **Análise do Índice de Desempenho do Sistema de Abastecimento de Água em um município do interior de São Paulo**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 20(4), 681-688, 2015.

PERTEL, A. A.; ALMEIDA, D. M.; LEME, R. F. **Análise do desempenho de sistemas de abastecimento de água em um município paulista utilizando o método do balanço hídrico**. Revista Engenharia na Agricultura, 24(3), 251-259, 2016.

PERTEL, M., AZEVEDO, J. P. S., VOLSCHAN JUNIOR, I. **Uso de indicadores de perdas para seleção de um benchmarking entre as companhias estaduais de serviço de distribuição de água no Brasil**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 21(1), 159-168. 2016.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de saneamento básico: 2023**. Brasília: Secretaria Nacional de Saneamento, 2023.

VOLSCHAN JUNIOR, I. S. **Avaliação de perda de água na rede de distribuição em municípios de pequeno porte: estudo de caso**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Fluminense, 2015.

Recebido em 06 de abril de 2023.

Aceito em 19 de junho de 2023.

Publicado em 29 de junho de 2023.