



ESTUDO DE PERDAS DE ÁGUA DE 2025 (SINISA, 2023): DESAFIOS NA EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL

24 de novembro de 2025

Avisos Legais: Confidencialidade e Propriedade Intelectual

Este Estudo tem caráter confidencial e seu conteúdo não pode ser reproduzido ou distribuído para terceiros sem a prévia e formal autorização do Instituto Trata Brasil (“Cliente”).

Código de Conduta e Ética: A GO Associados se compromete a guardar confidencialidade de informações que lhe forem fornecidos pela Contratante e só utilizá-los para fins previamente acordados e em ocasiões expressamente autorizadas pela Contratante. A GO Associados não divulgará e fará com que os membros de sua equipe não divulguem, sob as penas da lei, a terceiros, sem a autorização da Contratante ou pessoas por elas indicadas por escrito, quaisquer informações de natureza técnica, tecnológica, administrativa, financeira, fiscal, comercial e econômica da Contratante, seus sócios, administradores ou quaisquer pessoas físicas ou jurídicas relacionadas. Todas as atividades da GO Associados são regidas por meio do Código de Conduta e Ética que abrange desde a relação com o Cliente até a responsabilidade ambiental e social, passando pela condução dos serviços profissionais. Além do Código de Conduta e Ética, todos os profissionais da equipe da GO Associados, inclusive seus sócios e consultores externos, estão vinculados ao Termo de Confidencialidade, cuja observância se inicia a partir de seu ingresso na Consultoria e permanece mesmo após seu desligamento desta, sob pena de responsabilidade civil e criminal. Para maiores informações sobre o Código de Conduta e Ética, acesse: www.goassociados.com.br.

Limitação de Responsabilidade: Este Estudo foi elaborado com base nas informações públicas ou fornecidas pela Contratante, para as quais a GO Associados não assume responsabilidade sobre sua veracidade. As análises e conclusões deste Estudo restringem-se estritamente aos aspectos solicitados pelo Contratante. A Contratante se compromete, em caráter irrevogável e irretratável a manter a GO Associados, suas afiliadas, seus representantes, sócios, consultores e demais colaboradores isentos de responsabilidade por prejuízos, perdas ou danos causados à Contratante ou a terceiros, que possam vir a ser demandados, reclamados ou causados, direta ou indiretamente, com exceção daqueles derivados de erro por parte da GO Associados, sendo tal indenização limitada aos valores recebidos pela GO Associados como pagamento do Estudo em questão. Obriga-se, igualmente, a indenizar a GO Associados de todos os custos e despesas judiciais ou extrajudiciais e/ou honorários advocatícios que venham a ser demandados ou reclamados por terceiros, em decorrência da imputação de qualquer responsabilidade à GO Associados no âmbito do Contrato a que se refere este trabalho, desde que tais prejuízos tenham, comprovadamente, origem em informações incorretas fornecidas pela Contratante.

©2025 GO ASSOCIADOS. Todos os direitos reservados. Todos os textos, imagens, gráficos, animações, vídeos, músicas, sons e outros materiais utilizados no âmbito deste Estudo são protegidos por direitos autorais e outros direitos de propriedade intelectual pertencentes à GO Associados.

Equipe

Gesner Oliveira – Presidente do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade) de 1996 a 2000. Presidente da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) de 2007 a 2010. Ph.D. em Economia pela Universidade da Califórnia em Berkeley. Professor da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (EAESP-FGV) desde 1990. Professor Visitante da Universidade de Columbia nos EUA em 2006. Sócio Executivo da GO Associados.

Pedro Sczufca – Assistente Executivo da Presidência da Sabesp de 2007 a 2011. Mestre em Ciências no programa de Teoria Econômica do Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo (IPE-USP). Bacharel em Ciências Econômicas pela Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP). Palestrante em cursos de Regulação e Saneamento da Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV-SP). Especialista nas áreas de pesquisa econômica, regulação, infraestrutura, saneamento e modelagem econômico-financeira. Sócio Executivo da GO Associados.

Thomáz de Almeida Ortiz - Mestre em Ciências Econômicas pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Bacharel em Ciências Econômicas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Trabalhou na área financeira em grande multinacional brasileira, possui 3 anos de experiência na área de regulação econômico-financeira no setor de água e esgoto. Liderou projetos de reequilíbrio contratual em diferentes modelos de regulação no setor, como os modelos de regulação contratual e discricionária. Coordenador de Projetos em Saneamento na GO Associados.

Sophia Freire Haddad – Engenheira Civil pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com ênfase em temas de saneamento e meio ambiente. Consultora Externa na GO Associados.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. DEFINIÇÕES	3
2.1. REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE PERDAS DE ÁGUA	3
2.2. REFERENCIAL LEGAL SOBRE PERDAS DE ÁGUA	9
3. METODOLOGIA	10
3.1. DADOS.....	10
3.2. INDICADORES	11
3.2.1. IAG2012 – Índice de Perdas no Faturamento.....	12
3.2.2. IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição	13
3.2.3. IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação.....	13
3.3. DIFERENÇAS NAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS DO SINISA PARA O SNIS	13
3.4. AMOSTRA	15
3.5. IMPACTOS DA REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA	18
3.5.1. Custo Total das Perdas de Água	18
3.5.2. Diferentes Cenários de Redução.....	20
4. PERDAS DE ÁGUA EM RECORTES GEOGRÁFICOS	23
4.1. MUNDIAL.....	23
4.2. NACIONAL.....	25
4.3. REGIONAL	28
4.4. ESTADUAL	32
5. PERDAS DE ÁGUA NOS 100 MAIORES MUNICÍPIOS	36
5.1. DIAGNÓSTICO	36
5.1.1. IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição	37
5.1.2. IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação.....	40
5.2. CAPITAIS BRASILEIRAS	42
5.3. DESTAQUES POSITIVOS.....	46
6. IMPACTOS DA REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA	47
6.1. BENEFÍCIOS SOCIAIS DA REDUÇÃO DE PERDAS.....	47
6.2. BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA REDUÇÃO DE PERDAS.....	49
6.3. ESTUDO EMPÍRICO NO CASO BRASILEIRO	52
7. CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	56

SUMÁRIO DE QUADROS

QUADRO 1: BALANÇO HÍDRICO PROPOSTO PELA IWA (VERSÃO COMPLETA).....	4
QUADRO 2: PERDAS REAIS – ORIGENS E MAGNITUDES	5
QUADRO 3: PERDAS APARENTES – ORIGENS E MAGNITUDES	6
QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DE PERDAS REAIS E APARENTES.....	7
QUADRO 5: DETERMINAÇÃO DO NÍVEL EFICIENTE DE PERDAS DE ÁGUA.....	8
QUADRO 6: CARACTERÍSTICAS DOS INDICADORES ANALISADOS.....	12
QUADRO 7: COMPARATIVO DAS FÓRMULAS DOS INDICADORES DE PERDAS (SNIS VS SINISA).....	14
QUADRO 8: MUNICÍPIOS CONSIDERADOS NA AMOSTRA	16
QUADRO 9: BALANÇO HÍDRICO PROPOSTO PELA IWA (VERSÃO SIMPLIFICADA).....	19
QUADRO 10: EXEMPLO DE GANHOS BRUTOS DE REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA.....	21
QUADRO 11: PERDAS DE ÁGUA EM PAÍSES DO MUNDO	24
QUADRO 12: PERDAS DE ÁGUA EM PAÍSES LATINOAMERICANOS.....	25
QUADRO 13: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO NO BRASIL, 2019–2023.....	26
QUADRO 14: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO NO BRASIL, 2019–2023	27
QUADRO 15: EVOLUÇÃO DAS PERDAS POR LIGAÇÃO NO BRASIL, 2019–2023.....	28
QUADRO 16: PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO BRASILEIRA, 2023	29
QUADRO 17: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO BRASILEIRA, 2023.....	29
QUADRO 18: PERDAS POR LIGAÇÃO POR MACRORREGIÃO BRASILEIRA, 2023	30
QUADRO 19: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO	31
QUADRO 20: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO.....	31
QUADRO 21: EVOLUÇÃO DAS PERDAS POR LIGAÇÃO POR MACRORREGIÃO	32
QUADRO 22: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR ESTADO, 2023	33
QUADRO 23: PERDAS POR LIGAÇÃO POR ESTADO, 2023.....	34
QUADRO 24: ÍNDICES DE PERDAS – BRASIL × 100 MAIORES MUNICÍPIOS	36
QUADRO 25: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	37
QUADRO 26: HISTOGRAMA DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	38
QUADRO 27: MELHORES E PIORES ÍNDICES DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO.....	38
QUADRO 28: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DO ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO	40
QUADRO 29: HISTOGRAMA DO ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO.....	41
QUADRO 30: MELHORES E PIORES ÍNDICES DE PERDAS POR LIGAÇÃO	42

QUADRO 31: PRINCIPAIS INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA DAS CAPITAIS BRASILEIRAS	45
QUADRO 32: MUNICÍPIOS COM PADRÕES DE EXCELÊNCIA EM PERDAS DE ÁGUA.....	46
QUADRO 33: BALANÇO HÍDRICO (1.000 M ³) – BRASIL (2023)	47
QUADRO 34: BENEFÍCIOS SOCIAIS DA REDUÇÃO DE PERDAS POR ESTADO EM 2023	49
QUADRO 35: INDICADORES DA MONETIZAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA	49
QUADRO 36: IMPACTOS (CUSTOS) DAS PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL (R\$ 1.000).....	50
QUADRO 37: CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE PERDAS	50
QUADRO 38: GANHOS BRUTOS ACUMULADOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000).....	51
QUADRO 39: GANHOS LÍQUIDOS ACUMULADOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000) ...	51
QUADRO 40: SUMÁRIO DOS IMPACTOS DE REDUÇÃO DAS PERDAS	52
QUADRO 41: RELAÇÃO DE CUSTO-BENEFÍCIO (RCB) DA REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA	53

1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste Estudo é investigar os desafios enfrentados na disponibilidade hídrica e no avanço da eficiência do saneamento básico no Brasil, com foco na análise das perdas de água. A eficiência de um sistema de abastecimento de água é crucial para avaliar o desempenho das atividades comerciais e de distribuição de um operador de saneamento. O volume de perdas é um indicador-chave nesse contexto, refletindo diretamente a qualidade da gestão e operação. Este Estudo visa aprofundar a compreensão dessas perdas, destacando a importância de abordagens estratégicas para sua redução.

No cenário atual, marcado por recorrentes déficits hídricos em várias regiões do Brasil, a urgência em conter essas perdas se torna ainda mais evidente. Municípios com índices de perdas abaixo de 25% são considerados exemplos de excelência, mas os números nacionais revelam uma realidade menos otimista. Em 2023, no Brasil, as perdas no faturamento situaram-se em 32,17%, enquanto as perdas na distribuição atingiram 40,31%. Esses conceitos serão melhor explicados posteriormente, mas esses números já demonstram a necessidade premente de intervenção para melhorar esses indicadores vitais do sistema de abastecimento de água.

Este Estudo está dividido em seis seções textuais, incluindo esta Introdução. A Seção 2 define tecnicamente as perdas de água, aborda métodos de medição e classificação, além de discutir as metas estabelecidas pela Portaria nº 490, de 22 de março de 2021 (“Portaria 490/2021”), do antigo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), atual Ministério das Cidades. Na Seção 3, são explicadas as premissas metodológicas, incluindo a descrição da base de dados e dos indicadores adotados.

A Seção 4 avalia os índices de perdas em níveis global, nacional, regional e estadual. Na Seção 5, realiza-se uma análise dos 100 municípios mais populosos do Brasil em 2023, incluindo as 27 capitais. Ainda, a Seção 6 examina o impacto financeiro das perdas e os benefícios potenciais de sua redução.

Finalmente, este Estudo foi elaborado com base em fontes públicas e em informações fornecidas pelo Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

(SINISA). Até o Estudo de Perdas de 2024, os dados utilizados eram referentes ao Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). O SNIS, divulgado desde 1995 sob responsabilidade do Ministério das Cidades, foi a principal ferramenta do setor de saneamento para coletar, processar e divulgar as informações sobre a prestação desses serviços no Brasil. Com o advento do Marco Legal do Saneamento Básico, através da Lei nº 14.026, de 2020, estabeleceu-se que a divulgação das informações do saneamento se daria por meio do SINISA, cuja primeira coleta ocorreu em 2024 e primeira divulgação em 2025.

Com isso, foram verificadas algumas transformações dos indicadores em relação àqueles divulgados pela base do SNIS. Com o objetivo de facilitar a compreensão das principais alterações nas variáveis e a metodologia de cálculo dos novos indicadores, o Instituto Trata Brasil, com o apoio da GO Associados, divulgou uma análise comparativa entre o SINISA e o SNIS a partir das informações disponibilizadas pelo Ministério das Cidades, consolidada no documento “Estudo sobre as Alterações Metodológicas do SINISA em Relação ao SNIS – Instituto Trata Brasil”.

2. DEFINIÇÕES

O objetivo desta seção é apresentar algumas convenções técnicas subjacentes aos estudos sobre perdas de água, bem como destacar um novo marco regulatório recentemente incorporado pela legislação brasileira acerca do tema.

2.1. REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE PERDAS DE ÁGUA

No processo de abastecimento de água por meio de redes de distribuição, podem ocorrer perdas dos recursos hídricos devido a diversas causas, como vazamentos, erros de medição e consumos não autorizados. Esses desperdícios trazem impactos negativos ao meio ambiente, à receita e aos custos de produção das empresas, onerando o sistema como um todo, e, em última instância, afetando todos os usuários. Neste sentido, o nível de perdas de água constitui um índice relevante para medir a eficiência dos prestadores de serviço em atividades como distribuição, planejamento, investimentos e manutenção dos sistemas de abastecimento de água.

No entanto, como será discutido a seguir, eliminar completamente as perdas de água não é um objetivo factível, tanto por ser economicamente inviável quanto pela falta de tecnologia capaz de alcançar tal feito. Portanto, é importante que se estabeleçam alguns conceitos, como os métodos de mensuração de perdas, para que se possa, na sequência, apresentar quais foram as metas de perdas estabelecidas no caso brasileiro.

Na literatura técnica, a metodologia habitualmente utilizada pelos prestadores e reguladores corresponde à proposta pela *International Water Association* (IWA). Essa metodologia envolve uma matriz que esquematiza os processos pelos quais a água passa desde o momento que entra no sistema até chegar ao consumidor final, conhecida como

Balanço Hídrico¹. Esse balanço tem como ponto de partida o volume de água produzido que ingressa no sistema, que inclui a água tratada importada.

No processo de distribuição, a água pode ser classificada como consumo autorizado ou não autorizado (perda). O consumo autorizado refere-se ao recurso hídrico fornecido aos clientes autorizados (medidos ou não), enquanto o consumo não autorizado corresponde à diferença entre o volume de entrada e o consumo autorizado (Quadro 1).

QUADRO 1: BALANÇO HÍDRICO PROPOSTO PELA IWA (VERSÃO COMPLETA)

Água que entra no sistema (inclui água importada)	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (inclui água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido (estimado)	
		Consumo autorizado não faturado	Consumo não faturado medido (uso próprio, caminhão pipa, entre outros)	Água não faturada
			Consumo não faturado não medido	
	Perdas de água	Perdas aparentes (comerciais)	Uso não autorizado (fraudes e falhas de cadastro)	
			Erros de medição (macro e micromedição)	
		Perdas reais (físicas)	Vazamentos e extravasamentos nos reservatórios (de adução e/ou distribuição)	
			Vazamentos nas adutoras e/ou redes (de distribuição)	
Vazamentos nos ramais até o ponto de medição do cliente				

Fonte: IWA (2000). Elaboração: GO Associados.

O consumo autorizado pode ser classificado como faturado ou não faturado, que, por sua vez, são divididos nas seguintes subcategorias:

- I. Consumo Autorizado Faturado: i) O *consumo faturado medido* equivale ao volume de água registrado nos hidrômetros, incluindo o volume de água

¹ No passado, a metodologia de avaliação das perdas era diferente entre países e empresas. A IWA padronizou o entendimento dos componentes de usos da água em um sistema de abastecimento no Balanço Hídrico.

exportado; ii) O *consumo faturado não medido ou estimado* corresponde ao volume contabilizado utilizando os consumos médios históricos ou, nos casos em que não existe hidrômetro ou há falhas no seu funcionamento, o volume mínimo de faturamento.

- II. Consumo Autorizado não Faturado: i) O consumo *não faturado medido* é o volume de água utilizado pela empresa para atividades operacionais especiais; ii) O *consumo não faturado não medido* refere-se ao volume destinando a usos de caráter social, como as atividades do corpo de bombeiros, sem incluir as perdas geradas em áreas irregulares.

A IWA classifica as perdas levando em conta sua natureza: reais (físicas) ou aparentes (comerciais). As perdas reais equivalem ao volume de água perdido durante as diferentes etapas de produção – captação, tratamento, armazenamento e distribuição – antes de chegar ao consumidor final. No Quadro 2, são apresentadas as principais causas e as magnitudes das perdas reais para as diferentes etapas de produção.

QUADRO 2: PERDAS REAIS – ORIGENS E MAGNITUDES

	Subsistemas	Origens	Magnitudes
Perdas Reais (Físicas)	Adução de Água Bruta	Vazamento nas tubulações	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
		Limpeza do poço de sucção*	
	Tratamento	Vazamentos estruturais	Significativa, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
		Lavagem de filtros*	
		Descarga de lodo*	
	Reserva	Vazamentos estruturais	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
		Extravasamentos	
		Limpeza*	
	Adução de Água Tratada	Vazamentos nas tubulações	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
		Limpeza do poço de sucção*	
Descargas			
Distribuição	Vazamentos na rede	Significativa, em função do estado das tubulações e principalmente das pressões	
	Vazamentos em ramais		
	Descargas		

* Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para a operação.

Fonte: Ministério das Cidades (2003). Elaboração: GO Associados.

As perdas reais afetam diretamente os custos de produção e a demanda hídrica. Neste sentido, um elevado nível de perdas reais equivale a uma captação e a uma

produção superior ao volume efetivamente demandado, gerando ineficiências nos seguintes âmbitos:

- Produção
 - Maior custo dos insumos químicos, energia para bombeamento, entre outros fatores de produção;
 - Maior manutenção da rede e de equipamentos;
 - Uso excessivo da capacidade de produção e de distribuição existente; e
 - Maior custo oriundo da possível utilização de fontes de abastecimento alternativas de menor qualidade ou de difícil acesso.

- Ambiental
 - Pressão excessiva sobre as fontes de abastecimento do recurso hídrico; e
 - Maior custo de mitigação dos impactos negativos dessa atividade (externalidades).

As perdas aparentes correspondem aos volumes de água consumidos, mas não autorizados nem faturados, também denominadas perdas comerciais. Em termos gerais, são perdas decorrentes de erros na medição dos hidrômetros (por equívoco de leituras ou falha nos equipamentos), de fraudes, de ligações clandestinas ou mesmo de falhas no cadastro comercial. O Quadro 3 apresenta um detalhamento das perdas aparentes.

QUADRO 3: PERDAS APARENTES – ORIGENS E MAGNITUDES

	Origens	Magnitude
Perda Aparentes (Comerciais)	Ligações clandestinas/irregulares	Podem ser significativas, dependendo de: i. procedimentos cadastrais e de faturamento; ii. manutenção preventiva; iii. adequação de hidrômetros; e iv. monitoramento do sistema.
	Ligações sem hidrômetros	
	Hidrômetros parados	
	Hidrômetros que subestimam o volume consumido	
	Ligações inativas reabertas	
	Erros de leitura	
	Número de economias errado	

Fonte: Ministério das Cidades (2003). Elaboração: GO Associados.

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

No Quadro 4, detalham-se as principais causas e conseqüências das perdas reais e aparentes em um sistema de abastecimento de água potável.

QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DE PERDAS REAIS E APARENTES

Itens	Características Principais	
	Perdas Reais	Perdas Aparentes
Tipo de ocorrência mais comum	Vazamento	Erro de medição
Custos associados ao volume de água perdido	Custo de produção	- Tarifa - Receita Operacional
Efeitos no Meio Ambiente	- Desperdício do Recurso Hídrico - Necessidades de ampliações de mananciais	Uso descontrolado do Recurso Hídrico
Efeitos na Saúde Pública	Risco de contaminação	Ineficiência da arrecadação e aplicação de recursos financeiros
Empresarial	Perda do produto	Perda de receita
Consumidor	- Imagem negativa (ineficiência e desperdício)	Aumento das tarifas para ligações regulares
Efeitos no Consumidor	- Repasse para tarifa - Desincentivo ao uso racional	- Repasse para tarifa - Incitamento a roubos e fraudes

Elaboração: GO Associados.

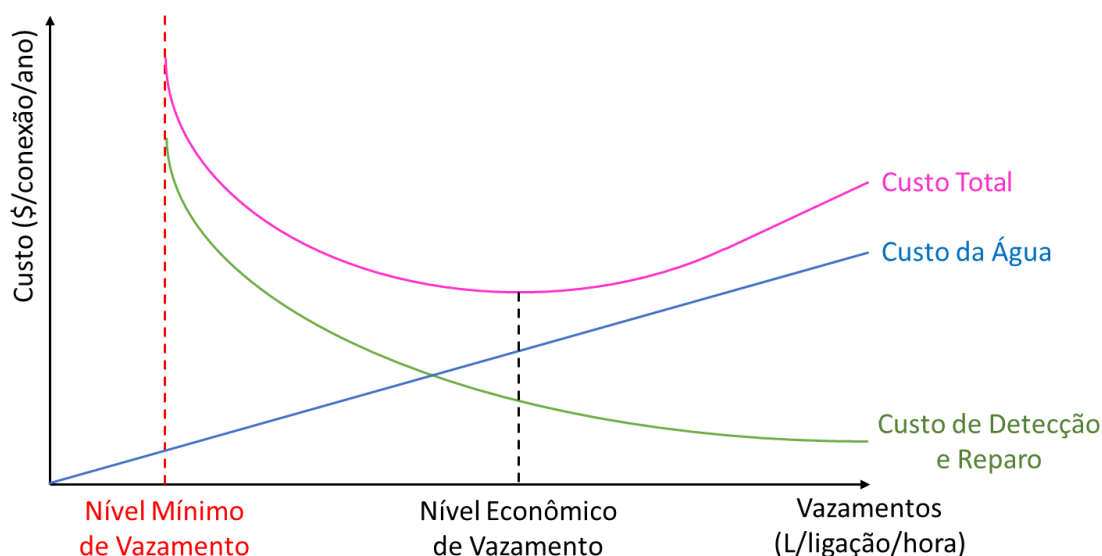
Cabe notar, como mencionado no início desta seção, a inviabilidade de eliminar completamente as perdas de água. Neste sentido, a IWA propõe o estabelecimento de limites eficientes para a redução de perdas, tendo-se em vista suas características:

- **Limite econômico:** volume a partir do qual os custos para reduzir as perdas são maiores do que o valor intrínseco dos volumes recuperados (varia de cidade para cidade, em função das disponibilidades hídricas, dos custos de produção etc.);

- **Limite técnico** ("perdas inevitáveis"): volume mínimo definido pelo alcance das tecnologias atuais dos materiais, das ferramentas, dos equipamentos e da logística.

No Quadro 5, apresentam-se tanto o “nível econômico ótimo de vazamentos” quanto o “nível mínimo de vazamentos”.

QUADRO 5: DETERMINAÇÃO DO NÍVEL EFICIENTE DE PERDAS DE ÁGUA



Fonte: United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2009)². Elaboração: GO Associados.

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

O custo total, por sua vez, será dado pela soma dos dois custos apresentados anteriormente. Portanto, o nível ótimo será dado pelo ponto no qual a curva de custo total

² USEPA (US Environmental Protection Agency). 2009. Control and Mitigation of Drinking Water Losses in Distribution Systems. Office of Water (4606M), EPA/816-D-09-001, November 2009. Disponível em: <https://nepis.epa.gov/Exec/QueryPDF.cgi/P1005WPU.PDF?Dockey=P1005WPU.PDF> Acesso em: 6 mai. 2020

atinge seu valor mínimo, denominado de nível econômico de vazamento. Já o nível mínimo de vazamento corresponde ao volume de perdas que não pode ser reduzido por limitações de tipo tecnológico. Conseqüentemente, mesmo nos sistemas de abastecimento de água considerados eficientes haverá um volume mínimo de água perdido.

2.2. REFERENCIAL LEGAL SOBRE PERDAS DE ÁGUA

Como visto na subseção anterior, o nível ótimo de perdas dependerá dos custos e benefícios dessa redução em cada caso concreto. Vale destacar que, em 2021, o MDR editou sua Portaria 490/2021, que visou ao estabelecimento de procedimentos gerais para o cumprimento das metas de universalização dos serviços públicos de saneamento básico para concessões que considerem, dentre outras condições, o nível de cobertura de serviço existente, a viabilidade econômico-financeira da expansão da prestação do serviço e o número de municípios atendidos. À época, contemplaram-se índices de perdas na distribuição e por ligação.

Segundo essas novas diretrizes, em cada município a ser beneficiado com “a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com recursos da União ou com recursos geridos ou operados por órgãos ou entidades da União”, os valores dos indicadores deveriam ser menores ou iguais a uma proporção do índice médio nacional da última atualização da base de dados do SINISA.

Tal critério vai se tornando mais rigoroso com o passar dos anos, de modo que partiu de 100% em 2021, mas chega até 65% em 2034. Contudo, tendo em vista as limitações técnicas apresentadas anteriormente, esses valores previstos ficam limitados a um mínimo de 25% em perdas na distribuição e de 216 L/ligação/dia em perdas volumétricas, caso a parcela da média nacional seja inferior a esses índices. São esses, portanto, os parâmetros de qualidade a serem perseguidos pelos municípios e pelos seus prestadores de serviços de saneamento básico.

3. METODOLOGIA

Esta seção visa a explicar a metodologia usada para compor o presente Estudo, incluindo uma breve descrição da base de dados empregada, seguida de uma elucidação do método utilizado para desenvolver o trabalho.

3.1. DADOS

Como antecipado na Introdução, o Estudo de Perdas foi elaborado com base nas informações disponibilizadas pelo SINISA, sistema que sucedeu ao SNIS como principal repositório de dados do setor. Esta foi a fonte mais completa sobre o setor de saneamento básico no Brasil, o que possibilitou um acompanhamento periódico e transparente sobre a evolução dos indicadores de saneamento básico nos municípios, permitindo que a sociedade tenha uma fonte adequada para a fiscalização do desenvolvimento destes serviços públicos essenciais. O SNIS, por sua vez, serviu de fundamento para o desenvolvimento do SINISA, que ampliou seu escopo ao incorporar novas informações e aprimorar a consolidação dos indicadores.

Tal como o SNIS, o SINISA reúne informações de prestadores estaduais, regionais e municipais de serviços de acesso à água, coleta e tratamento de esgoto, além de resíduos sólidos. É importante ressaltar que o SINISA também consolida as respostas voluntárias de questionários enviados às operadoras de saneamento básico brasileiras.

Os dados históricos estão disponíveis apenas no SNIS. Para o módulo de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, estão disponíveis para o período entre 1995 e 2022, enquanto os dados de coleta e destinação de resíduos sólidos abrangem o período de 2002 a 2022. Nesta edição, entretanto, foram empregadas as informações oriundas da versão mais recente do SINISA, cujos dados referem-se às informações verificadas para o ano de 2023, embora também tenham sido considerados dados históricos do SNIS de alguns indicadores.

Em 2023, o SINISA reuniu informação da prestação de serviços públicos de abastecimento de água em 5.242 municípios (94,1% dos 5.570 do país), abrangendo 201,6 milhões de habitantes (98,3% da população total). Essa amostra reuniu informações de 1.285 prestadores de serviços de abastecimento de água, sendo 56 deles com abrangência regional.

O SINISA contém dois tipos de dados: “informações” e “indicadores”. Os primeiros dizem respeito às estatísticas dos municípios oriundas do preenchimento dos formulários pelos próprios prestadores de serviço. Dentre eles, há dimensões contemplando população, água, esgoto, dados financeiros, balanços contábeis, qualidade do atendimento, tarifas praticadas, campos experimentais e complementares, além de demais serviços existentes no município. Já os indicadores correspondem a índices calculados com base nas referidas informações. Finalmente, as informações compiladas pelo sistema são defasadas temporalmente, de modo que os dados utilizados neste trabalho são referentes ao ano de 2023³.

3.2. INDICADORES

Considerando-se a disponibilidade limitada de dados com abrangência nacional apresentando, de maneira independente, perdas reais e aparentes, optou-se por utilizar índices percentuais e unitários baseados em volumes em que estão inclusos os dois tipos de perdas mencionados. Em particular, escolheram-se três indicadores: IAG2012 – Índice de Perdas no Faturamento, IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição, e IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação, cujas metodologias de cálculo foram elaboradas pelo Ministério das Cidades especificamente para o SINISA. Todos serão detalhados na

³ É importante ressaltar que o SINISA possui defasagem de reporte de dois anos em relação ao período a que se referem os dados. Isso significa que a edição divulgada em março de 2025 tem por base os dados referentes ao ano de 2023, sendo, por este motivo, chamado de SINISA (2023).

sequência, embora o Quadro 6 já apresente suas principais características, antecipando aquilo que se deseja avaliar.

QUADRO 6: CARACTERÍSTICAS DOS INDICADORES ANALISADOS

INDICADOR	OBJETIVO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Índice de Perdas no Faturamento (IAG2012)	Avaliar o nível da água não faturada em um sistema de distribuição em termos percentuais (sem o volume de serviço)	Apresenta uma visão sobre o que a empresa está produzindo e não consegue faturar	<ul style="list-style-type: none"> - As empresas definem o volume de serviço de maneira muito diferente, logo, a comparação desse índice para pode trazer distorções. - As perdas são calculadas com base no volume faturado. A depender da metodologia utilizada (ex: faturamento pelo consumo estimado), pode não refletir o nível de eficiência da empresa
Índice de Perdas na Distribuição (IAG2013)	Avaliar o nível de água não consumida em um sistema de distribuição em termos percentuais	Fornecer uma aproximação útil para a análise do impacto das perdas na distribuição (físicas e aparentes), em relação ao volume produzido	<ul style="list-style-type: none"> - As empresas definem o volume de serviço de maneira diferente, logo, a comparação desse índice pode trazer distorções - A comparação pode ser prejudicada pelos baixos níveis de macromedição e micromedição de algumas empresas
Índice de Perdas por Ligação (IAG2015)	Avaliar o nível de água não consumida em um sistema de distribuição em termos volumétricos (L/dia/ligação).	Reflete a variação do nível de perdas por ligação	<ul style="list-style-type: none"> - As empresas definem o volume de serviços de maneira diferente, logo, a comparação desse índice pode trazer distorções - Na medição de eficiência, a comparação entre as cidades não pode ser feita diretamente. Mantendo-se tudo constante, cidades com maior verticalização e maior consumo por habitante terão indicador maior do que cidades menos verticalizadas e com menor consumo por habitante.

Elaboração: GO Associados.

3.2.1. IAG2012 – Índice de Perdas no Faturamento

Este indicador corresponde ao “IAG2012 – Índice de Perdas no Faturamento” do SINISA, e é calculado da seguinte maneira:

$$IAG2012 = \frac{GTA1001 + GTA1009 - GTA1221}{GTA1001 + GTA1009} \times 100$$

Onde:

- GTA1001 corresponde ao volume de água produzido;

- GTA1221 corresponde ao volume de água faturado; e
- GTA1009 corresponde ao volume de água tratado importado.

3.2.2. IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição

Este indicador corresponde ao “IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição” do SINISA, e é calculado da seguinte maneira:

$$IAG2013 = \frac{GTA1001 + GTA1009 - GTA1207 - GTA1211 - GTA1203}{GTA1001 + GTA1009} \times 100$$

Onde:

- GTA1207 corresponde ao volume de água autorizado não faturado;
- GTA1211 corresponde ao volume de água consumido; e
- GTA1203 corresponde ao volume de água tratada exportado.

3.2.3. IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação

Este indicador corresponde ao “IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação” do SINISA, e é calculado da seguinte maneira:

$$IAG2015 = \frac{\frac{GTA1001 + GTA1009 - GTA1207 - GTA1211 - GTA1203}{GTA0003 + GTA0003_A}}{2} \times \frac{1.000.000}{365}$$

- GTA0003_A corresponde à quantidade de ligações ativas de água no ano anterior.

3.3. DIFERENÇAS NAS ABORDAGENS METODOLÓGICAS DO SINISA PARA O SNIS

A transição dos indicadores de perdas do SNIS para o SINISA resultou em ajustes na forma de apuração e segregação dos volumes considerados em cada indicador.

Essas alterações impactam a composição das fórmulas utilizadas e, conseqüentemente, a interpretação dos resultados.

Com o objetivo de facilitar a identificação das diferenças metodológicas, o Quadro 7 apresenta uma síntese comparativa das fórmulas aplicadas em cada base, com destaque visual para os elementos alterados.

QUADRO 7: COMPARATIVO DAS FÓRMULAS DOS INDICADORES DE PERDAS (SNIS VS SINISA)

Indicador	SNIS	SINISA
Índice de Perdas no Faturamento	$(AG006 + AG018 - AG011 - AG024) / (AG006 + AG018 - AG024)$ AG006 corresponde ao volume de água produzido AG018 corresponde ao volume de água tratado importado AG011 corresponde ao volume de água faturado AG024 corresponde ao volume de serviços	$(GTA1001 + GTA1009 - GTA1221) / (GTA1001 + GTA1009)$ GTA1001 corresponde ao volume de água produzido GTA1009 corresponde ao volume de água tratado importado GTA1221 corresponde ao volume de água faturado
Índice de Perdas na Distribuição	$(AG006 + AG018 - AG010 - AG024) / (AG006 + AG018 - AG024)$ AG006 corresponde ao volume de água produzido AG018 corresponde ao volume de água tratado importado AG010 corresponde ao volume de água consumido AG024 corresponde ao volume de serviços	$(GTA1001 + GTA1009 - GTA1207 - GTA1211 - GTA1203) / (GTA1001 + GTA1009)$ GTA1001 corresponde ao volume de água produzido GTA1009 corresponde ao volume de água tratado importado GTA1207 corresponde ao volume de água autorizado não faturado GTA1211 corresponde ao volume de água consumido GTA1203 corresponde ao volume de água tratada exportado
Índice de Perdas por Ligação	$(AG006 + AG018 - AG010 - AG024) / AG002 *$ AG006 corresponde ao volume de água produzido AG018 corresponde ao volume de água tratado importado AG010 corresponde ao volume de água consumido AG024 corresponde ao volume de serviços AG002* corresponde à quantidade de ligações ativas de água (no caso, o asterisco designa a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo)	$(GTA1001 + GTA1009 - GTA1207 - GTA1211 - GTA1203) / (GTA0003 + GTA0003_A) / 2$ GTA1001 corresponde ao volume de água produzido; GTA1009 corresponde ao volume de água tratado importado GTA1207 corresponde ao volume de água autorizado não faturado GTA1211 corresponde ao volume de água consumido GTA1203 corresponde ao volume de água tratada exportado GTA0003 corresponde ao número de ligações ativas de água no ano corrente GTA0003_A corresponde ao número de ligações ativas de água no ano anterior

Elaboração: GO Associados.

A partir dessa comparação, observam-se algumas distinções específicas entre os cálculos dos indicadores:

- No SNIS, os volumes de serviços eram descontados do numerador e denominador nos indicadores de perdas no faturamento e na distribuição, e apenas do numerador no caso das perdas por ligação;
- No SINISA, o volume de água autorizado não faturado passa a ser descontado apenas do numerador nos indicadores de perdas na distribuição e por ligação, sem incidência no denominador. Para o indicador de perdas no faturamento, não há desconto desse volume nem no numerador nem no denominador;
- Adicionalmente, o SINISA introduz o desconto do volume de água tratada exportado nos indicadores de perdas na distribuição e por ligação, elemento que não era considerado pelo SNIS. Entretanto, esse volume não é descontado no cálculo do indicador de perdas no faturamento.

Essas adaptações metodológicas refletem um esforço de aprimoramento dos critérios de mensuração e de aproximação a boas práticas internacionais. Todavia, elas influenciam a comparabilidade temporal dos resultados, em especial para o indicador de perdas no faturamento, cujas séries históricas podem ser afetadas pelas novas definições de cálculo.

Diante disso, recomenda-se a manutenção da diretriz adotada na edição de 2024 do estudo, que optou por não realizar comparações históricas para esse indicador, privilegiando análises a partir da metodologia vigente. Tal abordagem assegura maior consistência interpretativa e evita leituras impropriamente influenciadas por rupturas metodológicas.

3.4. AMOSTRA

Foram coletadas informações agregadas do Brasil, de suas macrorregiões e das unidades federativas. Além disso, foram levantados também os dados dos 100 maiores

municípios brasileiros em termos de estimativas populacionais de 2023, calculadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O Quadro 8 reúne as observações que compõem essa amostra.

QUADRO 8: MUNICÍPIOS CONSIDERADOS NA AMOSTRA

Município	UF	População Total
São Paulo	SP	11.566.686
Rio de Janeiro	RJ	6.273.245
Brasília	DF	2.845.771
Fortaleza	CE	2.452.976
Salvador	BA	2.441.651
Belo Horizonte	MG	2.338.667
Manaus	AM	2.084.560
Curitiba	PR	1.791.473
Recife	PE	1.503.769
Goiânia	GO	1.451.859
Porto Alegre	RS	1.346.112
Belém	PA	1.316.365
Guarulhos	SP	1.304.749
Campinas	SP	1.150.488
São Luís	MA	1.048.172
Maceió	AL	967.516
Campo Grande	MS	907.181
São Gonçalo	RJ	905.630
Teresina	PI	875.008
João Pessoa	PB	842.370
São Bernardo do Campo	SP	818.876
Duque de Caxias	RJ	816.205
Nova Iguaçu	RJ	793.717
Natal	RN	758.771
Santo André	SP	756.472
Osasco	SP	735.955
Sorocaba	SP	731.047
Uberlândia	MG	720.456
Ribeirão Preto	SP	705.713
São José dos Campos	SP	704.084
Cuiabá	MT	657.477
Jaboatão dos Guararapes	PE	650.476
Contagem	MG	628.097
Joinville	SC	622.573
Feira de Santana	BA	622.487
Aracaju	SE	608.812
Londrina	PR	561.568
Juiz de Fora	MG	546.184
Florianópolis	SC	542.693
Aparecida de Goiânia	GO	533.139
Serra	ES	525.965
Campos dos Goytacazes	RJ	488.392
Belford Roxo	RJ	487.930
Niterói	RJ	486.562
São José do Rio Preto	SP	485.263
Ananindeua	PA	483.572

Município	UF	População Total
Vila Velha	ES	472.447
Caxias do Sul	RS	468.160
Porto Velho	RO	465.066
Mogi das Cruzes	SP	456.078
Jundiaí	SP	447.720
Macapá	AP	447.402
São João de Meriti	RJ	445.357
Piracicaba	SP	427.610
Campina Grande	PB	423.602
Santos	SP	422.794
Mauá	SP	422.445
Montes Claros	MG	418.429
Boa Vista	RR	417.752
Betim	MG	415.994
Maringá	PR	413.800
Anápolis	GO	402.917
Diadema	SP	397.175
Carapicuíba	SP	390.869
Petrolina	PE	390.748
Bauru	SP	382.969
Caruaru	PE	381.886
Vitória da Conquista	BA	374.647
Itaquaquecetuba	SP	373.010
Rio Branco	AC	368.429
Blumenau	SC	364.921
Ponta Grossa	PR	361.997
Caucaia	CE	359.262
Cariacica	ES	357.030
Franca	SP	356.091
Praia Grande	SP	353.520
Olinda	PE	353.453
Cascavel	PR	351.589
Canoas	RS	351.154
Paulista	PE	345.626
Uberaba	MG	341.252
Santarém	PA	335.295
São Vicente	SP	333.208
Ribeirão das Neves	MG	333.122
São José dos Pinhais	PR	332.985
Pelotas	RS	328.940
Vitória	ES	326.094
Barueri	SP	319.711
Taubaté	SP	313.874
Suzano	SP	310.544
Palmas	TO	305.791
Camaçari	BA	303.429
Várzea Grande	MT	303.123
Limeira	SP	294.801
Guarujá	SP	290.508
Juazeiro do Norte	CE	289.014
Foz do Iguaçu	PR	288.295
Sumaré	SP	282.374
Petrópolis	RJ	281.656
Cotia	SP	277.229

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

3.5. IMPACTOS DA REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA

Para se estimar os potenciais ganhos com a redução de perdas no Brasil, tomou-se como base a água não faturada, em conformidade com o balanço hídrico proposto pela IWA (2000), a qual inclui perdas comerciais e perdas físicas. Os benefícios esperados são de aumento da receita (com a redução das perdas comerciais) e diminuição de custos (com a queda nas perdas físicas).

Para realizar o cálculo desses impactos, estimou-se inicialmente o balanço hídrico do Brasil, quantificando o custo total das perdas em 2023. Em uma segunda etapa, foram propostos cenários para a redução de perdas de água, tendo cada resultado sido comparado ao patamar atual como referência.

3.5.1. Custo Total das Perdas de Água

Nesta etapa, procurou-se mensurar o custo total gerado pelas perdas de água (físicas e comerciais) no Brasil. Assim, os cálculos apresentam as perdas financeiras em termos totais ou os impactos auferidos caso as perdas sejam reduzidas a 0%. Este cenário é importante para dar uma dimensão geral do problema e avaliar os possíveis ganhos com a redução das perdas de água apesar de um cenário de perda zero ser inviável.

- 1) Estimativa do balanço hídrico utilizando as informações agregadas para o Brasil, reportadas no SINISA (2023) – Quadro 9. Para a divisão das perdas de água entre perdas físicas e comerciais optou-se por utilizar a referência do Banco Mundial⁴ para países em desenvolvimento, que indica que as perdas podem ser divididas em 60% de perdas físicas e 40% de perdas comerciais.

⁴ LIEMBERGER, Roland et al. The Challenge of Reducing Non-Revenue Water in Developing Countries-How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting. 2006. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/385761468330326484/pdf/394050Reducing1e0water0WSS81PUBLIC1.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2021.

QUADRO 9: BALANÇO HÍDRICO PROPOSTO PELA IWA (VERSÃO SIMPLIFICADA)

Água que entra no sistema (inclui água importada)	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido	Água faturada
		Consumo faturado não medido	
		Consumo autorizado não faturado	Água não faturada
		Perdas aparentes (comerciais)	
		Perdas reais (físicas)	

Fonte: IWA (2000). Elaboração: GO Associados.

- 2) Quantificação dos impactos gerados pela redução de perdas físicas. A redução das perdas físicas gera como principal benefício a redução dos custos dos operadores, já que em um cenário de menores perdas físicas os operadores poderiam reduzir a produção de água e manter os níveis de atendimento.
- Estimou-se o custo marginal de produção de água no Brasil com base nos custos por m³ dispendidos com produtos químicos, energia e serviços de terceiros⁵.
 - Multiplicou-se o custo marginal de produção de água pelo volume das perdas físicas em m³.

Matematicamente:

$$\text{Impacto PF (R\$)} = \text{Vol. PF (m}^3\text{)} \times \text{CMg Prod. Água (R\$/m}^3\text{)}$$

- 3) Quantificação dos impactos gerados pela redução de perdas comerciais. Por sua vez, a redução das perdas comerciais gera um aumento das receitas dos operadores uma vez que aumenta o volume faturado de água. Assim, os impactos da redução das perdas comerciais consistem na multiplicação da receita operacional direta média de usuários de água⁶ (de acordo com o último SINISA) pelo volume das perdas comerciais de água.

Matematicamente:

⁵ Para o caso dos serviços de terceiros considerou-se parcela de 20% do total gasto como equivalente a manutenções operacionais que podem ser reduzidas com as quedas nas perdas.

⁶ Este indicador (IFA1001) substitui, no SINISA, o indicador de tarifa média de água que era divulgado no SNIS (IN005).

$$\text{Impacto PC (R\$)} = \text{Vol. PC (m}^3\text{)} \times \text{IFA1001 (R\$/m}^3\text{)}$$

- 4) Quantificação dos impactos gerados pela redução do consumo autorizado não faturado. A redução do consumo autorizado não faturado gera como principal benefício a redução dos custos dos operadores, já que em um cenário de menores volumes gastos com este consumo não faturado os operadores poderiam reduzir a produção de água e manter os níveis de atendimento.
- a) Estimou-se o custo marginal de produção de água no Brasil com base nos custos por m³ dispendidos com produtos químicos, energia e serviços de terceiros.
 - b) Multiplicou-se o custo marginal de produção de água pelo volume de serviços em m³.

Matematicamente:

$$\text{Impacto GTA1207 (R\$)} = \text{GTA1207 (m}^3\text{)} \times \text{CMg Prod. Água (R\$/m}^3\text{)}$$

- 5) Quantificação dos impactos totais gerados pela redução de perdas de água. Os impactos totais da redução das perdas de água consistem na somatória dos impactos causados pela redução das perdas físicas, comerciais e volume de serviços.

Matematicamente:

$$\text{Impacto Tot.} = \text{Impacto PF} + \text{Impacto PC} + \text{Impacto GTA1207}$$

3.5.2. Diferentes Cenários de Redução

- 6) Definição dos cenários de redução de perdas. Foram definidos três cenários para a média nacional do nível de perdas, com base no nível a ser alcançado em 2034: 15% (otimista), 25% (realista) e 35% (pessimista). É válido mencionar que mesmo a primeira dessas metas ainda se situa acima de índices já alcançados por países como Estados Unidos e Austrália, ou municípios como Nova Iorque, Toronto, Tóquio, Copenhague e Cingapura. Portanto, entende-se que, embora bastante desafiador, é possível alcançar indicadores iguais ou inferiores a 15%. Exceto pelo cenário pessimista, tais objetivos são mais ambiciosos do que o

estabelecido pelo PLANSAB em 2013, que previa um índice de perdas de 31% em 2033. Já o cenário realista tido como base foi estabelecido pela Portaria 490/2021.

- 7) Quantificação dos ganhos brutos da redução de perdas. Como mostrado ao longo da seção, a redução de perdas terá como consequências positivas a redução de custos (tendo-se em vista a redução de produção) e o aumento das receitas para a concessionária (tendo-se em vista o aumento do volume faturado).
- a) Assim, são quantificados conforme a curva de redução dos cenários propostos no item 5, os ganhos anuais da redução de cada uma das variáveis (perdas físicas e perdas comerciais) e o impacto total é comparado com o nível atual de perdas.
- b) Por exemplo, se o impacto total das perdas calculado no item 4 é igual a R\$ 100 para 2023, e o valor estimado para 2024 é de R\$ 95, os ganhos brutos com a redução de perdas em 2024 são de R\$ 5.

QUADRO 10: EXEMPLO DE GANHOS BRUTOS DE REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA

Ano	Impacto Total das Perdas	Ganhos Brutos de Redução das Perdas
2023 (ano 0)	100	-
2024 (ano 1)	95	5
2025 (ano 2)	80	20
⋮		

Elaboração: GO Associados.

- 8) Quantificação dos ganhos líquidos da redução de perdas. Para medir o ganho líquido do programa de redução de perdas ao longo do tempo é preciso também estimar os investimentos necessários nas diversas ações a serem realizadas: caça-vazamentos, troca de tubulações, conexões e ramais, caça-fraude, troca de hidrômetros, entre outros.
- a) Neste caso, a premissa utilizada para o investimento foi a de que o custo do programa de redução de perdas corresponde a cerca de 50% do seu

benefício⁷. Na prática, entende-se que essa relação dependerá muito do tipo de investimento a ser realizado (redução de perda física, redução de perda comercial), do estágio das perdas em cada município e das próprias características de cada sistema de abastecimento.

- b) O ganho líquido consiste no ganho bruto líquido dos investimentos. Ou seja, para um benefício de R\$ 10 bilhões, o custo será de R\$ 5 bilhões e o ganho líquido, de R\$ 5 bilhões.

⁷ Este percentual é mencionado em estudo da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate. Rio de Janeiro, RJ, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/16052-Perdas-em-sistemas-de-abastecimento-de-agua-diagnostico-potencial-de-ganhos-com-sua-reducao-e-propostas-de-medidas-para-o-efetivo-combate.html>. Acesso em: 18 mai. 2021.

4. PERDAS DE ÁGUA EM RECORTES GEOGRÁFICOS

O objetivo desta seção é realizar uma avaliação dos indicadores de perdas de água atuais aos níveis mundial, nacional, regional e estadual.

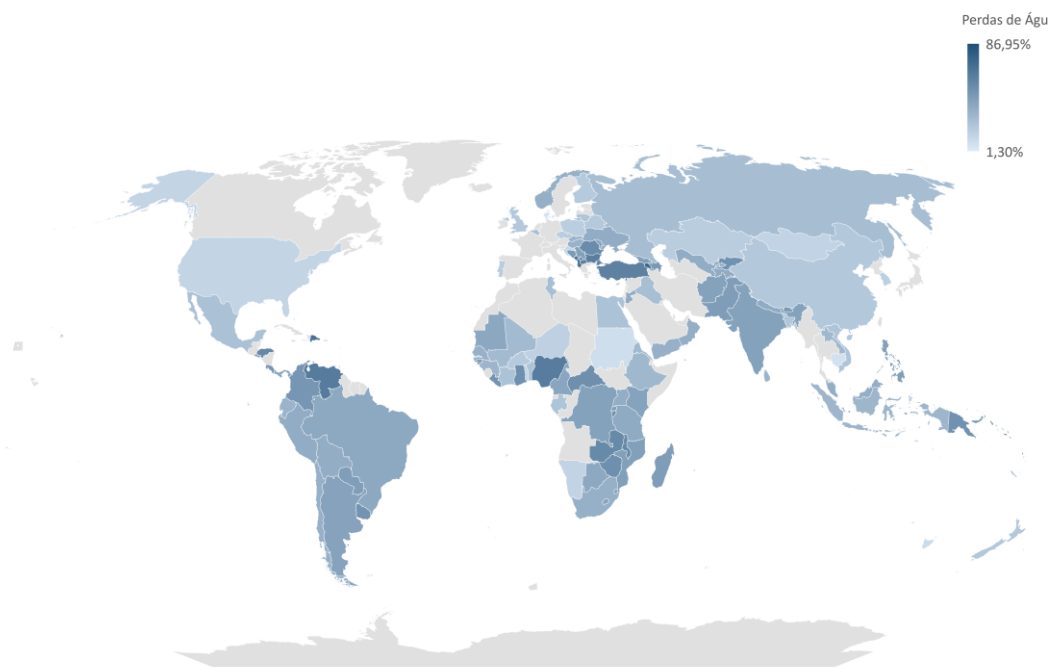
4.1. MUNDIAL

Esta subseção busca apresentar o padrão internacional do nível de perdas. É importante levar em consideração que, em muitos países, a diferenciação entre o volume consumido e o volume faturado não é comumente utilizada. Assim sendo, as estatísticas apresentadas têm como propósito evidenciar a tendência geral, mas não ordenar os países diretamente, uma vez que a comparação entre os indicadores pode gerar distorções oriundas das diferentes metodologias de cálculo.

A principal fonte de informações sobre água não faturada a nível mundial é a *International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities* (IBNET). Vale destacar que a periodicidade dos dados disponíveis varia bastante entre os países, de tal modo que algumas observações datam de anos recentes, enquanto noutras os valores disponíveis mais atuais são referentes ao início dos anos 2000.

O Quadro 11 apresenta os índices de perdas de cada país no ano cujo dado mais recente estava presente. Para fins de comparação, no caso brasileiro, foi considerado o IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição do SINISA de 2023, no valor de 40,31%.

QUADRO 11: PERDAS DE ÁGUA EM PAÍSES DO MUNDO



© Australian Bureau of Statistics, GeoNames, Microsoft, Navinfo, Open Places, OpenStreetMap, TomTom, Zenrin
Powered by Bing

Fonte: IBNET (2022), SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

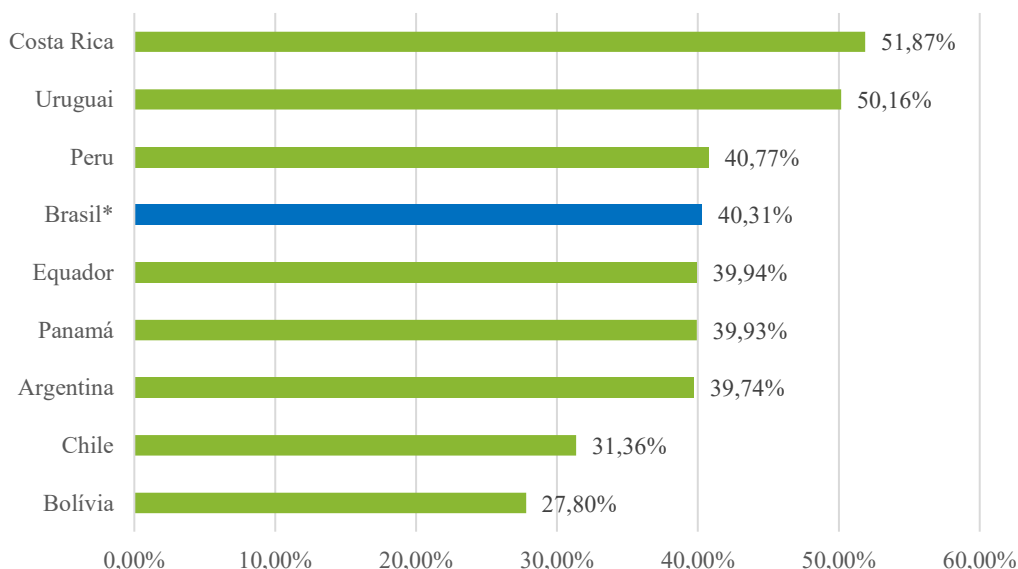
É possível constatar que o Brasil se encontra distante tanto de países desenvolvidos, como de seus pares em desenvolvimento. O país obteve a 86ª posição no ordenamento das 139 nações analisadas, ficando atrás da China de 2012, com 20,54%, da Rússia de 2020, com 26,59% e da África do Sul de 2017, que tinha 33,73% de perdas de água.

Em relação à situação de perdas na América Latina, a *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Americas* (ADERASA) possui dados desagregados ao nível de 97 operadores de saneamento distintos em nove países latino-americanos. No caso, o indicador de interesse é o IOA-09 (*Pérdidas en Red en Porcentaje de Agua Despachada*), que mede a perda na rede em relação ao total de água que nela ingressou em termos percentuais.

Assim como o SINISA, a ADERASA realiza frequentemente um informe anual contendo dados defasados em um ano. Logo, embora sua edição mais recente date de 2022, as informações lá contidas são referentes a 2020. Ademais, como dito acima, os

dados são observados ao nível do prestador de serviços, o que não é o foco do presente Estudo. Logo, agregaram-se as observações utilizando-se a média aritmética simples dos índices de perdas por país, e tais resultados são apresentados no Quadro 12.

QUADRO 12: PERDAS DE ÁGUA EM PAÍSES LATINOAMERICANOS



Fonte: ADERASA (2020), SINISA (2023). Elaboração: GO Associados. Nota: no caso brasileiro, adotou-se o IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição, calculado com dados do SINISA referentes ao ano de 2023.

4.2. NACIONAL

Quando se comparam os indicadores de perdas de água do Brasil com os padrões internacionais, observa-se que o sistema de abastecimento ainda apresenta grande distância da fronteira tecnológica em termos de eficiência. As perdas na distribuição de água no Brasil situaram-se em torno de 40% em 2023, cerca de 25 pontos percentuais acima da média dos países desenvolvidos, que foi de 15%. Tais estatísticas estrangeiras foram fornecidas pelo Banco Mundial⁸ e correspondem a valores de 2006, o que torna a

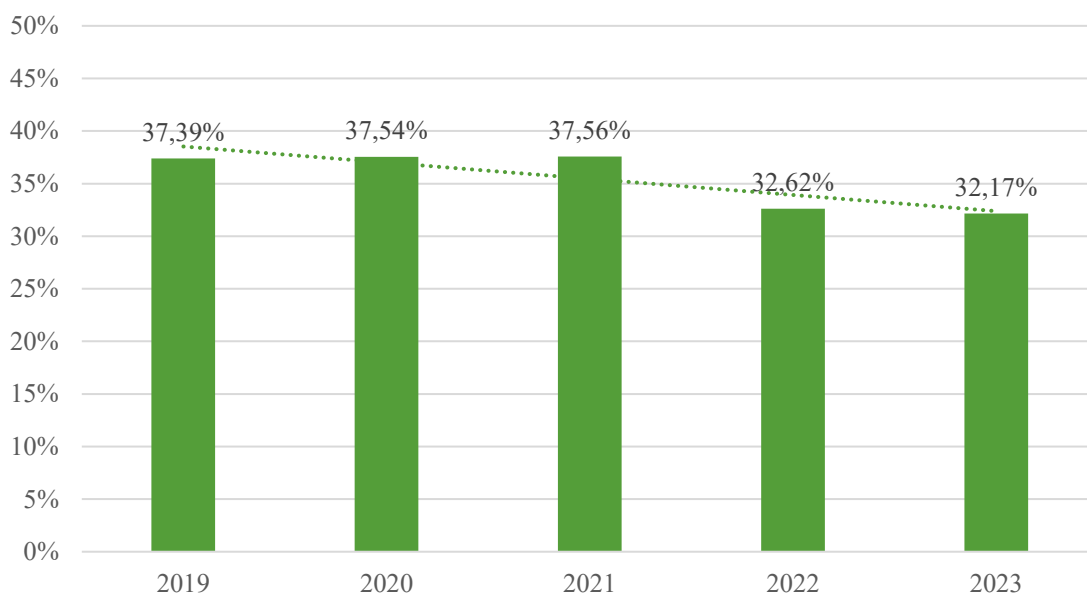
⁸ LIEMBERGER, Roland et al. The Challenge of Reducing Non-Revenue Water in Developing Countries-How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting. 2006. Disponível em: <http://documents1.worldbank.org/curated/en/385761468330326484/pdf/394050Reducing1e0water0WSS81PUBLIC1.pdf>. Acesso em: 13 mai. 2022.

situação interna ainda mais grave, quando se considera que a passagem do tempo é geralmente acompanhada de melhora no setor, oriunda principalmente de avanços tecnológicos e de investimentos.

O quadro torna-se ainda mais preocupante ao se verificar que a maior parte das empresas não mede as perdas de água de maneira consistente. Por exemplo, não são divulgadas informações no SINISA que reflitam de maneira independente as perdas físicas e as comerciais. O Quadro 13 mostra a evolução das perdas no faturamento no quinquênio mais recente disponível no SNIS/SINISA, 2019–2023, indicando que poucos foram os esforços realizados com o intuito de diminuir as perdas de água no Brasil.

Em relação à evolução das perdas na distribuição do Brasil no mesmo período, 2019-2023, presente no Quadro 14, a última observação, 40,31%, é superior a primeira, 39,24%, valor significativamente superior à meta de 25%. Finalmente, no caso da evolução das perdas por ligação brasileiras do mesmo intervalo, houve uma piora no indicador, de modo que parte de 339,48 L/ligação/dia em 2018 e chega a 348,86 L/ligação/dia em 2023, sendo que a meta estabelecida pelo MDR é de 216 L/ligação/dia. Esta última análise está presente no Quadro 15.

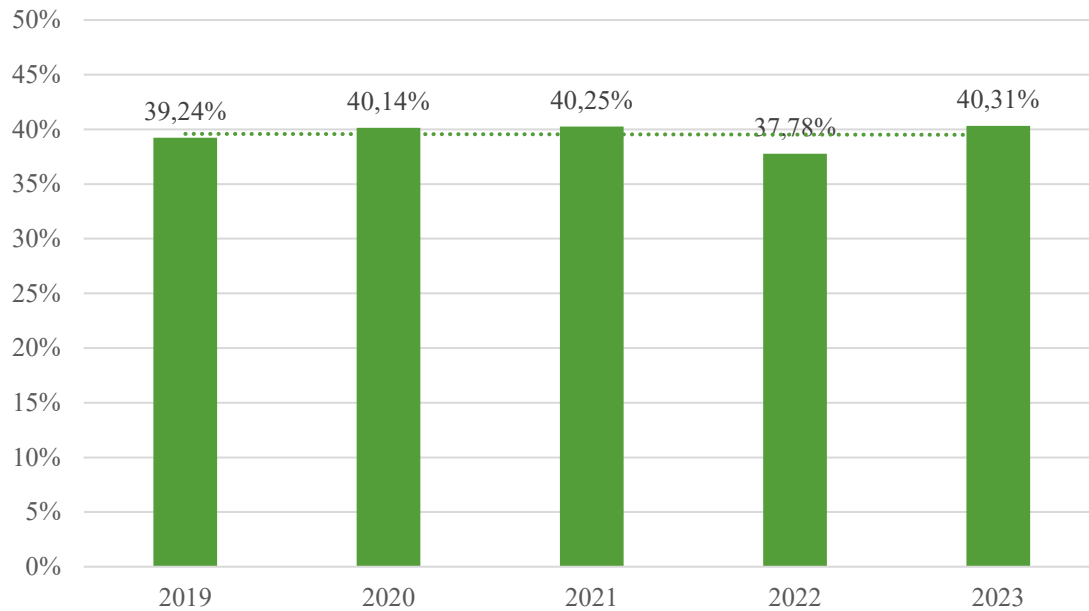
QUADRO 13: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO NO BRASIL, 2019–2023



Fontes: SNIS(2022); SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Obs: A evolução histórica deve ser analisada com cautela, uma vez que existem diferenças metodológicas no indicador, a partir de 2023, conforme destacado na subseção 3.3. deste relatório

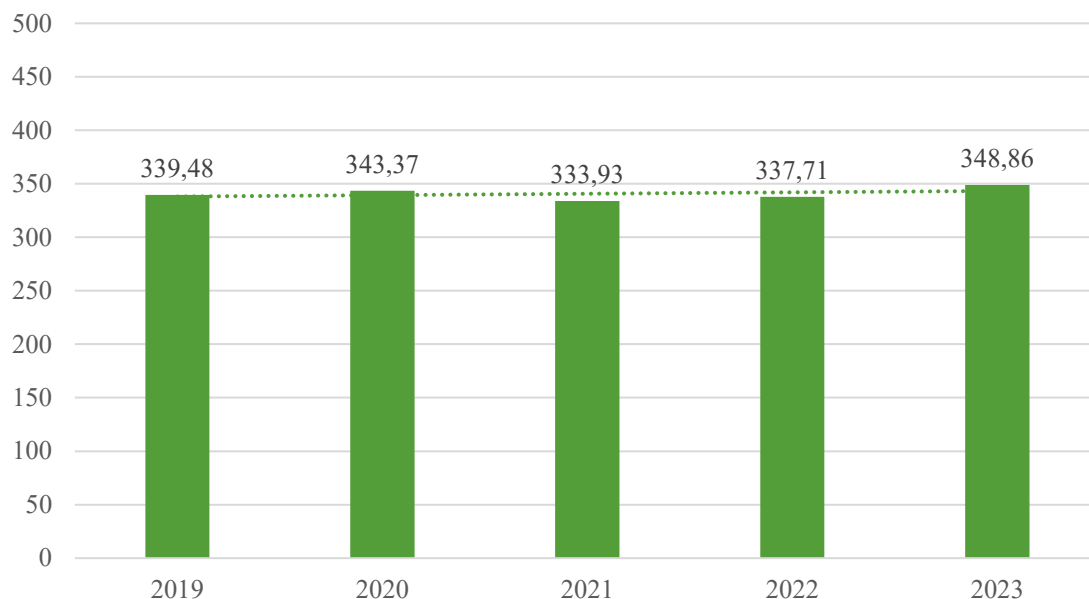
QUADRO 14: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO NO BRASIL, 2019–2023



Fontes: SNIS(2022); SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Obs: A evolução histórica deve ser analisada com cautela, uma vez que existem diferenças metodológicas no indicador, a partir de 2023, conforme destacado na subseção 3.3. deste relatório

QUADRO 15: EVOLUÇÃO DAS PERDAS POR LIGAÇÃO NO BRASIL, 2019–2023



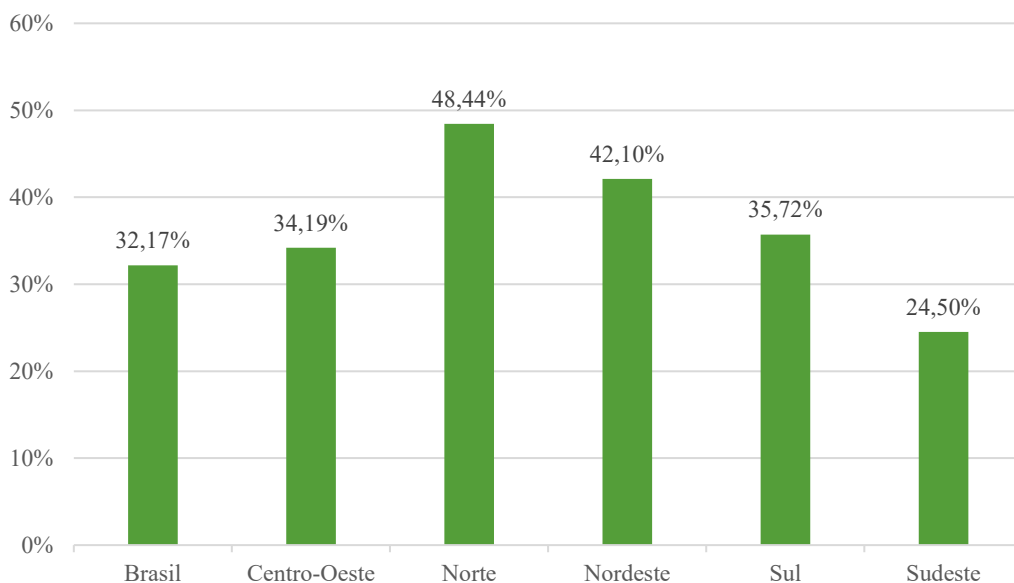
Fontes: SNIS(2022); SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Obs: A evolução histórica deve ser analisada com cautela, uma vez que existem diferenças metodológicas no indicador, a partir de 2023, conforme destacado na subseção 3.3. deste relatório

4.3. REGIONAL

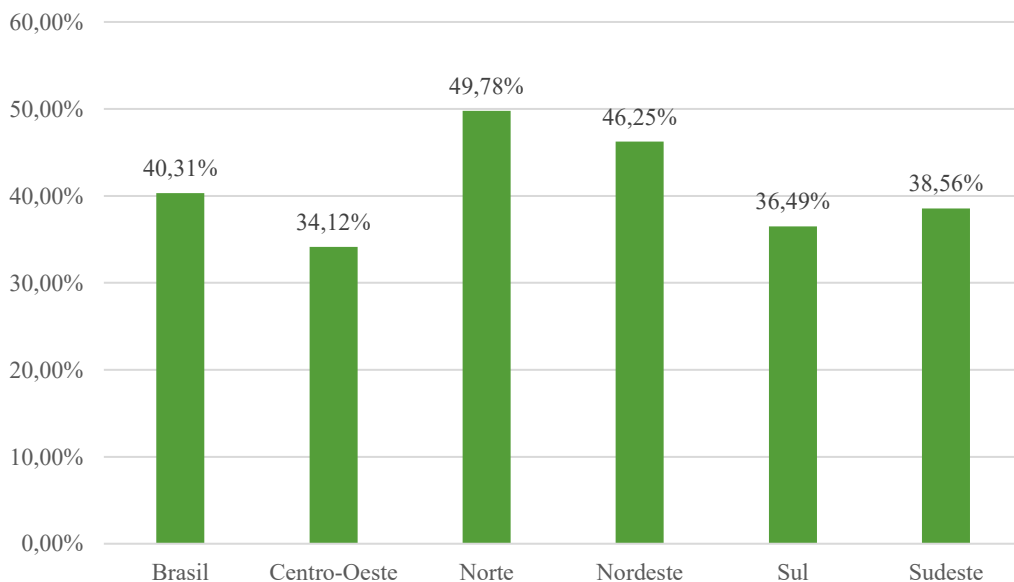
Deve-se notar que a situação de perdas no Brasil apresenta grande heterogeneidade quando se comparam suas diversas macrorregiões. A seguir, são apresentados os indicadores de interesse ao nível regional com dados do SINISA de 2023.

QUADRO 16: PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO BRASILEIRA, 2023



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 17: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO BRASILEIRA, 2023

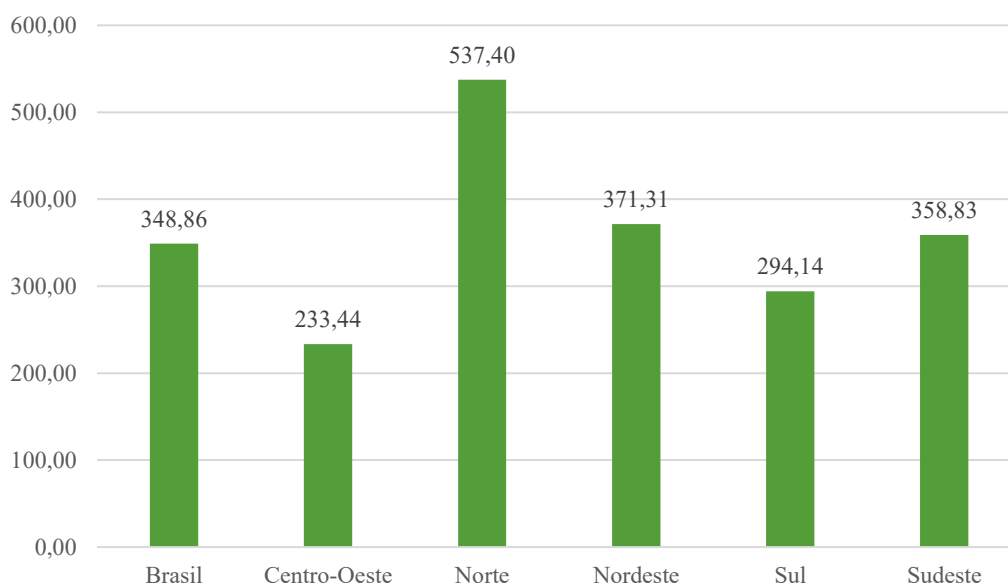


Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Da análise conjunta do Quadro 16 e do Quadro 17, é possível concluir haver uma grande diferença entre os níveis de eficiência do abastecimento de água nas diversas regiões brasileiras, sendo as regiões Norte e Nordeste as mais carentes e que devem

enfrentar maiores desafios para reduzirem seus índices de perdas. Além disso, essas regiões também são aquelas que possuem os piores indicadores de atendimento de água, de coleta e de tratamento de esgotos.

QUADRO 18: PERDAS POR LIGAÇÃO POR MACRORREGIÃO BRASILEIRA, 2023

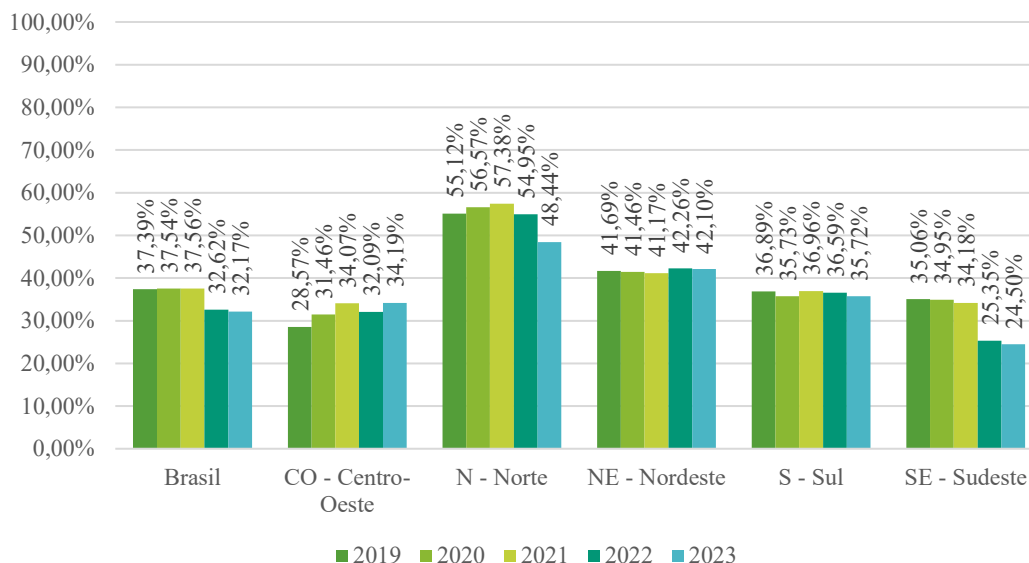


Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados. Nota: unidades em L/ligação/dia.

Como se pode ver no Quadro 18, nenhuma das regiões apresenta média de perdas por ligação dentro do padrão de excelência de 216 L/ligação/dia em 2023. O pior desempenho foi observado pela região Norte seguida das regiões Nordeste e Sudeste, com indicadores em patamares semelhantes. As regiões Sul e Centro-Oeste, ainda que apresentem indicador médio acima do padrão de excelência, apresentaram índices inferiores a 300 L/ligação/dia.

É importante ressaltar que esse indicador não é necessariamente comparável entre diferentes regiões, uma vez que ele tende a aumentar quanto maior for a verticalização dos municípios (economias por ligação) ou quão maior for a taxa de ocupação das residências (habitantes por economia). Por esta razão, apresentam-se na sequência as evoluções deste e dos demais índices de perdas ao nível regional no quinquênio mais recente disponível no SINISA, 2019-2023.

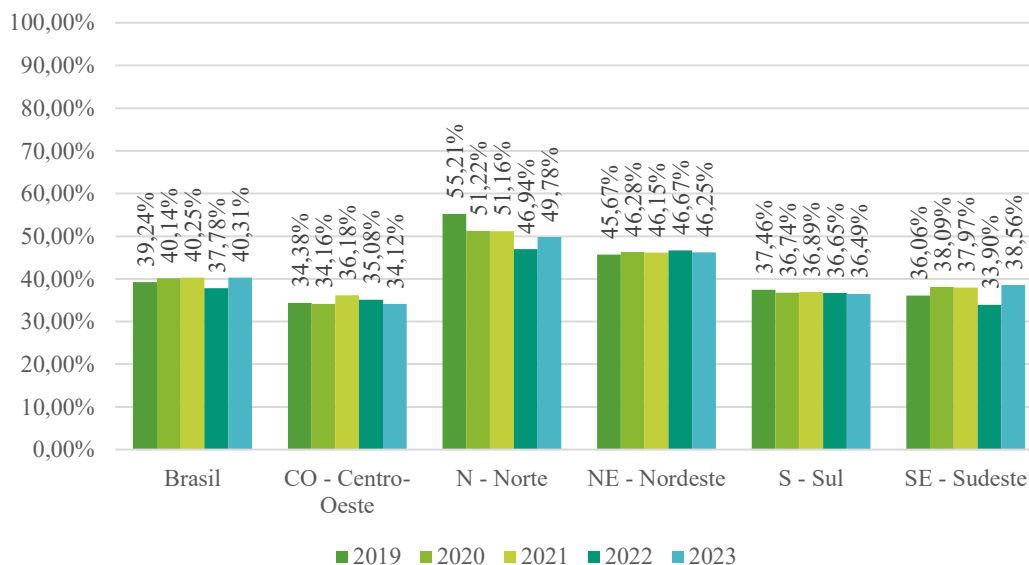
QUADRO 19: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO



Fontes: SNIS(2022); SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Obs: A evolução histórica deve ser analisada com cautela, uma vez que existem diferenças metodológicas no indicador, a partir de 2023, conforme destacado na subseção 3.3. deste relatório

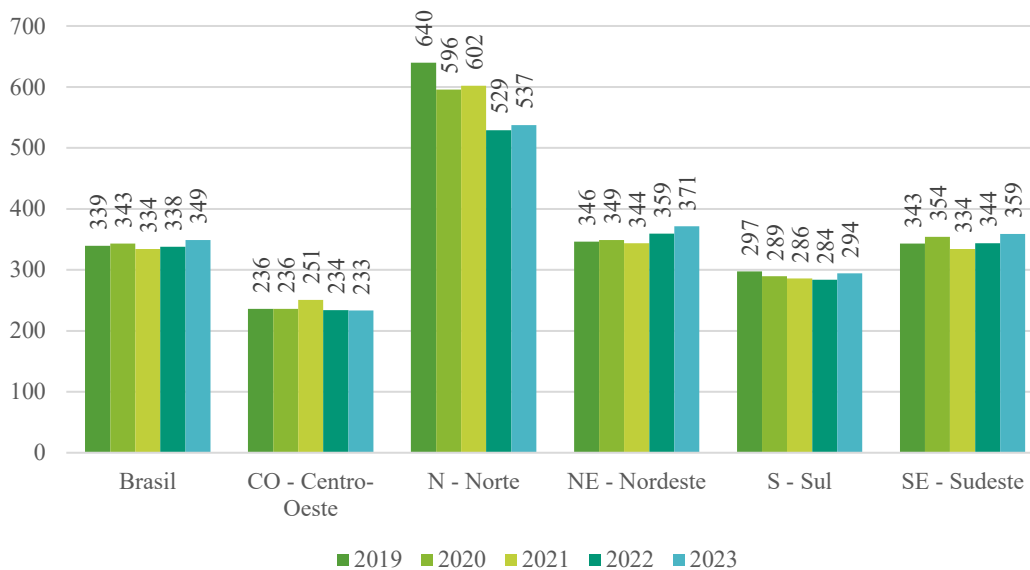
QUADRO 20: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO



Fontes: SNIS(2022); SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Obs: A evolução histórica deve ser analisada com cautela, uma vez que existem diferenças metodológicas no indicador, a partir de 2023, conforme destacado na subseção 3.3. deste relatório

QUADRO 21: EVOLUÇÃO DAS PERDAS POR LIGAÇÃO POR MACRORREGIÃO



Fontes: SNIS(2022); SINISA (2023). Elaboração: GO Associados. Nota: unidades em L/ligação/dia
 Obs: A evolução histórica deve ser analisada com cautela, uma vez que existem diferenças metodológicas no indicador, a partir de 2023, conforme destacado na subseção 3.3. deste relatório

Ao longo do período analisado, é notável que a macrorregião Norte foi a única que apresentou uma evolução nos três indicadores de perdas. Para o indicador de perdas na distribuição, a macrorregião que mais apresentou piora no último quinquênio de dados do SNIS/SINISA, 2019–2023, foi a Sudeste, com aumento de 2,50 ponto percentual. Por outro lado, observa-se notável melhora na macrorregião Norte, com redução de 5,43 pontos percentuais no mesmo período. Finalmente, sob a ótica do índice de perdas por ligação, a região que mais avançou foi novamente a Norte, com uma redução de 105,5413 L/ligação/dia, enquanto a macrorregião Sudeste foi a aquela com piora mais significativa, com um aumento de 15,89 L/ligação/dia.

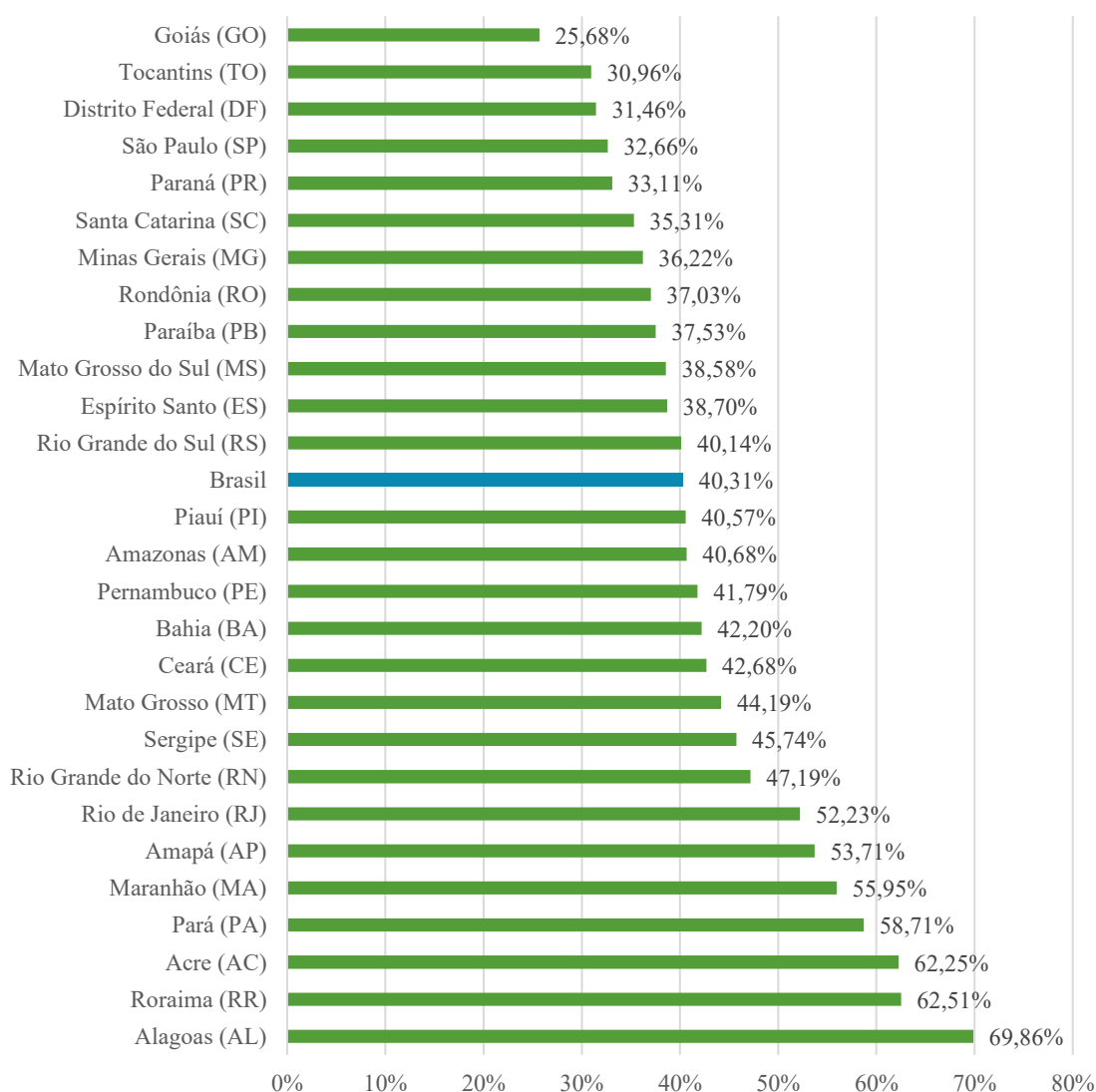
4.4. ESTADUAL

A seguir, apresenta-se a análise comparativa dos indicadores estaduais de perdas na distribuição e por ligação, com base nos dados do SINISA (2023). O objetivo é evidenciar a variação do desempenho entre as unidades federativas, identificando padrões regionais, diferenças estruturais entre os sistemas de abastecimento e potenciais implicações para a eficiência operacional dos prestadores. A leitura conjunta dos dois

indicadores permite uma compreensão mais abrangente do estágio de controle de perdas no país, considerando tanto o volume total perdido ao longo da rede quanto a perda média por ligação ativa.

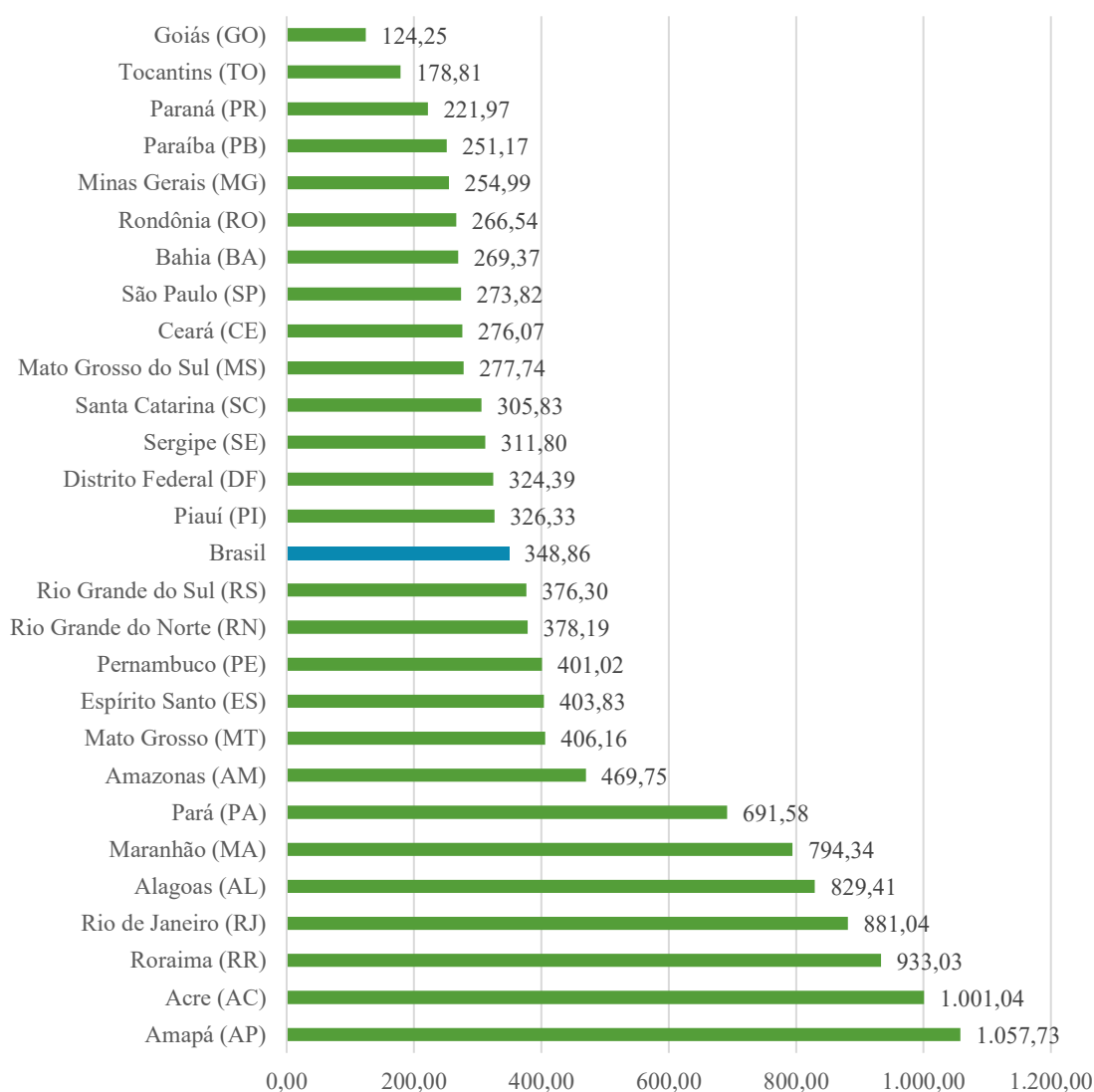
O Erro! Fonte de referência não encontrada. e o Erro! Fonte de referência não encontrada. apresentam, respectivamente, os índices de perdas na distribuição e de perdas por ligação.

QUADRO 22: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR ESTADO, 2023



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 23: PERDAS POR LIGAÇÃO POR ESTADO, 2023



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados. Nota: unidades em L/ligação/dia.

A análise do Índice de Perdas na Distribuição evidencia um padrão de maior ineficiência concentrado principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país. Estados como Alagoas (69,86%), Roraima (62,51%), Acre (62,25%) e Pará (58,71%) apresentam níveis de perdas superiores a 55% do volume distribuído, significativamente acima da média nacional (40,31%). Por outro lado, estados das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país, como Goiás (25,68%), Distrito Federal (31,46%), São Paulo (32,66%) e Paraná (33,11%) registram indicadores inferiores a 35%. Neste indicador, merece destaque o

estado do Tocantins, com a segunda menor média entre as unidades da federação para este indicador (30,96%).

Comportamento semelhante é observado no Índice de Perdas por Ligação (IAG2015), que reforça a predominância de perdas elevadas nas regiões Norte e Nordeste. Amapá (1.057,73 L/lig/dia), Acre (1.001,04 L/lig/dia) e Roraima (933,03 L/lig/dia) apresentam valores três vezes superiores à média brasileira (348,86 L/lig/dia), indicando significativa dispersão de vazões por ponto de consumo. Já estados como Goiás (124,25 L/lig/dia), Tocantins (178,81 L/lig/dia) e Paraná (221,97 L/lig/dia) se posicionam entre os menores índices.

Ambos os indicadores revelam que as perdas no Brasil não se distribuem de forma homogênea, refletindo desigualdades territoriais persistentes em infraestrutura, capacidade de investimento e maturidade operacional. Estados que apresentam simultaneamente altos índices de perdas na distribuição e por ligação são mais suscetíveis a desafios estruturais no abastecimento, incluindo maior risco de intermitência, maior pressão sobre mananciais e necessidade de investimentos significativamente superiores para recuperação de eficiência.

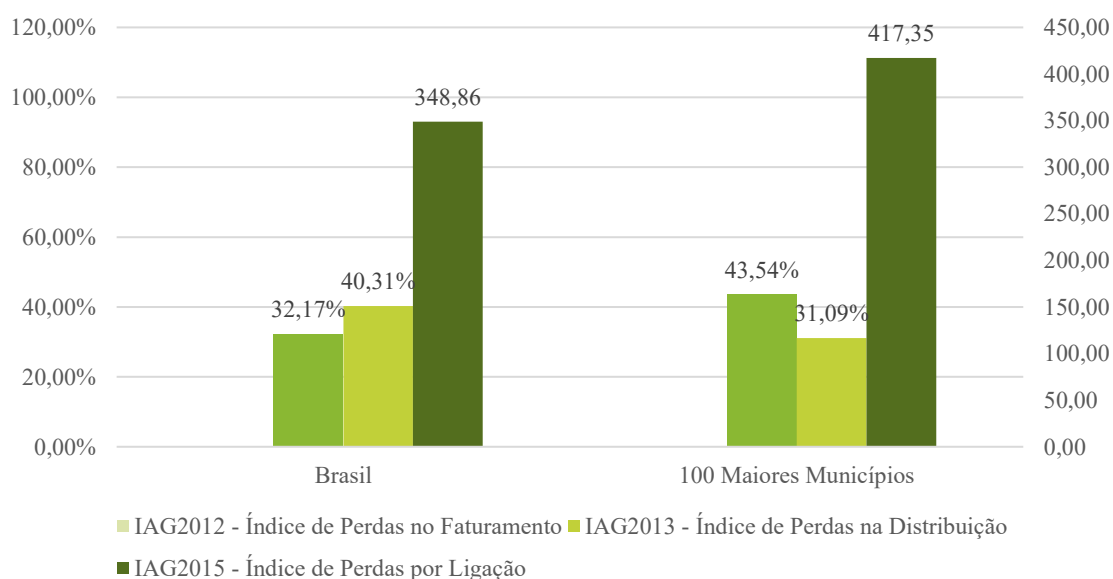
5. PERDAS DE ÁGUA NOS 100 MAIORES MUNICÍPIOS

O objetivo desta seção é apresentar o desempenho dos 100 municípios mais populosos do Brasil. Esse grupo abarca cerca de 40% da população total do país. A principal métrica empregada foi denominada “indicador médio”, que é composta a partir dos valores amostrais das informações utilizadas para se calcular cada um dos indicadores. Neste sentido, esses valores diferem da média aritmética simples dos indicadores, aqui denominada simplesmente de “média”.

5.1. DIAGNÓSTICO

Conforme pode ser visto no Quadro 24, os níveis de perdas dos 100 maiores municípios do Brasil são superiores aos índices nacionais, com relação às perdas no faturamento e por ligação, mas inferiores nas perdas na distribuição.

QUADRO 24: ÍNDICES DE PERDAS – BRASIL × 100 MAIORES MUNICÍPIOS



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

5.1.1. IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição

Este indicador corresponde ao “IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição do SNIS” e busca estabelecer uma relação entre a água produzida e a água efetivamente consumida nas residências. O Quadro 25 traz, para este indicador, as principais estatísticas descritivas dos 100 municípios que compõem a amostra.

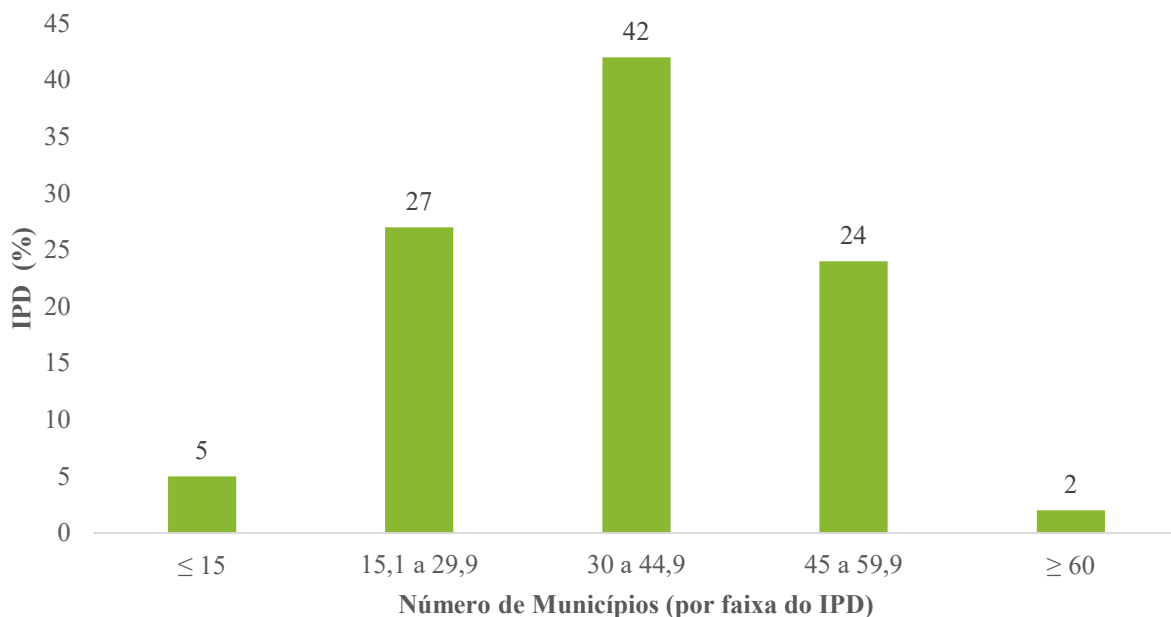
QUADRO 25: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO

Estatísticas	
INDICADOR MÉDIO	31,09%
COEF. VAR	0,37
MÁXIMO	71,73%
MÉDIA	35,36%
MEDIANA	34,85%
DESV. PAD.	13,03 p.p.
MÍNIMO	0,88%

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

O indicador médio computado na amostra foi de 31,09% em 2023, o que representa uma melhora em relação aos 35,04% computados em 2022. Os pontos de mínimo e máximo correspondem, respectivamente aos municípios de Suzano (SP), com 0,88%, e Maceió (AL), com 71,73%. O Quadro 26 traz o histograma deste indicador, e mostra a frequência dos municípios por faixas de 15 pontos percentuais.

QUADRO 26: HISTOGRAMA DO ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Dos 100 municípios considerados, apenas 21 possuem níveis de perdas na distribuição menores que 25% (valores considerados como adequados). Os dados mostram ainda que 14 municípios têm perdas na distribuição superiores a 50%, assim existindo grande potencial de redução de perdas de água na distribuição nesses municípios. O Quadro 27 mostra quais os 20 melhores e os 10 piores municípios colocados para esse indicador.

QUADRO 27: MELHORES E PIORES ÍNDICES DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO

Município	Estado	IAG2013 (%)	Rank
Suzano	SP	0,88	1
Nova Iguaçu	RJ	1,89	2
Santos	SP	7,18	3
Duque de Caxias	RJ	11,71	4
Goiânia	GO	12,68	5
Cotia	SP	16,13	6
Taubaté	SP	16,82	7
Limeira	SP	18,95	8
São José do Rio Preto	SP	19,26	9
Campinas	SP	19,67	10
Niterói	RJ	19,92	11
Caucaia	CE	20,27	12

Uberlândia	MG	21,23	13
São Bernardo do Campo	SP	21,36	14
Petrópolis	RJ	21,41	15
Maringá	PR	23,12	16
Vila Velha	ES	23,35	17
São José dos Pinhais	PR	23,58	18
Teresina	PI	24,20	19
Franca	SP	24,23	20

Município	Estado	IAG2013 (%)	Rank
Macapá	AP	53,51	91
Betim	MG	54,39	92
Salvador	BA	54,47	93
Piracicaba	SP	55,40	94
Cuiabá	MT	55,49	95
Rio Branco	AC	56,06	96
Ribeirão das Neves	MG	57,65	97
Várzea Grande	MT	58,87	98
Belém	PA	61,91	99
Maceió	AL	71,73	100

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

A análise dos extremos do indicador evidencia uma forte concentração dos melhores desempenhos nos estados do Sudeste, com destaque para São Paulo e Rio de Janeiro, que juntos concentram 11 dos 20 municípios com menores índices de perdas na distribuição. Municípios como Suzano (0,88%), Nova Iguaçu (1,89%) e Santos (7,18%) apresentam níveis significativamente inferiores à média nacional, ainda que para os dois primeiros este baixo indicador esteja relacionado ao volume de água exportada pelos municípios, variável redutora do denominador do cálculo do indicador de perdas na distribuição (370.630 mil m³/ano de água exportada em um total de 392.046 mil m³/ano de água produzida no caso de Suzano, e 1.312.877 mil m³/ano de água exportada em um total de 1.395.282 mil m³/ano de água produzida no caso de Nova Iguaçu).

Por outro lado, os municípios com piores resultados estão majoritariamente localizados nas regiões Norte e Nordeste, com destaque para Belém (61,91%), Rio Branco (56,06%) e Maceió (71,73%), além de capitais do Centro-Oeste e do Sudeste que também registram perdas elevadas, como Cuiabá (55,49%) e Betim (54,39%). Observa-se ainda que, dos 100 municípios avaliados, apenas 21 possuem perdas inferiores a 25%, enquanto 14 apresentam valores superiores a 50%, o que demonstra elevada heterogeneidade no

desempenho operacional dos sistemas e indica amplo potencial de redução de perdas em parte significativa do território nacional.

5.1.2. IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação

Este indicador corresponde ao “IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação” do SINISA, e é expresso em termos de litros por ligação e por dia. O Quadro 28 traz, para este indicador, as principais estatísticas descritivas dos 100 municípios que compõem a amostra.

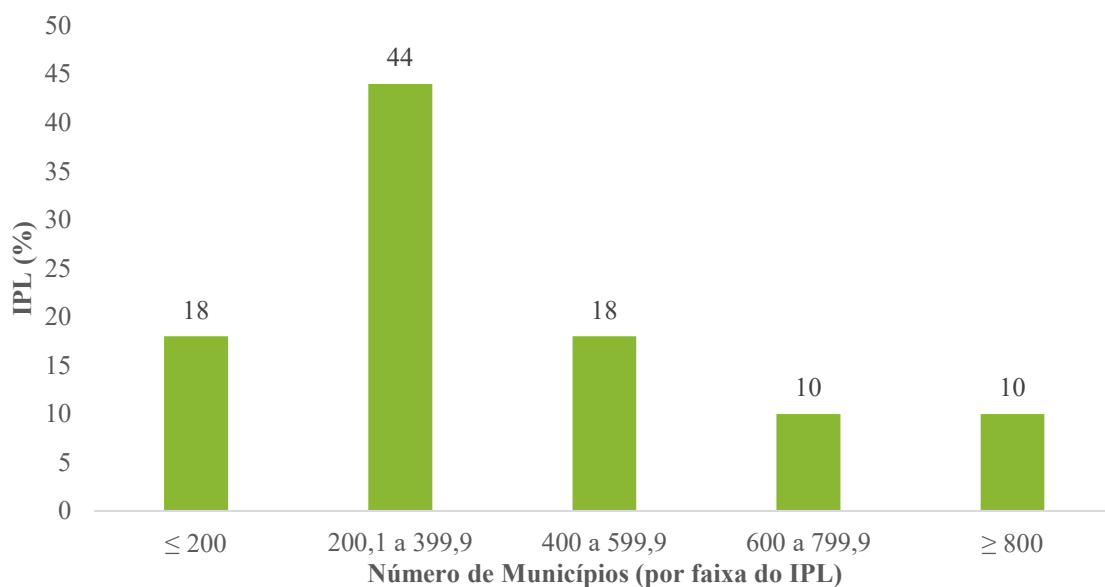
QUADRO 28: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DO ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO

Estatísticas	
<u>INDICADOR MÉDIO</u>	<u>417,35</u>
COEF. VAR	0,60
MÁXIMO	1.292,59
MÉDIA	417,35
MEDIANA	353,59
DESV. PAD.	250,20
MÍNIMO	72,77

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados. Nota: unidades em L/ligação/dia.

O indicador médio computado na amostra foi de 417,35 L/ligação/dia em 2023, valor inferior aos 448,97 L/ligação/dia computados em 2022, mas quase o dobro do patamar considerado ótimo de 216 L/ligação/dia. O menor valor observado pertence ao município de Goiânia (GO) com 72,77 L/ligação/dia. E o maior é apresentado pelo Rio de Janeiro (RJ) com 1.011,26 L/ligação/dia. O Quadro 29 traz o histograma deste indicador, e mostra a frequência dos municípios, por faixas de 200 L/ligação/dia.

QUADRO 29: HISTOGRAMA DO ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Dos 100 municípios considerados, 21 possuem níveis de perdas por ligação inferiores ao patamar ótimo de 216 L/ligação/dia. Os dados mostram, ainda, que mais de 1/3 da amostra (34 municípios) tem perdas superiores ao dobro dessa meta estabelecida na Portaria 490/2021. Assim, existe grande potencial de redução de perdas de água por ligação por dia nesses municípios. O Quadro 30 mostra quais os 20 melhores e os 10 piores municípios para este indicador.

QUADRO 30: MELHORES E PIORES ÍNDICES DE PERDAS POR LIGAÇÃO

Colocação	Município	UF	IAG2015 (L/lig./dia)
1	Goiânia	GO	72,77
2	Suzano	SP	105,30
3	Petrópolis	RJ	115,23
4	Limeira	SP	125,14
5	Vitória da Conquista	BA	129,06
6	Campina Grande	PB	131,35
7	São José do Rio Preto	SP	138,30
8	Santos	SP	139,60
9	Campinas	SP	141,72
10	Franca	SP	142,56
11	Duque de Caxias	RJ	143,13
12	Maringá	PR	144,46
13	Aparecida de Goiânia	GO	159,07
14	Taubaté	SP	164,43
15	Anápolis	GO	170,64
16	Palmas	TO	176,60
17	Caruaru	PE	180,70
18	Ponta Grossa	PR	197,99
19	Itaquaquecetuba	SP	203,27
20	Teresina	PI	210,02

Colocação	Município	UF	IAG2015 (L/lig./dia)
91	Cariacica	ES	808,30
92	Rio Branco	AC	829,02
93	Cuiabá	MT	870,36
94	Recife	PE	877,99
95	Salvador	BA	901,51
96	Maceió	AL	1.020,19
97	Belém	PA	1.086,88
98	Várzea Grande	MT	1.096,05
99	Macapá	AP	1.099,72
100	Rio de Janeiro	RJ	1.292,59

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

5.2. CAPITAIS BRASILEIRAS

Nesta subseção, são apresentados os principais indicadores de perdas de água referentes às capitais brasileiras do ano de 2023, presentes no Quadro 31. Destaca-se, inicialmente, o significativo grupo demográfico representado por esses municípios, abrigoando quase 47 milhões de habitantes, o que corresponde a cerca de 23,29% da população brasileira naquele ano.

Com relação ao IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição, apenas duas das 27 capitais apresentaram valores inferiores à meta de 25%: Teresina (PI) e Goiânia (GO). O indicador médio do grupo foi de 39,52%, ainda distante da meta regulamentada pela Portaria 490/2021 do MDR. Neste caso, o volume de água não somente deixa de ser faturado, como também não é consumido, o que significa que está sendo desperdiçado. Ressalta-se que essas capitais com índices de perdas na distribuição elevados são as mesmas com índices de atendimento de água precários, donde o atingimento das metas de perdas pode reduzir significativamente os esforços necessários à universalização.

Com relação ao IAG2015 – Índice de Perdas por Ligação, apenas três das 27 capitais apresentaram valores inferiores à meta de 216 L/ligação/dia: Goiânia (GO), Palmas (TO) e Teresina (PI). O indicador médio do grupo foi de 595,83 L/ligação/dia, mais do que o dobro da meta, também regulamentada pela Portaria 490/2021. Uma possível explicação para a pior situação deste indicador em relação aos dois anteriores é a verticalização das capitais, que aumenta desproporcionalmente o número de economias por ligação, potencialmente distorcendo o índice.

Em termos volumétricos, esses municípios perdem 2,71 bilhões de m³ de água todos os anos, dos quais estimam-se que 1,08 bilhão de m³ (40%) seja de perdas comerciais e 1,62 bilhão de m³ (60%) seja de perdas físicas. Considerando-se somente estas últimas, elas correspondem a 1.800 piscinas olímpicas diárias⁹, ou a mais de 6 milhões de caixas d'água suficientes para atender a uma família de 5 pessoas em 24 horas¹⁰, de água tratada perdidas nas capitais.

Finalmente, em termos populacionais, considerando-se novamente somente as perdas físicas e uma redução do IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição dos níveis de 2023 até a meta de 25%, espera-se um ganho de disponibilidade hídrica suficiente para abastecer mais de 8 milhões de habitantes nas capitais (considerando o consumo *per capita* médio reportado no SINISA do mesmo ano). Quando adicionadas às populações atualmente já atendidas, essa soma ultrapassa 99% da população em 21 das 27 capitais.

⁹ Há algumas dimensões compatíveis com a categorização de piscina olímpica pela Federação Internacional de Natação. (FINA). Contudo, todas devem possuir no mínimo 2.500 m³ de volume.

¹⁰ Como referência, foi considerada uma caixa d'água com capacidade para 750 litros.

Tal resultado reforça a importância da redução de perdas, visto que com os volumes produzidos já é possível universalizar o abastecimento para todos os habitantes sem acesso à água potável atualmente nas capitais brasileiras.

QUADRO 31: PRINCIPAIS INDICADORES DE PERDAS DE ÁGUA DAS CAPITAIS BRASILEIRAS

Município	UF	População Total (IBGE)	IAG2013 - Índice de Perdas na Distribuição	IAG2015 - Índice de Perdas por Ligação	Piscinas Olímpicas Diárias	Caixas D'Água Diárias (750 L)	População Potencialmente Atendida
Aracaju	SE	608.812	45,00	357,39	11,78	39.261	85.419
Belém	PA	1.316.365	61,91	1.086,88	60,68	202.279	692.446
Belo Horizonte	MG	2.338.667	41,63	475,52	70,69	235.641	390.588
Boa Vista	RR	417.752	52,40	654,75	19,09	63.643	135.280
Brasília	DF	2.845.771	30,69	315,09	71,60	238.659	177.655
Campo Grande	MS	907.181	39,76	316,81	27,42	91.392	142.784
Cuiabá	MT	657.477	55,49	870,36	34,76	115.858	254.708
Curitiba	PR	1.791.473	39,57	391,78	46,90	156.348	254.323
Florianópolis	SC	542.693	35,34	466,78	13,37	44.555	53.168
Fortaleza	CE	2.452.976	47,96	410,98	54,60	181.990	516.425
Goiânia	GO	1.451.859	12,68	72,77	24,28	80.918	0
João Pessoa	PB	842.370	34,93	306,75	14,49	48.311	65.688
Macapá	AP	447.402	53,51	1.099,72	N/A	N/A	0
Maceió	AL	967.516	71,73	1.020,19	N/A	N/A	0
Manaus	AM	2.084.560	47,49	704,92	113,28	377.602	719.781
Natal	RN	758.771	50,24	582,58	27,38	91.257	198.025
Palmas	TO	305.791	29,36	176,60	5,96	19.869	12.267
Porto Alegre	RS	1.346.112	28,74	528,69	42,32	141.053	46.104
Porto Velho	RO	465.066	38,56	538,57	9,22	30.726	34.644
Recife	PE	1.503.769	48,20	877,99	82,96	276.544	429.344
Rio Branco	AC	368.429	56,06	829,02	13,01	43.355	88.829
Rio de Janeiro	RJ	6.273.245	50,49	1.292,59	422,11	1.407.042	2.325.453
Salvador	BA	2.441.651	54,47	901,51	123,38	411.277	1.195.113
São Luís	MA	1.048.172	38,20	678,06	54,69	182.293	174.743
São Paulo	SP	11.566.686	25,39	316,86	409,69	1.365.634	78.333
Teresina	PI	875.008	24,20	210,02	36,27	120.899	0
Vitória	ES	326.094	31,23	604,32	10,15	33.822	21.500

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados. Nota: a população potencialmente atendida é calculada considerando-se somente as perdas físicas, e uma redução do IAG2013 – Índice de Perdas na Distribuição até a meta de 25% da Portaria 490/2021. Nota (2): para os casos de Macapá e Maceió, não foram calculados os benefícios da redução das perdas, uma vez que o índice de perdas no faturamento para os municípios foi negativo.

5.3. DESTAQUES POSITIVOS

Nesta subseção, apresentam-se aqueles municípios cujos índices de perdas já se encontram nos padrões de excelência estabelecidos como meta para 2034 pela Portaria 490/2021 do MDR, ou seja, 25% em perdas na distribuição (IAG2013) e de 216 L/ligação/dia em perdas por ligação (IAG2015). Espera-se que operadores eficientes possuam baixos níveis nessas dimensões. Ademais, a avaliação conjunta dessas variáveis permite um diagnóstico mais preciso da situação das perdas na região estudada. O Quadro 32 reúne esses municípios e seus respectivos indicadores.

QUADRO 32: MUNICÍPIOS COM PADRÕES DE EXCELÊNCIA EM PERDAS DE ÁGUA

Município	UF	IAG2013 (%)	IAG2015 (L/lig./dia)
Suzano	SP	0,88	105,30
Santos	SP	7,18	139,60
Duque de Caxias	RJ	11,71	143,13
Goiânia	GO	12,68	72,77
Taubaté	SP	16,82	164,43
Limeira	SP	18,95	125,14
São José do Rio Preto	SP	19,26	138,30
Campinas	SP	19,67	141,72
Petrópolis	RJ	21,41	115,23
Maringá	PR	23,12	144,46
Teresina	PI	24,20	210,02
Franca	SP	24,33	142,56
Campina Grande	PB	24,54	131,35

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Como se pode perceber, somente treze dentre os 100 municípios mais populosos do Brasil em 2023 atendiam às metas da Portaria 490/2021 simultaneamente, indicando haver um longo caminho a ser percorrido na busca pela redução das perdas de água.

6. IMPACTOS DA REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA

O objetivo desta seção é apresentar os resultados obtidos com a aplicação da metodologia detalhada na Subseção 3.5.

6.1. BENEFÍCIOS SOCIAIS DA REDUÇÃO DE PERDAS

O balanço hídrico apurado com base nos dados do SINISA (2023) é apresentado no Quadro 33. Esses valores serão utilizados como referência para as projeções.

QUADRO 33: BALANÇO HÍDRICO (1.000 M³) – BRASIL (2023)

Volume Fornecido ao Sistema (18.002.385)	Consumo Faturado Medido (8.704.983)	Água Faturada (12.211.690)
	Consumo Faturado Estimado (3.506.706)	
	Consumo Autorizado Não Faturado (780.893)	Água Não Faturada (5.790.695)
	Perdas Comerciais (2.003.921)	
	Perdas Físicas (3.005.881)	

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Comparativamente, o volume total de água não faturada em 2023 (cerca de 5,8 bilhões de m³) é equivalente a aproximadamente:

- 6.346 piscinas olímpicas¹¹ de água desperdiçadas diariamente;
- 21.153.224 caixas d'água para uma família de 5 pessoas desperdiçadas diariamente¹²; ou
- 5,9 vezes o volume do Sistema Cantareira¹³ perdidos em um ano.

¹¹ Há algumas dimensões compatíveis com a categorização de piscina olímpica pela Federação Internacional de Natação. (FINA). Contudo, todas devem possuir no mínimo 2.500 m³ de volume.

¹² Como referência, foi considerada uma caixa d'água com capacidade para 750 litros.

¹³ Considerou-se a capacidade do sistema de 982 milhões de m³. Disponível em: <https://www.nivelaguasaopaulo.com/cantareira>. Acesso em: 27 mai. 2024.

A redução dessas perdas implica disponibilizar mais recursos hídricos para a população sem a necessidade de captação em novos mananciais.

Considerando-se somente as perdas físicas, isto é 60% da água não faturada subtraída do consumo autorizado não faturado (mais de 3 bilhões de m³), o volume perdido é suficiente para abastecer aproximadamente 50 milhões de brasileiros em um ano¹⁴. Esta quantidade não somente equivale a quase um quarto da população do país em 2023, como também corresponde a quase 1,5 vezes o número de habitantes sem acesso ao abastecimento de água nesse ano, cuja grandeza situa-se em torno de 34 milhões.

Ao se admitir não uma eliminação total das perdas, como no exercício acima, mas uma redução dos atuais 40,31% aos 25% previstos pela Portaria 490/2021, o volume economizado seria da ordem de 1,9 bilhão de m³. Utilizando-se o mesmo consumo individual médio nacional empregado anteriormente, isso equivale ao uso de aproximadamente 31 milhões de brasileiros em um ano, 92% da quantidade de habitantes sem acesso ao abastecimento de água em 2023.

O Quadro 34 resume as principais estatísticas descritivas oriundas da redução de perdas, desagregadas por estado. Além disso, havia 17,2 milhões de brasileiros habitando favelas, segundo a pesquisa Data Favela 2024¹⁵. Portanto, o mesmo montante de economia de água é capaz de abastecer praticamente todas as favelas do país por quase dois anos. Contudo, embora relevantes, nenhum dos resultados apresentados abordou ainda a dimensão financeira, que será foco da próxima subseção.

¹⁴ Segundo o SINISA, o consumo individual médio nacional ($GTA1211 \times 1.000 \div (GTA001 + GTA002)$) foi de cerca de 59 m³/habitante/ano em 2023.

¹⁵ Disponível em: <https://datafavela.com.br>. Acesso em: 5 nov. 2025.

QUADRO 34: BENEFÍCIOS SOCIAIS DA REDUÇÃO DE PERDAS POR ESTADO EM 2023

UF	Perdas de Águas em Piscinas Olímpicas Diárias	Perdas de Água em Caixas D'Água Diárias	População Potencialmente Atendida com Redução das Perdas
AC	54	179.399	204.723
AL	66	220.137	301.527
AP	N/A	N/A	N/A
AM	178	591.716	874.060
BA	389	1.295.146	2.698.074
CE	203	675.372	1.318.163
DF	121	402.287	700.291
ES	128	428.164	636.751
GO	136	453.506	1.282.487
MA	363	1.208.453	1.345.972
MT	138	460.256	632.311
MS	108	359.333	599.142
MG	689	2.297.384	3.923.828
PA	258	861.272	1.351.783
PB	63	210.247	391.269
PR	310	1.032.814	2.069.857
PE	441	1.470.549	2.117.506
PI	132	441.237	615.167
RJ	153	510.466	-57.655
RN	102	340.923	553.407
RS	491	1.635.606	2.491.603
RO	25	82.714	140.409
RR	55	184.461	203.073
SC	216	719.291	1.342.381
SP	1.450	4.834.392	7.283.955
SE	60	200.642	400.587
TO	34	113.428	235.950
BR	6.350	21.167.904	31.360.211

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados. Nota: a população potencialmente atendida é calculada considerando-se somente as perdas físicas, e sua redução até a meta de 25% da Portaria 490/2021. Nota (2): para o caso do Amapá não foi calculado o benefício da redução das perdas, uma vez que o índice de perdas no faturamento para o estado foi negativo.

6.2. BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA REDUÇÃO DE PERDAS

O Quadro 35 abaixo apresenta os indicadores utilizados para monetizar os custos com perdas de água no Brasil.

QUADRO 35: INDICADORES DA MONETIZAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA

Indicador	Valor (R\$/m ³)
IFA1001 - Tarifa Média de Água	4,99
Custo Marginal de Produção da Água - Ponderado	0,796

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Conforme definido na Subseção 3.5, o impacto monetário causado pelas perdas comerciais é dado pelo volume deste tipo de perda multiplicado pela tarifa média de água. Já para o caso das perdas físicas e do volume de serviços, o impacto é dado pela multiplicação pelo custo marginal de produção de água. Este cálculo para 2023 é apresentado no Quadro 36.

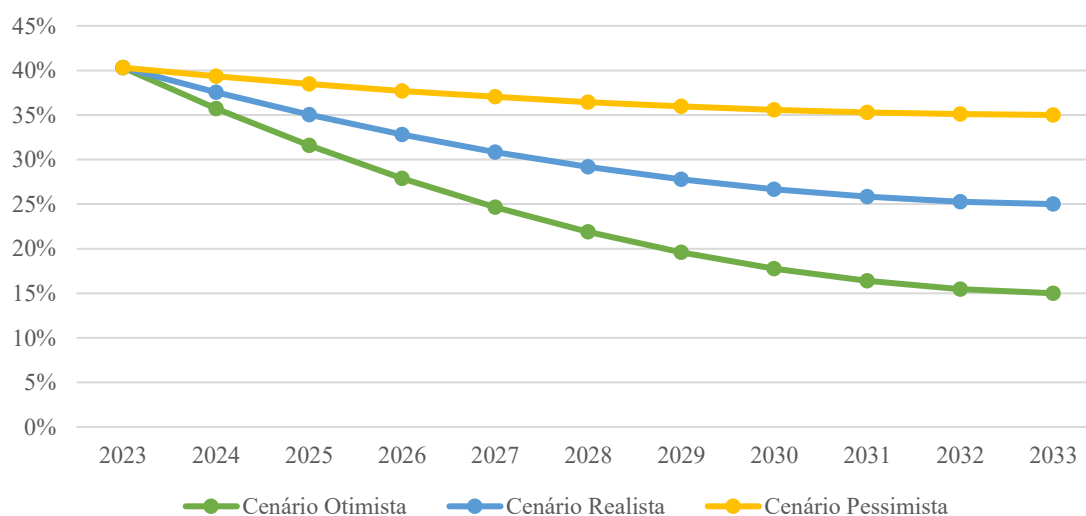
QUADRO 36: IMPACTOS (CUSTOS) DAS PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL (R\$ 1.000)

Consumo Não Faturado	Perdas Comerciais	Perdas Físicas	Total
623.622	9.999.565	2.400.501	13.023.688

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

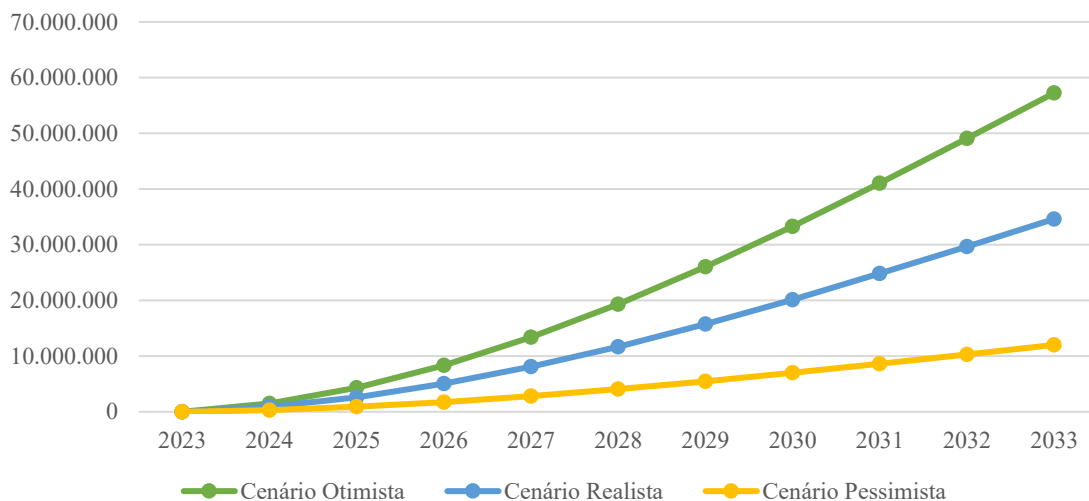
A seguir, com base nos cenários de redução de perdas apresentados no Quadro 37 e nos indicadores do Quadro 35, projetaram-se os ganhos brutos (Quadro 38) e líquidos (Quadro 39) anuais (não cumulativos) decorrentes da redução do nível de perdas no Brasil.

QUADRO 37: CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE PERDAS



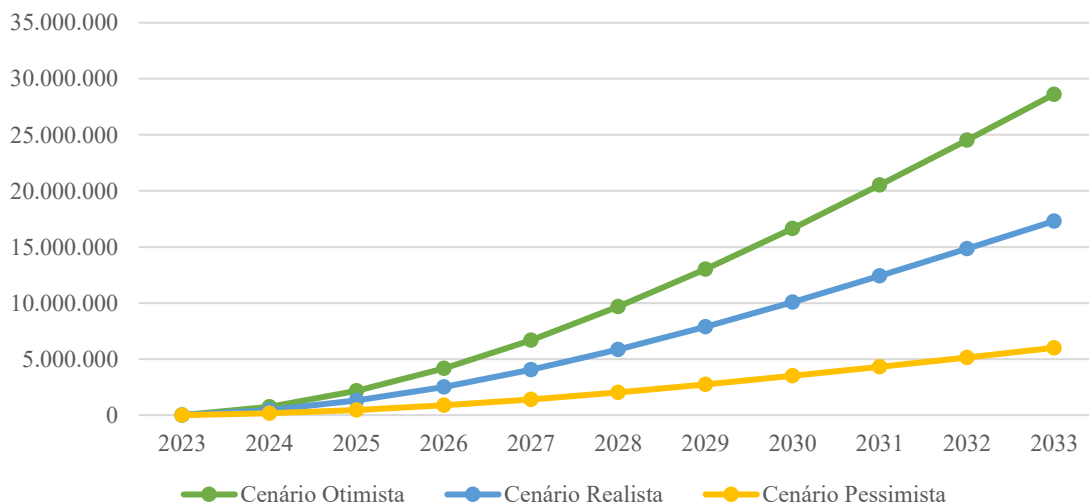
Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 38: GANHOS BRUTOS ACUMULADOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000)



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 39: GANHOS LÍQUIDOS ACUMULADOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000)



Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

O Quadro 40 sumariza as principais conclusões deste exercício. Tomando como referência o Cenário Realista, é possível constatar que existe um potencial de ganhos brutos com a redução de perdas de água de R\$ 34,6 bilhões até 2034. Caso sejam

considerados os investimentos necessários para a redução de perdas¹⁶, o benefício líquido gerado pela redução de perdas é da ordem de R\$ 17,3 bilhões em 10 anos.

QUADRO 40: SUMÁRIO DOS IMPACTOS DE REDUÇÃO DAS PERDAS

Cenários	Perdas 2023	Perdas 2033	Redução	Ganho Bruto Total (R\$ 1.000)	Ganho Líquido Total (R\$ 1.000)
Otimista	40%	15%	63%	57.241.549	28.620.774
Realista	40%	25%	38%	34.625.370	17.312.685
Pessimista	40%	35%	13%	12.009.191	6.004.595

Fonte: SINISA (2023). Elaboração: GO Associados.

Em relação ao cenário realista, quando se considera o custo de capital do investimento ao longo do tempo¹⁷, os ganhos bruto e líquido, reportados no Quadro 38 e no Quadro 39, trazidos a valor presente no Cenário Realista são de R\$ 19,7 bilhões e R\$ 9,9 bilhões, respectivamente.

6.3. ESTUDO EMPÍRICO NO CASO BRASILEIRO

O MDR, em parceria com o Ministério Federal de Cooperação e Desenvolvimento Econômico da Alemanha (BMZ), trabalharam conjuntamente no Projeto de Eficiência Energética no Abastecimento de Água – Fase 2 (ProEESA 2). A participação germânica permaneceu sob a tutela da *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH.

Dentre os frutos dessa cooperação, surgiu um relatório¹⁸ delineando estratégias que incentivem a redução de perdas de água, bem como melhorem a eficiência energética no abastecimento de água. O horizonte contemplado pelo estudo é de 2033, tendo em

¹⁶ Conforme apresentado na subseção 3.5.2, foi considerado que o investimento representa 50% do benefício esperado com a redução das perdas.

¹⁷ Para exercícios desta natureza, isto é cuja avaliação envolve componentes intertemporais, é necessário apurar o Valor Presente Líquido (VPL). Neste caso, os resultados dos investimentos foram trazidos a valor presente utilizando-se uma taxa de desconto de 8% ao ano. Tal taxa aproxima-se da adotada por diversas agências reguladoras no Brasil, como ARSESP (SP), AGEPAR (PR), ADASA (DF) e ARESC (SC).

¹⁸ FERREIRA, Rita Cavaleiro de et al. **Caderno temático: Perdas de água e eficiência energética**. 2019.

vista as diretrizes estabelecidas pelo PLANSAB, cuja vigência se encerra no mesmo ano e estabeleceu uma meta de índice de perdas de 31%.

Embora trate-se de um objetivo distinto daquele de 25% determinado pelo MDR e utilizado como referência no presente estudo, há uma série de similaridades entre ambos os exercícios realizados, principalmente no que se refere à avaliação de uma relação de custo-benefício nos diferentes cenários de redução de perdas de água. Neste ínterim, segue abaixo o Quadro 41, elaborado pelos autores considerando tal relação para diferentes agrupamentos de investimentos em redução de perdas.

QUADRO 41: RELAÇÃO DE CUSTO-BENEFÍCIO (RCB) DA REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA

Medidas	Custos de implementação das medidas (2019 - 2033)	Benefícios - Custos evitados (2019 - 2033)	RCB
Redução de consumo de água no usuário final	R\$ 251.776.000	R\$ 87.520.339.550	0,003
Redução de perdas de água de prestadores de serviço	R\$ 48.428.386.000	R\$ 106.771.718.582	0,454
Melhorias em equipamentos eletromecânicos	R\$ 10.250.947.000	R\$ 12.986.274.276	0,789
Melhoria de informação e gestão processual	diluídos em cima	diluídos em cima	não calculável
	R\$ 58.931.109.000	R\$ 207.278.332.408	0,28

Fonte: Ferreira et al. (2019).

Dentre as medidas avaliadas, a que mais se aproxima ao escopo deste relatório é a de redução de perdas de água de prestadores de serviço. Embora ela considere somente as perdas físicas, é importante lembrar que estas compõem aproximadamente 60% do total de perdas e são as mais custosas de se reduzir tendo em vista a necessidade de investimentos em infraestrutura, detecção e reparo dos vazamentos em toda a rede de distribuição.

Mesmo assim, ela apresentou uma razão de 0,454, isto é: do total de benefícios oriundos da economia de água, 45,4% deveriam ser gastos para se atingir esses resultados, valores esses muito próximos aos 50% adotados no presente estudo. Portanto, além de se aproximar da premissa metodológica, tal percentual corresponde somente à redução de perdas reais, donde essa relação é potencialmente menor quando se consideram as aparentes, dando robustez à hipótese inicialmente utilizada.

7. CONCLUSÃO

A edição de 2025 do Estudo de Perdas de Água, elaborada pelo Instituto Trata Brasil com apoio da GO Associados, reforça, a partir dos dados do SINISA (2023) a urgência de reduzir os níveis de ineficiência nos sistemas de abastecimento público no Brasil. Nesta edição, os resultados foram calculados com base nos dados do SINISA, que substituiu o SNIS como fonte oficial de informações do setor. A adoção da nova base implica ajustes nas fórmulas dos indicadores, o que exige cautela na comparação com séries históricas, mas mantém a consistência metodológica necessária para a análise nacional e para o acompanhamento de metas regulatórias.

Os resultados nacionais evidenciam que as perdas de água permanecem em patamar elevado. Em 2023, o indicador de perdas na distribuição atingiu 40,31%, enquanto as perdas por ligação somaram em média 348,86 litros/dia/ligação, números significativamente acima dos parâmetros de eficiência definidos pela Portaria nº 490/2021, que estabelece limites de 25% e 216 L/lig/dia, respectivamente. Embora existam municípios e estados que já se aproximam dos níveis de excelência, o padrão nacional ainda exige avanços expressivos.

O diagnóstico territorial mostra que as disparidades regionais seguem como um dos principais entraves à universalização. As regiões Norte e Nordeste concentram os piores índices de perdas, enquanto o Centro-Oeste, o Sul e o Sudeste apresentam melhor desempenho médio. Padrão semelhante se observa na análise estadual e no recorte dos 100 maiores municípios: os melhores resultados estão majoritariamente em municípios do Centro-Oeste e do Sudeste, enquanto os piores índices se concentram no Norte e Nordeste, inclusive em capitais com estruturas de atendimento deficitárias. Em 2023, apenas 21 dos 100 maiores municípios registraram perdas na distribuição inferiores a 25%, enquanto 14 apresentaram níveis superiores a 50%, demonstrando amplo espaço para ganhos de eficiência.

A estimativa dos benefícios econômicos com a redução das perdas confirma que o país perde bilhões de reais ao ano com perdas físicas — que elevam os custos de produção — e perdas comerciais — que reduzem significativamente a receita operacional

dos prestadores. Os cenários simulados neste estudo mostram que a redução dos índices nacionais para patamares compatíveis com a regulação vigente (25% para o índice de perdas na distribuição) geraria ganhos brutos de aproximadamente R\$ 35 bilhões até 2033, com esta relação se mantendo positiva mesmo quando se incorporam investimentos necessários para o atingimento de tal patamar.

A redução das perdas, portanto, não deve ser tratada apenas como uma meta operacional, mas como política pública essencial para viabilizar a universalização dos serviços até 2033, conforme determina o Marco Legal do Saneamento. Ao aumentar a disponibilidade hídrica, a diminuição do volume perdido, seja fisicamente ou comercialmente, tem a capacidade de aliviar a necessidade de expansão de mananciais, o que é fundamental em um contexto de preocupações crescentes dos efeitos das mudanças climáticas sobre a disponibilidade hídrica. Do ponto de vista do prestador dos serviços, menores perdas de água se traduzem em ampliação das receitas dos operadores e redução da pressão sobre tarifas futuras. Assim, o controle de perdas cumpre papel estratégico nos eixos econômico, ambiental e social.

Por fim, o uso do SINISA como base de referência, aliado às análises quantitativas e comparativas apresentadas neste estudo, reforça a importância do monitoramento sistemático dos indicadores de perdas de água no país. Ao oferecer evidências consistentes sobre a magnitude do problema e o potencial de ganhos associados à sua redução, o Estudo de Perdas de Água 2025 contribui para orientar decisões regulatórias, priorizar investimentos e apoiar a formulação de políticas públicas voltadas à eficiência e à sustentabilidade do saneamento básico no Brasil.

REFERÊNCIAS

ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LAS AMERICAS. **Informe Anual 2022 (Datos 2020)**. Lima, noviembre de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. **Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água: Diagnóstico, Potencial de Ganhos com sua Redução e Propostas de Medidas para o Efetivo Combate**. Rio de Janeiro, RJ, setembro de 2013.

FERREIRA, Rita Cavaleiro de et al. **Caderno temático: Perdas de água e eficiência energética**. 2019

LIEMBERGER, Roland et al. **The Challenge of Reducing Non-Revenue Water in Developing Countries--How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting**. 2006.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Portaria nº 490, de 22 de março de 2021. Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e no inciso IV do caput do art. 4º do Decreto n. 10.588, de 24 de dezembro de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 159, n. 55, p. 30, 23 mar. 2021.

SMART WATER NETWORK FORUM. **Stated NRW (Non-Revenue Water) Rates in Urban Networks**. Agosto de 2011.

THORNTON, Julian; STURM, Reinhard; KUNKEL, George. **Water loss control**. McGraw-Hill Education, 2008.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Control and Mitigation of Drinking Water Losses in Distribution Systems**. Office of Water (4606M), EPA/816-D-09-001, novembro de 2009.