



ESTUDO DE PERDAS DE ÁGUA DO
INSTITUTO TRATA BRASIL DE 2023 –
SNIS (2021): DESAFIOS PARA
DISPONIBILIDADE HÍDRICA E AVANÇO
DA EFICIÊNCIA DO SANEAMENTO
BÁSICO NO BRASIL

São Paulo, 4 de junho de 2025

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 da GO Associados.

Pedro Scazufca – Mestre em Ciências no programa de Teoria Econômica pelo Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo (IPE-USP). Especialista nas áreas de pesquisa econômica, regulação, defesa da concorrência, comércio, infraestrutura e modelagem de negócios. Sócio da GO Associados.

Pedro Levy Sayon – Mestre em Ciências no programa de Teoria Econômica pelo 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). Pesquisador do Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo (NEREUS) e da Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE). Coordenador de Métodos Quantitativos da GO Associados.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	DEFINIÇÕES.....	2
2.1	REFERENCIAL TEÓRICO SOBRE PERDAS DE ÁGUA.....	2
2.2	REFERENCIAL LEGAL SOBRE PERDAS DE ÁGUA.....	8
3	METODOLOGIA.....	9
3.1	BASE DE DADOS.....	9
3.2	INDICADORES ANALISADOS	9
3.2.1	IN013 – Índice de Perdas no Faturamento.....	11
3.2.2	IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total.....	12
3.2.3	IN049 – Índice de Perdas na Distribuição	13
3.2.4	IN051 – Índice de Perdas por Ligação.....	13
3.3	COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA.....	14
3.4	OBSERVAÇÕES ATÍPICAS	16
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.....	21
4	DIAGNÓSTICO DAS PERDAS DE ÁGUA.....	23
4.1	MUNDIAL	23
4.2	NACIONAL	29
4.3	REGIONAL	31

4.4	ESTADUAL.....	36
5	SITUAÇÃO ATUAL NOS 100 MAIORES MUNICÍPIOS.....	40
5.1	DIAGNÓSTICO.....	40
5.1.1	IN013 – Índice de Perdas no Faturamento.....	41
5.1.2	IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total.....	44
5.1.3	IN049 – Índice de Perdas na Distribuição	48
5.1.4	IN051 – Índice de Perdas por Ligação.....	51
5.2	CORRELAÇÕES ENTRE INDICADORES	54
5.2.1	IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total × IN013 – Índice de Perdas no Faturamento.....	54
5.2.2	IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total × IN049 – Índice de Perdas na Distribuição	56
5.3	DESTAQUES POSITIVOS	58
6	IMPACTOS DA REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA.....	60
6.1	BENEFÍCIOS SOCIAIS DA REDUÇÃO DE PERDAS	60
6.2	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA REDUÇÃO DE PERDAS	62
6.3	ESTUDO EMPÍRICO NO CASO BRASILEIRO	65
	REFERÊNCIAS	67
	APÊNDICE	68

SUMÁRIO DE QUADROS

QUADRO 1: BALANÇO HÍDRICO PROPOSTO PELA IWA	3
QUADRO 2: PERDAS REAIS – ORIGENS E MAGNITUDES	4
QUADRO 3: PERDAS APARENTES – ORIGENS E MAGNITUDES	5
QUADRO 4: CARACTERIZAÇÃO DE PERDAS REAIS E APARENTES.....	6
QUADRO 5: DETERMINAÇÃO DO NÍVEL EFICIENTE DE PERDAS DE ÁGUA	7
QUADRO 6: CARACTERÍSTICAS DOS INDICADORES ANALISADOS.....	11
QUADRO 7: MUNICÍPIOS CONSIDERADOS NA AMOSTRA	14
QUADRO 8: GRÁFICO DE DISPERSÃO – IN049 × IN051	17
QUADRO 9: BALANÇO HÍDRICO	19
QUADRO 10: EXEMPLO DE GANHOS BRUTOS DE REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA.....	21
QUADRO 11: ÍNDICES DE PERDAS – PAÍSES DO MUNDO.....	24
QUADRO 12: ÍNDICES DE PERDAS – PAÍSES LATINOAMERICANOS.....	26
QUADRO 13: ÍNDICES DE PERDAS – MUNICÍPIOS DO MUNDO.....	28
QUADRO 14: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO – BRASIL	30
QUADRO 15: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO – BRASIL	30
QUADRO 16: PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO (2021).....	31
QUADRO 17: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO (2021)	32
QUADRO 18: PERDAS VOLUMÉTRICAS (L/LIGAÇÃO/DIA) POR MACRORREGIÃO (2021)..	33
QUADRO 19: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL POR MACRORREGIÃO	34
QUADRO 20: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO	34
QUADRO 21: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO.....	35
QUADRO 22: EVOLUÇÃO DAS PERDAS VOLUMÉTRICAS POR MACRORREGIÃO.....	35
QUADRO 23: PERDAS NO FATURAMENTO POR ESTADO (2021)	37
QUADRO 24: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR ESTADO (2021)	38
QUADRO 25: PERDAS VOLUMÉTRICAS (L/LIGAÇÃO/DIA) POR ESTADO (2021)	39
QUADRO 26: ÍNDICES DE PERDAS – BRASIL × 100 MAIORES MUNICÍPIOS	41
QUADRO 27: ESTATÍSTICAS DESCRITICAS IN013 – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO	42
QUADRO 28: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA IN013 – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO	43

QUADRO 29: MELHORES E PIORES IN013 – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO	44
QUADRO 30: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS IPFT – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL	45
QUADRO 31: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA IPFT – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL	45
QUADRO 32: MELHORES E PIORES IPFT – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL	47
QUADRO 33: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	48
QUADRO 34: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	49
QUADRO 35: MELHORES E PIORES IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO.....	50
QUADRO 36: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS IN051 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO	51
QUADRO 37: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA IN051 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO .	52
QUADRO 38: MELHORES E PIORES IN015 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO	53
QUADRO 39: GRÁFICO DE DISPERSÃO – IPFT × IN013	54
QUADRO 40: <i>OUTLIERS</i> DA DISPERSÃO – IPFT × IN013	55
QUADRO 41: GRÁFICO DE DISPERSÃO – IPFT × IN049	56
QUADRO 42: <i>OUTLIERS</i> DA DISPERSÃO – IPFT × IN049	57
QUADRO 43: MUNICÍPIOS COM PADRÕES DE EXCELÊNCIA EM PERDAS DE ÁGUA.....	58
QUADRO 44: MELHORES EVOLUÇÕES DO IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO	59
QUADRO 45: MELHORES EVOLUÇÕES DO IN051 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO.....	59
QUADRO 46: BALANÇO HÍDRICO (1.000 M³) – BRASIL (2021)	60
QUADRO 47: BENEFÍCIOS SOCIAIS DA REDUÇÃO DE PERDAS POR ESTADO (2021)	62
QUADRO 48: INDICADORES DA MONETIZAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA	62
QUADRO 49: IMPACTOS (CUSTOS) DAS PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL (R\$ 1.000).....	63
QUADRO 50: CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE PERDAS	63
QUADRO 51: GANHOS BRUTOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000)	64
QUADRO 52: GANHOS LÍQUIDOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000)	64
QUADRO 53: SUMÁRIO DOS IMPACTOS DE REDUÇÃO DAS PERDAS.....	65
QUADRO 54: RELAÇÃO DE CUSTO-BENEFÍCIO (RCB) DA REDUÇÃO DE PERDAS DE ÁGUA	66

1 INTRODUÇÃO

O volume de perdas de um sistema de abastecimento de água é um fator chave na avaliação da eficiência das atividades comerciais e de distribuição de um operador de saneamento. Seu diagnóstico deve ser desenvolvido com base no comportamento dos índices competentes. Neste sentido, níveis elevados e com padrões de crescimento gradual sinalizam a necessidade de maiores esforços para reduzir possíveis ineficiências no âmbito do planejamento, da manutenção, do direcionamento dos investimentos, e de atividades operacionais e comerciais.

A premência na implementação de planos e ações efetivas focadas na redução das perdas torna-se ainda maior com os recorrentes déficits hídricos em diferentes regiões do Brasil. Para fins de comparação, consideram-se municípios com padrão de excelência em perdas aqueles que possuem indicadores inferiores a 25%. Em 2021, o índice nacional de perdas no faturamento foi de 37,56%, mantendo-se virtualmente inalterado em relação aos 37,54%, observados em 2020. Além disso, o índice nacional de perdas na distribuição, foi de 40,25% em 2021, demonstrando uma leve deterioração ante os 40,14% auferidos em 2020. Assim, percebe-se que há um longo caminho a ser percorrido em busca da melhora desses indicadores tão importantes.

Este Estudo insere-se no debate da problemática da redução de perdas no país e conta com seis seções textuais, incluindo esta Introdução. A Seção 2 inclui a definição técnica de perdas de água, os conceitos básicos para sua medição e classificação, além das metas de redução estabelecidas em lei, na Portaria nº 490, de 22 de março de 2021 (“Portaria 490/2021”) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Na Seção 3, explicam-se as premissas metodológicas utilizadas, incluindo a descrição da base de dados empregada e dos indicadores de interesse. A Seção 4 realiza uma avaliação dos índices de perdas aos níveis mundial, nacional, regional e estadual. Na Seção 5, avaliam-se esses mesmos indicadores, mas em uma amostra dos 100 municípios brasileiros mais populosos de 2021. A Seção 6 conta com uma análise do impacto das perdas em termos monetários e dos possíveis ganhos auferidos com sua redução.

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, pode haver perdas dos recursos hídricos em decorrência de diversas causas, tais como: vazamentos, erros de medição e consumos não autorizados. Tais 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 a 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. Não obstante, uma rede de distribuição sem perdas não é um objetivo viável em termos econômicos ou técnicos, existindo assim um limite inferior.

Na literatura técnica, a metodologia habitualmente utilizada pelos prestadores e reguladores corresponde à proposta pela *International Water Association* (IWA). Trata-se de uma matriz em que são esquematizados os processos pelos quais a água pode passar desde o momento que entra no sistema até chegar ao consumidor final (Balanço Hídrico¹).

Tal balanço tem como parâmetro inicial o volume de água produzido que ingressa no sistema, o qual, no processo de distribuição, pode ser classificado como consumo autorizado ou como perda. O primeiro faz referência ao recurso hídrico

¹ No passado, a metodologia de avaliação das 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.

fornecido aos clientes autorizados (medidos ou não), enquanto o último corresponde à diferença entre o volume de entrada e o consumo autorizado (Quadro 1).

QUADRO 1: BALANÇO HÍDRICO PROPOSTO PELA IWA

Água que entra no sistema (inclui água importada)		Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido (inclui água exportada)	Água faturada
			Consumo faturado não medido (estimado)	
	Consumo autorizado	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 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 Limpeza do poço de sucção*
	Tratamento	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
		Vazamentos estruturais
		Lavagem de filtros* Descarga de lodo*
	Reserva	Significativa, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
		Vazamentos estruturais
		Extravasamentos Limpeza*
	Adução de Água Tratada	Variável, em função do estado das tubulações e da eficiência operacional
		Vazamentos nas tubulações 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

Perda Aparentes (Comerciais)	Origens	Magnitude
	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	-
Efeitos na Saúde Pública	Risco de contaminação	-
Empresarial	Perda do produto	Perda de receita
Consumidor	- Imagem negativa (ineficiência e desperdício)	-
Efeitos no Consumidor	- Repasse para tarifa - Desincentivo ao uso racional	- Repasse para tarifa - Incitamento a roubos e fraudes

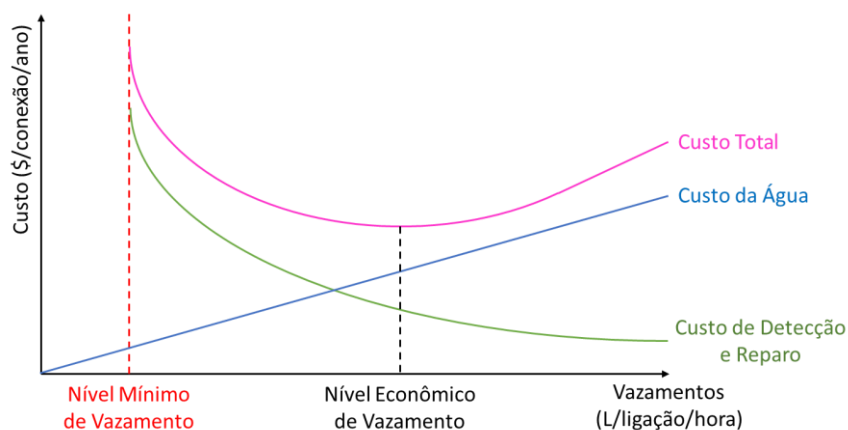
Elaboração: GO Associados.

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)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 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. Consequentemente, mesmo nos sistemas de abastecimento de água considerados eficientes haverá um volume mínimo de água perdido.

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/Exe/ZyPDF.cgi/P1005WPU.PDF?Dockey=P1005WPU.PDF> Acesso em: 6 mai. 2020

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 490/2021³. A normativa visa 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. Contemplam-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 devem ser menores ou iguais a uma proporção do índice médio nacional da última atualização da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Tal critério vai se tornando mais rigoroso com o passar dos anos, de modo que parte de 100% em 2021, 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.

Comentado [ls1]: Não fica clara a lógica do “beneficiado”.
Beneficiado em que?

³ 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. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-490-de-22-de-marco-de-2021-309988760>. Acesso em: 06 mai. 2021.

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 explicação do método utilizado para desenvolver o trabalho.

3.1 BASE DE DADOS

A base de dados utilizada para compor o Estudo de Perdas de Água é disponibilizada pelo SNIS. Atualmente, trata-se da fonte de informações mais completa sobre o setor de saneamento no Brasil. É importante notar que o SNIS é composto a partir da resposta voluntária de questionários por parte dos prestadores de serviços de saneamento básico nos municípios brasileiros.

Tal base reúne informações de prestadores regionais, estaduais e municipais de serviços de acesso à água, coleta e tratamento de esgoto, além de resíduos sólidos. Os dados de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto estão disponíveis para o período 1995-2021 e os dados de resíduos sólidos para o período 2002-2021. No caso deste trabalho, foram usadas as informações de sua versão mais recente: o SNIS (2021)⁴.

3.2 INDICADORES ANALISADOS

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

⁴ É importante ressaltar que o SNIS possui defasagem de um ano em relação aos dados. Isso significa que o SNIS divulgado ao final de 2022 tem por base os dados referentes ao ano de 2021, sendo, por este motivo, chamado de SNIS (2021). Além disso, alguns indicadores consideram dados de mais de um ano do SNIS.

de perdas. Em particular, escolheram-se quatro indicadores: dois índices de perdas no faturamento, um índice de perdas na distribuição e um índice de perdas volumétricas.

Dentre esses indicadores, um dos índices de perdas no faturamento foi especificamente desenvolvido para fins deste estudo, sendo ele calculado a partir das informações reportadas no SNIS. A metodologia de cálculo dos demais foi elaborada pelo MDR especificamente para o SNIS, constando, portanto, nesta base de dados. Todos serão detalhados na 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	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	- 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 no Faturamento Total	Avaliar o nível da água não faturada em um sistema de distribuição em termos percentuais	-Fornece uma visão geral da situação das perdas do sistema levando em consideração o volume de serviços. -Apresenta uma visão sobre o que a empresa está produzindo e não consegue faturar	- 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	Avaliar o nível de água não consumida em um sistema de distribuição em termos percentuais	Fornece uma aproximação útil para a análise do impacto das perdas na distribuição (físicas e aparentes), em relação ao volume produzido	- 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	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	- 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.

Comentado [Is2]: Perdas de água "consumida" é a expressão?

Elaboração: GO Associados.

3.2.1 IN013 – Índice de Perdas no Faturamento

Este indicador procura aferir a água produzida e não faturada, obedecendo à seguinte expressão matemática:

$$IN013 = \frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100$$

Conforme definido pelo SNIS, o AG006 – Volume de Água Produzido corresponde ao volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada (AG016), ambas tratadas na(s) unidade(s) de tratamento do prestador de serviços, medido ou estimado na(s) saída(s) da(s) ETA(s) ou UTS(s). Inclui também os volumes de água captada pelo prestador de serviços ou de água bruta importada, que forem disponibilizados para consumo sem tratamento, medidos na(s) respectiva(s) entrada(s) do sistema de distribuição.

Já o AG011 – Volume de Água Faturado é definido como o volume anual de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado (AG019), quando faturado, para outro prestador de serviços. O AG018 - Volume de Água Tratado Importado, por sua vez, caracteriza o volume anual de água potável, previamente tratada (em ETA(s) ou em UTS(s)), recebido de outros agentes fornecedores. Por fim, o AG024 – Volume de Serviço é o valor da soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado. As águas de lavagem das ETA(s) ou UTS(s) não são consideradas.

3.2.2 IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total

Analogamente ao caso anterior, este indicador procura aferir a água produzida e não faturada, mas obedece à seguinte expressão matemática:

$$IPFT = \frac{AG006 + AG018 - AG011}{AG006 + AG018} \times 100 = \left[1 - \left(\frac{AG011}{AG006 + AG018} \right) \right] \times 100$$

Embora todas as informações empregadas em seu cálculo já tenham sido descritas previamente, o indicador proposto é diferente do IN013 – Índice de Perdas no Faturamento definido pelo SNIS e apresentado anteriormente. Tal diferença decorre do

fato de que neste último subtrai-se tanto do numerador como do denominador o AG024 – Volume de Serviço.

Essa informação apresenta valores muito distintos reportados pelas diversas prestadoras. Espera-se que seja um volume irrisório, correspondente à água utilizada nos próprios processos de abastecimento, tratamento de esgoto ou transportado por caminhões-pipa. Porém, há tanto casos nos quais o volume de serviço é nulo, como casos nos quais ele é responsável por um percentual representativo do total de água produzida. Por exemplo, há empresas que incluem o volume de perdas sociais (água utilizada em regiões carentes, mas não faturada) no volume de serviço reportado ao SNIS, elevando desproporcionalmente o dado desses prestadores.

3.2.3 IN049 – Índice de Perdas na Distribuição

Este indicador procura aferir a relação entre a água perdida na distribuição com relação ao total produzido e importado, obedecendo à seguinte expressão matemática:

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

Conforme definido pelo SNIS, o AG010 – Volume de Água Consumido corresponde ao volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido, o volume de consumo estimado para as ligações desprovidas de hidrômetro ou com hidrômetro parado, acrescido do volume de água tratada exportado para outro prestador de serviços.

3.2.4 IN051 – Índice de Perdas por Ligação

Este indicador procura aferir o volume médio perdido na distribuição em cada ligação de água ativa entre o ano de referência e o anterior a esse, obedecendo à seguinte expressão matemática:

$$IN051 = \frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG002*} \times \frac{1.000.000}{365}$$

A única variável empregada em seu cálculo ainda não definida é a AG002 – Quantidade de Ligações Ativas de Água. Segundo o SNIS, tal variável corresponde à quantidade de ligações ativas de água, providas ou não de hidrômetro, que estavam conectadas à rede de abastecimento de água e com água disponibilizada pelo prestador no ano de referência. O asterisco, por sua vez, designa a média aritmética dos valores do ano de referência e do ano anterior ao mesmo, conforme notação do próprio SNIS.

3.3 COMPOSIÇÃO DA 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 2021 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).⁵ O Quadro 7 reúne as observações que compõem essa amostra.

QUADRO 7: MUNICÍPIOS CONSIDERADOS NA AMOSTRA

Município	UF	População (IBGE)	Classificação
São Paulo	SP	12.396.372	1
Rio de Janeiro	RJ	6.775.561	2
Brasília	DF	3.094.325	3
Salvador	BA	2.900.319	4
Fortaleza	CE	2.703.391	5
Belo Horizonte	MG	2.530.701	6
Manaus	AM	2.255.903	7
Curitiba	PR	1.963.726	8
Recife	PE	1.661.017	9
Goiânia	GO	1.555.626	10
Belém	PA	1.506.420	11
Porto Alegre	RS	1.492.530	12
Guarulhos	SP	1.404.694	13
Campinas	SP	1.223.237	14
São Luís	MA	1.115.932	15
São Gonçalo	RJ	1.098.357	16
Maceió	AL	1.031.597	17
Duque de Caxias	RJ	929.449	18
Campo Grande	MS	916.001	19

⁵ Embora calculadas originalmente pelo IBGE, tais estimativas populacionais ao nível municipal constam no SNIS. Portanto, para a avaliação deste trabalho, considerou-se o dado presente neste último.

Município	UF	População (IBGE)	Classificação
Natal	RN	896.708	20
Teresina	PI	871.126	21
São Bernardo do Campo	SP	849.874	22
João Pessoa	PB	825.796	23
Nova Iguaçu	RJ	825.388	24
São José dos Campos	SP	737.310	25
Santo André	SP	723.889	26
Ribeirão Preto	SP	720.116	27
Jaboatão dos Guararapes	PE	711.330	28
Uberlândia	MG	706.597	29
Osasco	SP	701.428	30
Sorocaba	SP	695.328	31
Contagem	MG	673.849	32
Aracaju	SE	672.614	33
Feira de Santana	BA	624.107	34
Cuiabá	MT	623.614	35
Joinville	SC	604.708	36
Aparecida de Goiânia	GO	601.844	37
Londrina	PR	580.870	38
Juiz de Fora	MG	577.532	39
Porto Velho	RO	548.952	40
Ananindeua	PA	540.410	41
Serra	ES	536.765	42
Caxias do Sul	RS	523.716	43
Macapá	AP	522.357	44
Niterói	RJ	516.981	45
Florianópolis	SC	516.524	46
Belford Roxo	RJ	515.239	47
Campos dos Goytacazes	RJ	514.643	48
Vila Velha	ES	508.655	49
Mauá	SP	481.725	50
São João de Meriti	RJ	473.385	51
São José do Rio Preto	SP	469.173	52
Mogi das Cruzes	SP	455.587	53
Betim	MG	450.024	54
Boa Vista	RR	436.591	55
Maringá	PR	436.472	56
Santos	SP	433.991	57
Diadema	SP	429.550	58
Jundiaí	SP	426.935	59
Rio Branco	AC	419.452	60
Montes Claros	MG	417.478	61
Campina Grande	PB	413.830	62
Piracicaba	SP	410.275	63
Carapicuíba	SP	405.375	64
Anápolis	GO	396.526	65
Olinda	PE	393.734	66
Cariacica	ES	386.495	67
Bauru	SP	381.706	68
Itaquaquecetuba	SP	379.082	69
São Vicente	SP	370.839	70
Vitória	ES	369.534	71
Caruaru	PE	369.343	72

Município	UF	População (IBGE)	Classificação
Caucaia	CE	368.918	73
Blumenau	SC	366.418	74
Petrolina	PE	359.372	75
Ponta Grossa	PR	358.838	76
Franca	SP	358.539	77
Canoas	RS	349.728	78
Pelotas	RS	343.826	79
Vitória da Conquista	BA	343.643	80
Ribeirão das Neves	MG	341.415	81
Uberaba	MG	340.277	82
Paulista	PE	336.919	83
Praia Grande	SP	336.454	84
Cascavel	PR	336.073	85
São José dos Pinhais	PR	334.620	86
Guarujá	SP	324.977	87
Taubaté	SP	320.820	88
Palmas	TO	313.349	89
Limeira	SP	310.783	90
Camaçari	BA	309.208	91
Santarém	PA	308.339	92
Petrópolis	RJ	307.144	93
Mossoró	RN	303.792	94
Suzano	SP	303.397	95
Taboão da Serra	SP	297.528	96
Várzea Grande	MT	290.383	97
Sumaré	SP	289.875	98
Marabá	PA	287.664	99
Gravataí	RS	285.564	100

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

3.4 OBSERVAÇÕES ATÍPICAS

Conforme mencionado anteriormente, as informações computadas pelo SNIS são autodeclaradas. Assim, pode haver assimetrias no preenchimento dos dados apresentados pelos operadores. Tais assimetrias podem advir, por exemplo, de diferenças metodológicas ou, em outras palavras, da interpretação divergente de um mesmo conceito entre os operadores. Além disso, pode haver falhas no preenchimento dos questionários.

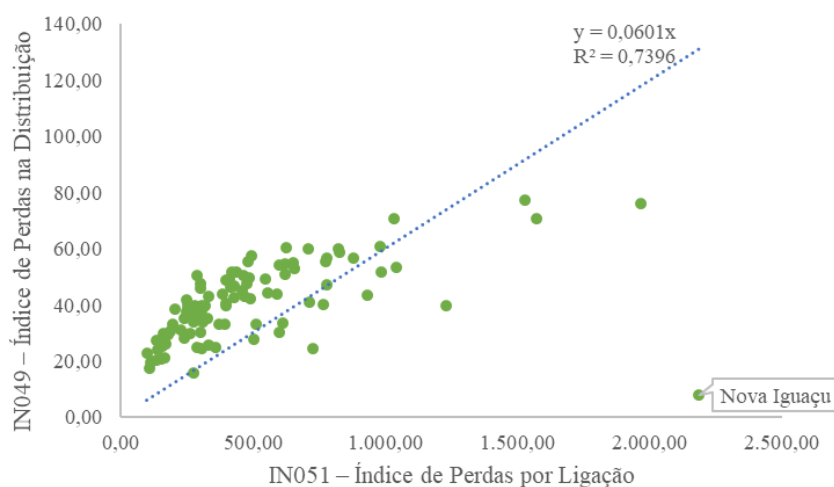
Neste sentido, o IN013 – Índice de Perdas no Faturamento apresentou resultados contraintuitivos, donde podem prescindir de revisão ou de retificação: o município de Petrópolis (RJ) apresentou um índice de -4,81% em 2021. Embora seja possível que alguns operadores apresentem índices negativos, trata-se de um cenário bastante

Comentado [Is3]: Foi feito contato com SNIS ou ainda com a operadora para validação dos dados?

incomum. Tanto em 2021 como em 2020, nenhum município apresentou IPFT – Índice de Perdas de Faturamento Total negativo, logo é possível inferir que a divergência se deve potencialmente ao AG024 – Volume de Serviço, pois é a única informação diferente no cômputo de ambos os indicadores.

Ademais, como será visto na sequência, o município de Nova Iguaçu (RJ) apresentou o melhor IN049 – Índice de Perdas na Distribuição (7,90%) e o pior IN051 – Índice de Perdas por Ligação (2.185,70 L/ligação/dia) da amostra dos 100 municípios mais populosos do Brasil em 2021. Como o numerador de ambos os indicadores é idêntico, espera-se que haja uma alta correlação entre eles. Contudo, no caso específico de Nova Iguaçu (RJ), observou-se justamente o contrário, como pode ser conferido no Quadro 8.

QUADRO 8: GRÁFICO DE DISPERSÃO – IN049 × IN051



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Isso muito provavelmente deve-se ao fato de Nova Iguaçu (RJ) ser um município produtor de água. De fato, a informação AG019 – Volume de Água Tratada Exportado corrobora esta interpretação, uma vez que o valor observado para o município em 2021 foi de 1.240.554.000 m³. Para fins de comparação, a informação AG006 – Volume de

Água Produzido foi de 1.368.915.000 m³ no mesmo ano. Ou seja, mais de 90% da água produzida em Nova Iguaçu (RJ) em 2021 foi consumida por outros municípios.

Como o denominador do IN049 – Índice de Perdas na Distribuição não leva isso em consideração, isto é, contempla a água tratada exportada, pode ter seus valores distorcidos em casos singulares como este. O mesmo não é verdade para o IN051 – Índice de Perdas por Ligação, pois o denominador da fração, neste caso, é o número de ligações do município, que é baixo relativo ao volume de água perdido, aumentando o valor do indicador.

Como apresentado nas subseções anteriores, os prestadores possuem interpretações distintas acerca do preenchimento dos campos de resposta ao questionário do SNIS, o que também pode ajudar a justificar a situação particular dos municípios acima. Apesar disso, informações e indicadores foram integralmente considerados tal qual divulgado no SNIS (2021).

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 o IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total, o 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 2021. 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) Estimação do balanço hídrico utilizando as informações agregadas para o Brasil, reportadas no SNIS (2021) – Quadro 9. Para a divisão das perdas de água entre perdas físicas e comerciais optou-se por utilizar a referência do Banco Mundial⁶ para países em desenvolvimento, que indica que as perdas podem ser divididas em 60% de perdas físicas e 40% de perdas comerciais.

QUADRO 9: BALANÇO HÍDRICO

Água que entra no sistema (inclui água importada)	Consumo autorizado faturado	Consumo faturado medido	Água faturada
		Consumo faturado não medido	
	Consumo autorizado não faturado (vol. de serviços)		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.
 - 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 terceiros⁷.
 - b) Multiplicou-se o custo marginal de produção de água pelo volume das perdas físicas em m³.

Matematicamente:

⁶ 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.

⁷ 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.

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

- 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 tarifa média de água (de acordo com o último SNIS) pelo volume das perdas comerciais de água.

Matematicamente:

$$\text{Impacto PC (R\$)} = \text{Vol. PC (m}^3\text{)} \times \text{IN005 (R\$/m}^3\text{)}$$

- 4) Quantificação dos impactos gerados pela redução dos volumes de serviços. A redução dos volumes de serviços gera como principal benefício a redução dos custos dos operadores, já que em um cenário de menores volumes gastos com serviços 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 terceiros⁷.
- b) Multiplicou-se o custo marginal de produção de água pelo volume de serviços em m³.

Matematicamente:

$$\text{Impacto AG024 (R\$)} = \text{AG024 (m}^3\text{)} \times \text{CMg Prod. Água (R\$/m}^3\text{)}$$

- 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:

$$\text{Impacto Tot.} = \text{Impacto PF} + \text{Impacto PC} + \text{Impacto AG024}$$

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 Plano Nacional de Saneamento (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 2021, e o valor estimado para 2022 é de R\$ 95, os ganhos brutos com a redução de perdas em 2021 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
2021 (ano 0)	100	-
2022 (ano 1)	95	5
2023 (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 benefício⁸. 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.

⁸ 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 DIAGNÓSTICO DAS PERDAS DE ÁGUA

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

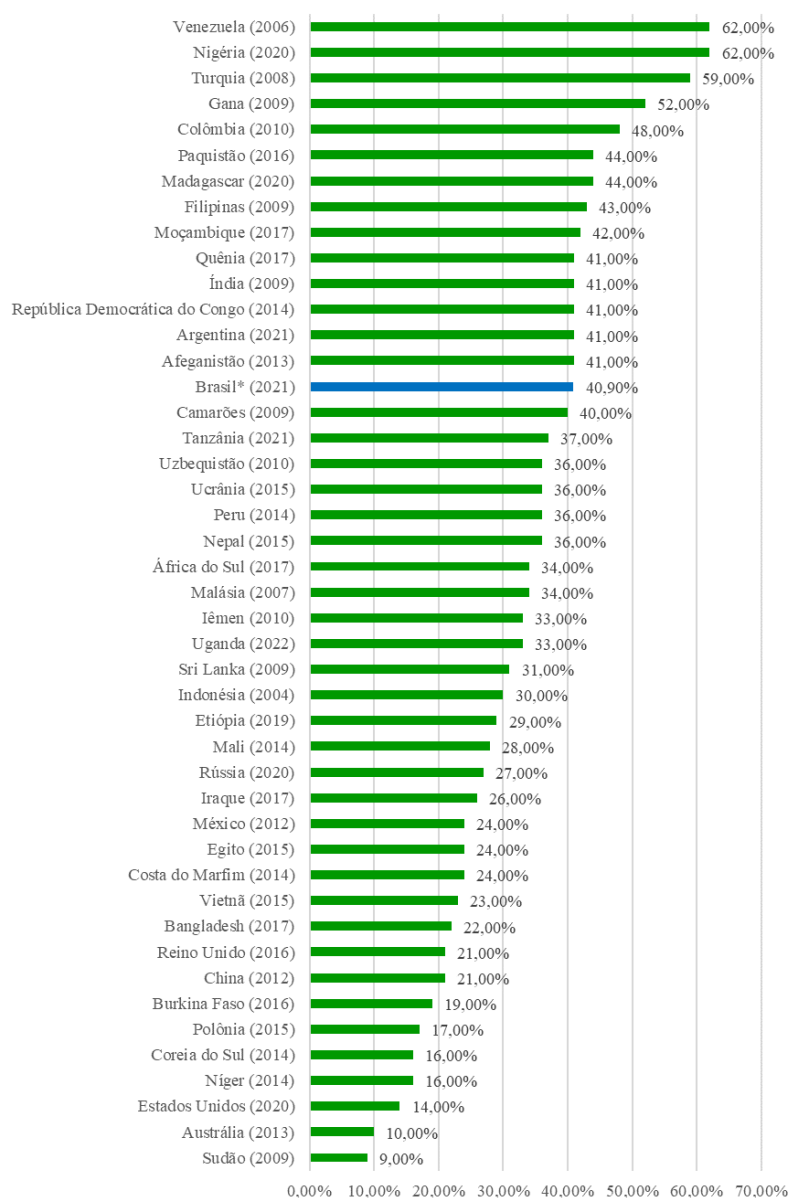
Esta subseção busca apresentar o padrão internacional do nível de perdas. É importante levar em consideração que, em muitos países, a diferenciação entre o volume consumido e o volume faturado não é comumente utilizada. Assim sendo, as estatísticas apresentadas têm como propósito evidenciar a tendência 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 visualização, considera-se o grupo de países cujas estimativas populacionais do Banco Mundial⁹ para o ano de 2021 eram superiores a 20 milhões de habitantes. Tal subamostra contém 45 observações, cujas populações somadas correspondem a aproximadamente 80% da população mundial nesse ano.

⁹ Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>. Acesso em: 13 mai. 2022.

QUADRO 11: ÍNDICES DE PERDAS – PAÍSES DO MUNDO



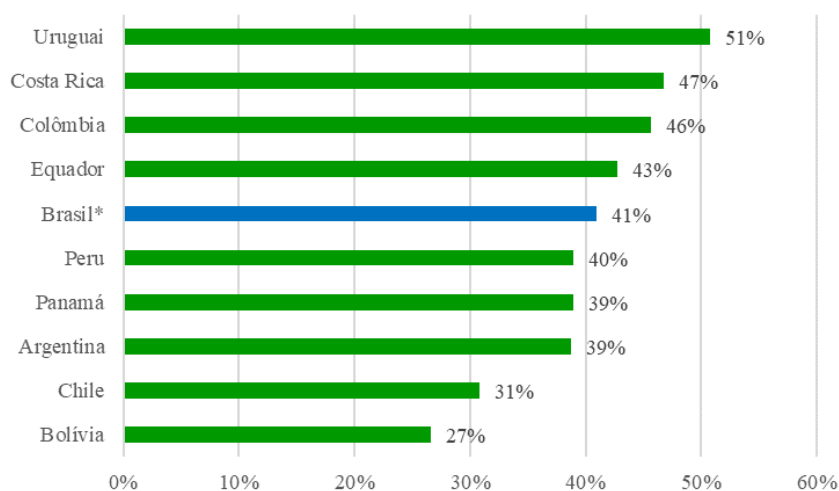
* No caso brasileiro, adotou-se o IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total, calculado com dados do SNIS (2021) para todo o território nacional. Fonte: IBNET (2021). Elaboração: GO Associados.

É possível constatar que o Brasil se encontra distante tanto de países desenvolvidos, como de seus pares em desenvolvimento. O país obteve a 31ª posição no ordenamento das 45 nações analisadas, ficando atrás da China (2012), da Rússia (2020) e da África do Sul (2017), estando à frente somente da Índia (2009) em quatro posições.

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 dez países latinoamericanos. 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 SNIS, a ADERASA realiza frequentemente um informe anual contendo dados defasados em um ano. Logo, embora sua edição mais recente date de 2021, as informações lá contidas são referentes a 2019. 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: ÍNDICES DE PERDAS – PAÍSES LATINOAMERICANOS



* No caso brasileiro, adotou-se o IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total, calculado com dados do SNIS (2021) para todo o território nacional. Fonte: ADERASA (2019). Elaboração: GO Associados.

Quando comparado a países com níveis de desenvolvimento próximos ao seu, o Brasil apresenta resultados aparentemente insatisfatórios, permanecendo em sexto dentre as dez unidades analisadas, encontrando-se mais próximo do último colocado (Uruguai, com 51%) do que do primeiro (Bolívia, com 27%) em termos do índice de perdas.

Finalmente, uma fonte de informações acerca de água não faturada ao nível municipal dentre diferentes países do mundo é a *The Smart Water Networks Forum* (SWAN). No entanto, a edição mais recente da pesquisa que investiga esse indicador data de agosto de 2011, isto é, os dados estão defasados em mais de uma década. A edição engloba 87 municípios de 47 países, mas a única cidade brasileira que consta na pesquisa é São Paulo (SP), cujo indicador foi atualizado utilizando o IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total calculado com dados do SNIS (2021).

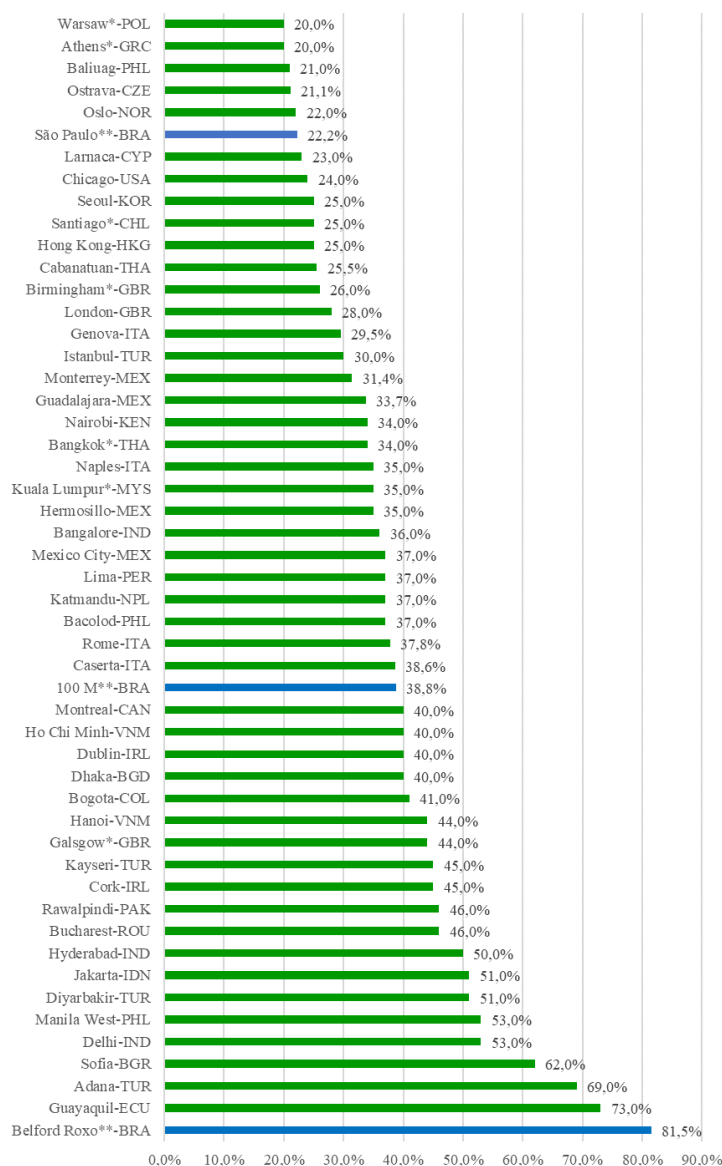
Para fins ilustrativos, inseriu-se o mesmo indicador médio amostral dos 100 municípios contemplados por este Estudo, além do dado municipal daquele que se destacou pela pior performance em 2021: Belford Roxo (RJ). Ademais, foram

selecionados aqueles municípios cujas perdas ultrapassavam 20% para fins de comparação. Os resultados desse exercício são apresentados no Quadro 13.

É possível perceber que a média amostral de todos os 100 municípios brasileiros mais populosos de 2021 é alta, quando comparada a dos demais municípios da amostra, embora bastante heterogênea. De um lado, há municípios como São Paulo (SP), já atendendo à meta estabelecida pela Portaria nº 490/2021 do MDR, e outros municípios com índices de perdas até inferiores. Do outro, há municípios com índices de perdas bastante elevados, sendo a evidência cabal disso Belford Roxo (RJ), uma vez que apresentou um índice de perdas no faturamento quase dez pontos percentuais maiores do que o último colocado da base SWAN 2011 – Guayaquil (Equador), com 73%.

Comentado [Is4]: Um "índice" de

QUADRO 13: ÍNDICES DE PERDAS – MUNICÍPIOS DO MUNDO



* Um asterisco indica que a taxa se refere a toda a rede operada pelo prestador daquele município.

** Nos casos brasileiros, adotou-se o IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total, calculado para cada caso com dados do SNIS (2021). Fonte: SWAN (2011). Elaboração: GO Associados.

4.2 NACIONAL

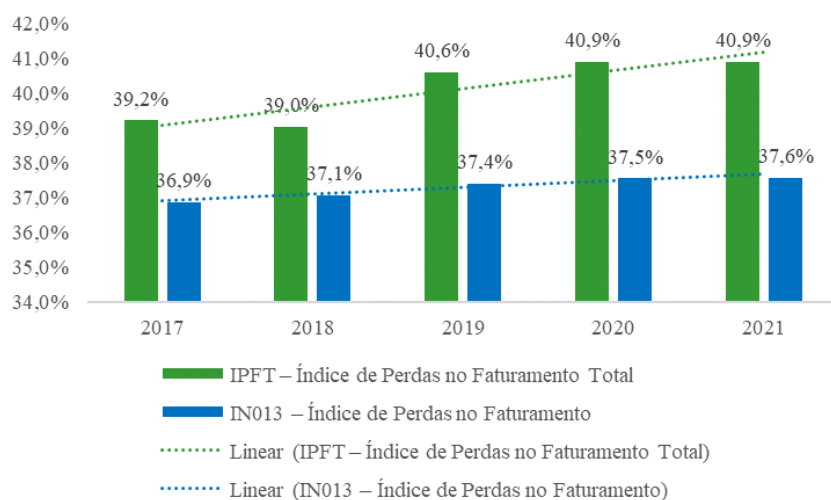
Quando se compara os indicadores de perdas de água do Brasil com os padrões internacionais, observa-se que o sistema de abastecimento ainda apresenta grande distância da fronteira tecnológica em termos de eficiência. A média nacional do IN013 – Índice de Perdas no Faturamento em 2021 foi de 37,55%, mais de 20 pontos percentuais acima da média dos países desenvolvidos, que é de 15%, e acima da média dos países em desenvolvimento, que é de 35%. Tais estatísticas estrangeiras foram fornecidas pelo Banco Mundial¹⁰ e correspondem a valores de 2006, o que torna a 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 divulgados indicadores que reflitam de maneira independente as perdas físicas e as comerciais. O Quadro 14 mostra a evolução das perdas no faturamento no quinquênio mais recente disponível no SNIS, indicando que poucos foram os esforços realizados com o intuito de diminuir as perdas de água no Brasil. Pode-se inclusive constatar que os índices observados ao final do período (2021) são superiores àqueles auferidos cinco anos antes (2017), além de apresentarem tendência de crescimento no período.

Retrocesso de magnitude semelhante é observado nas perdas na distribuição do Brasil no mesmo período, presente no Quadro 15. O valor observado para o indicador aumenta ano após ano, inclusive acelerando-se em anos mais recentes, evidenciando a necessidade de maiores esforços visando à diminuição das perdas.

¹⁰ 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.

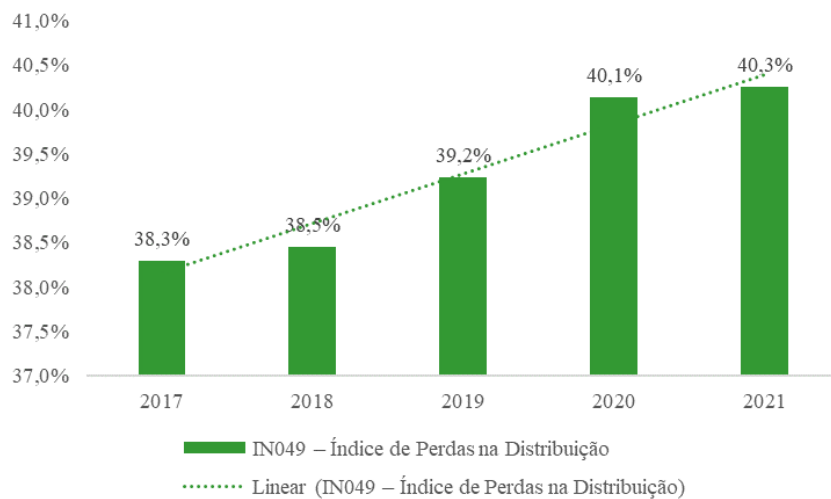
QUADRO 14: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO – BRASIL



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Comentado [Is5]: Usar o nome ao invés do código. Ex: IN013. O IN013 até pode ficar entre parênteses mas o principal é a descrição do índice.

QUADRO 15: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO – BRASIL



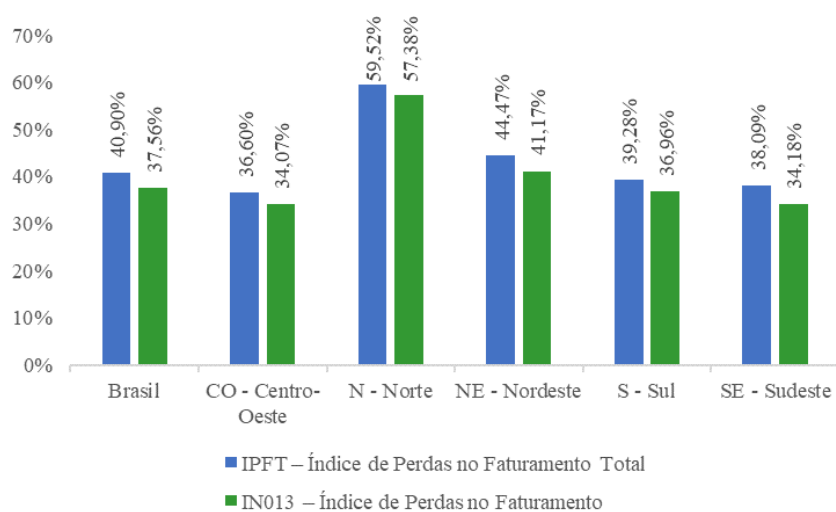
Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Comentado [Is6]: O mesmo vale quando escrevemos IN049

4.3 REGIONAL

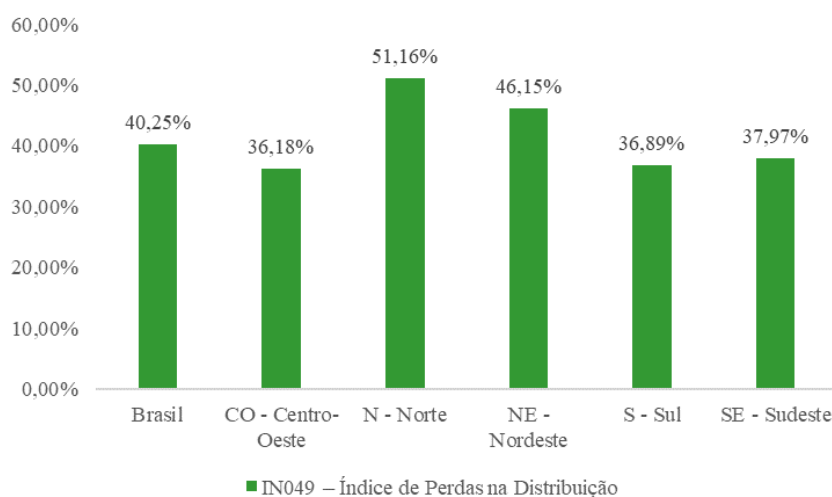
Deve-se notar que a situação de perdas no Brasil apresenta grande heterogeneidade quando se comparam suas diversas regiões. A seguir, são apresentados os indicadores de interesse com dados de 2021 ao nível regional.

QUADRO 16: PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO (2021)



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

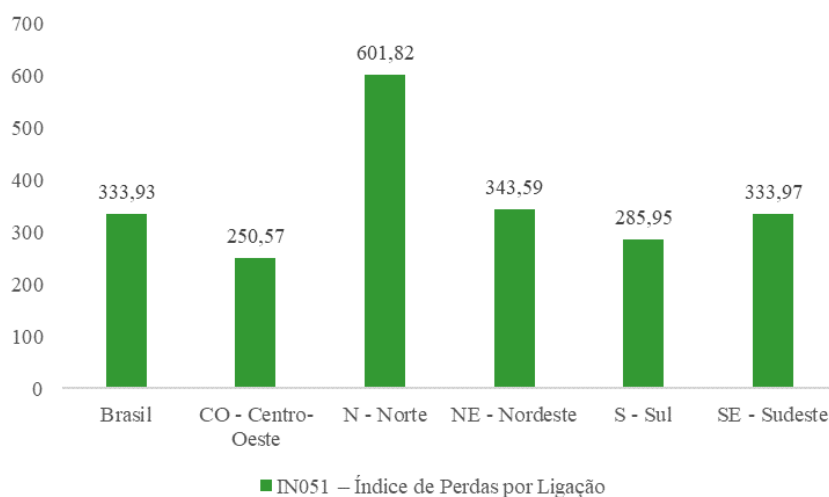
QUADRO 17: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO (2021)



Fonte: SNIS (2021). 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 os índices de perdas. Além disso, essas regiões também são aquelas que possuem os piores indicadores de atendimento de água, coleta e tratamento de esgoto.

QUADRO 18: PERDAS VOLUMÉTRICAS (L/LIGAÇÃO/DIA) POR MACRORREGIÃO (2021)

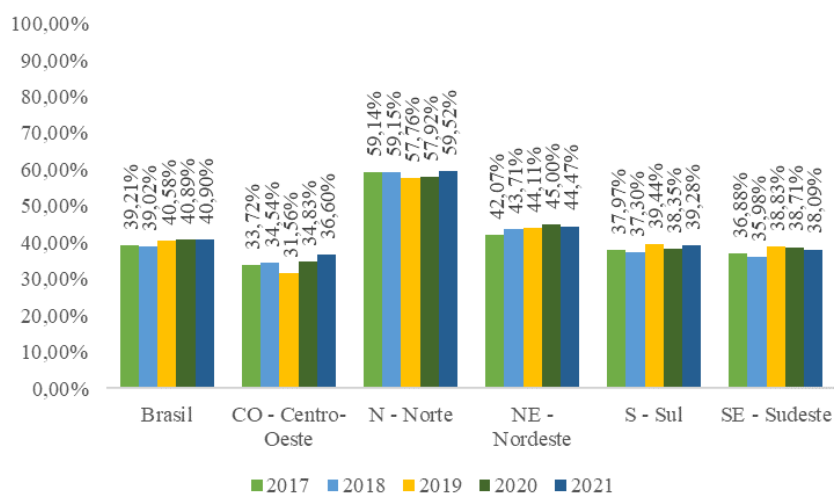


Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Como se pode ver no Quadro 18, as médias de perdas por ligação em 2021 de todas as regiões se encontravam fora do padrão de excelência de 216 L/ligação/dia, sendo a região Centro-Oeste a que mais se aproximou dele. O pior desempenho novamente foi observado pela região Norte, com quase o triplo do nível ótimo. As três demais regiões bem como o Brasil apresentaram índices que oscilam próximos do intervalo de 300 a 350 L/ligação/dia.

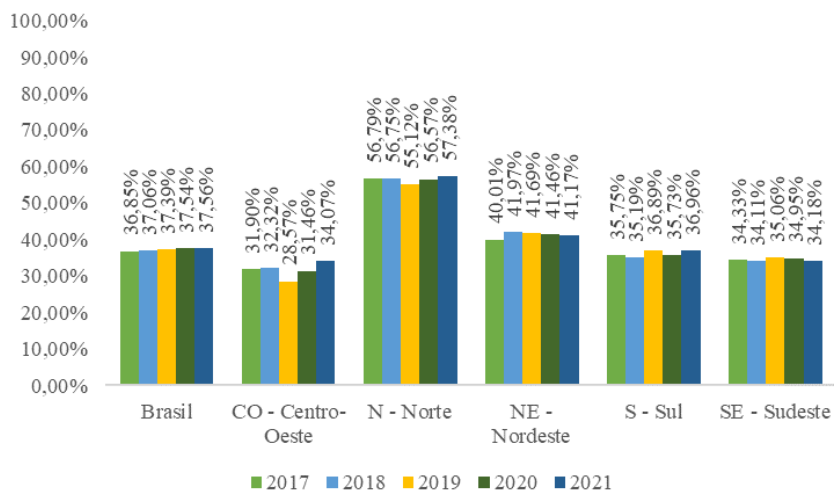
É importante ressaltar que esse indicador não é necessariamente comparável entre regiões, uma vez que ele tende a aumentar quanto maior for o volume de água produzido ou quão maior for a taxa de ocupação das residências (número de habitantes por ligação). Por esta razão, apresentam-se na sequência as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

QUADRO 19: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL POR MACRORREGIÃO



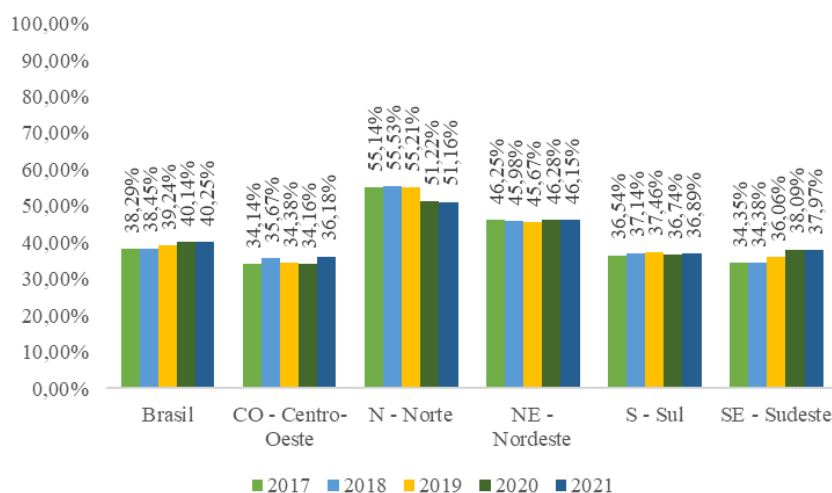
Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 20: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NO FATURAMENTO POR MACRORREGIÃO



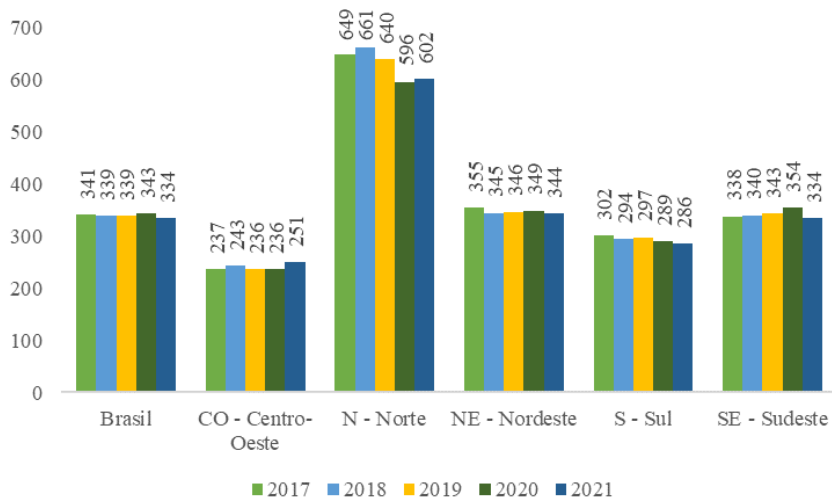
Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 21: EVOLUÇÃO DAS PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR MACRORREGIÃO



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 22: EVOLUÇÃO DAS PERDAS VOLUMÉTRICAS POR MACRORREGIÃO



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Ao longo do período analisado, é notável que não houve nenhuma evolução significativa nos indicadores de perdas sob a perspectiva regional. Pelo contrário, a

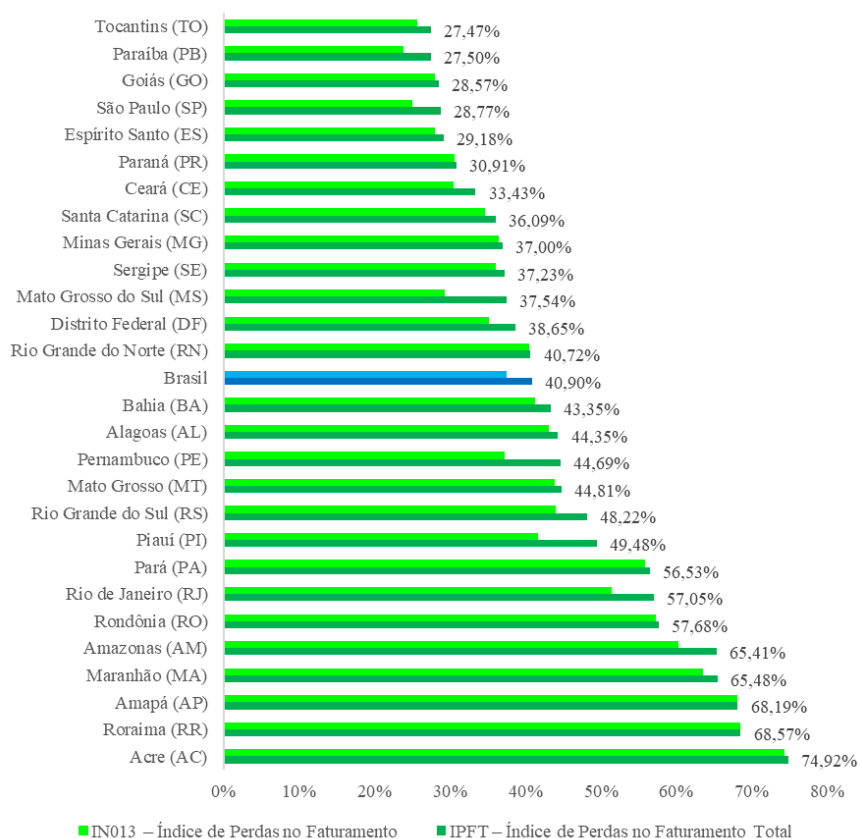
tendência é de estagnação, com poucas exceções. No caso das perdas no faturamento, a região Centro-Oeste foi a que mais apresentou piora quando comparando 2021 a 2017, com aumento de 2,17 pontos percentuais, enquanto uma leve melhora de 0,15 ponto percentual foi constatada na região Sul no mesmo intervalo de tempo.

Já no indicador de perdas na distribuição, a região que mais apresentou piora nos últimos cinco anos do SNIS foi a Sudeste, com aumento de 3,62 pontos percentuais. Por outro lado, observa-se uma melhora na região Norte, com redução de 3,98 pontos percentuais no quinquênio examinado, embora ainda seja o maior índice dentre as macrorregiões brasileiras. Finalmente, sob a ótica do índice de perdas por ligação, a região que mais avançou foi novamente a Norte, com uma redução de quase 50 L/ligação/dia, enquanto a região Centro-Oeste foi a única piorou nesse período, com um aumento de 13,85 L/ligação/dia.

4.4 ESTADUAL

Ao desagregar a análise dos indicadores de perdas a nível estadual, a tendência observada na subseção anterior é mantida, com os estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentando desempenho acima da média nacional, e os estados das regiões Norte e Nordeste abaixo dela. Não obstante, há algumas exceções, a depender do indicador analisado. O Quadro 23 apresenta os índices de perdas no faturamento de 2021.

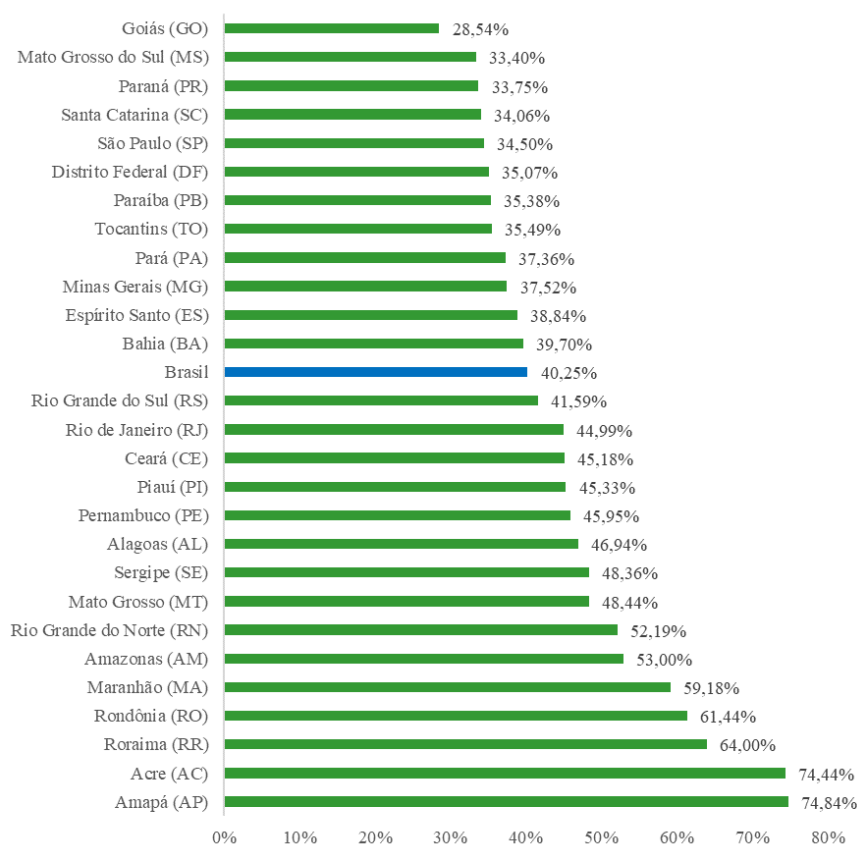
QUADRO 23: PERDAS NO FATURAMENTO POR ESTADO (2021)



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados. Nota: para melhor visualização, optou-se por exibir somente os valores referentes ao IPFT, que corresponde ao maior dos índices de perdas no faturamento, conforme demonstrado matematicamente no Apêndice deste Estudo.

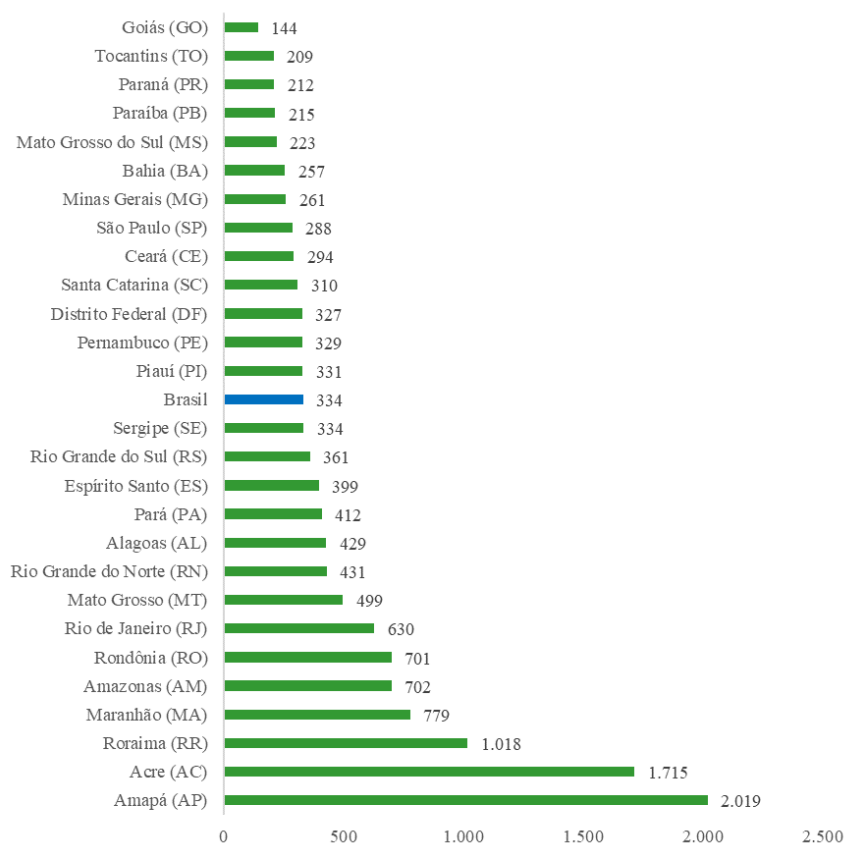
Já o Quadro 24 e o Quadro 25 apresentam, respectivamente, os índices de perdas na distribuição e de perdas por ligação.

QUADRO 24: PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO POR ESTADO (2021)



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 25: PERDAS VOLUMÉTRICAS (L/LIGAÇÃO/DIA) POR ESTADO (2021)



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

5 SITUAÇÃO ATUAL NOS 100 MAIORES MUNICÍPIOS

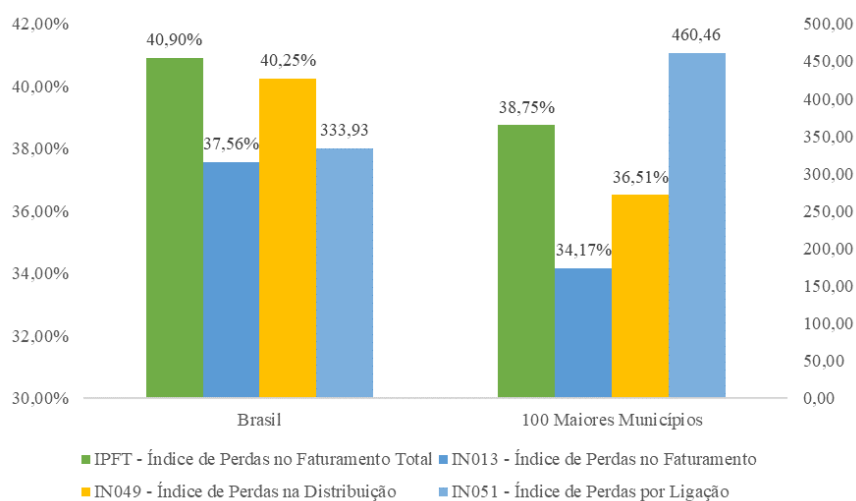
O objetivo desta seção é apresentar o desempenho dos 100 municípios mais populosos do Brasil. Essas cidades abarcam cerca de 40% da população total do país.

5.1 DIAGNÓSTICO

Conforme pode ser visto no Quadro 26, os níveis de perdas dos 100 maiores municípios do Brasil são inferiores aos índices nacionais para todos os indicadores percentuais considerados em 2021, nomeadamente: IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total, IN013 – Índice de Perdas no Faturamento, e IN049 – Índice de Perdas na Distribuição.

No caso do IN051 – Índice de Perdas por Ligação, a situação se inverte: o valor observado foi de 460,46 L/ligação/dia nos 100 maiores municípios, mas de 333,93 L/ligação/dia no Brasil, ressaltando que, neste caso, quanto maior for a medição, maior será a perda. Contudo, há uma possível explicação para esse caso: os municípios mais populosos possuem, em geral, abastecimento de água superior à média nacional, donde é razoável que as perdas volumétricas sejam maiores.

QUADRO 26: ÍNDICES DE PERDAS – BRASIL × 100 MAIORES MUNICÍPIOS



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

5.1.1 IN013 – Índice de Perdas no Faturamento

Este indicador procura aferir a água produzida e não faturada, subtraindo, contudo, o volume de serviços de sua base de cálculo. O Quadro 27 traz as principais estatísticas descritivas dos 100 municípios que compõem a amostra.

QUADRO 27: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS
IN013 – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO

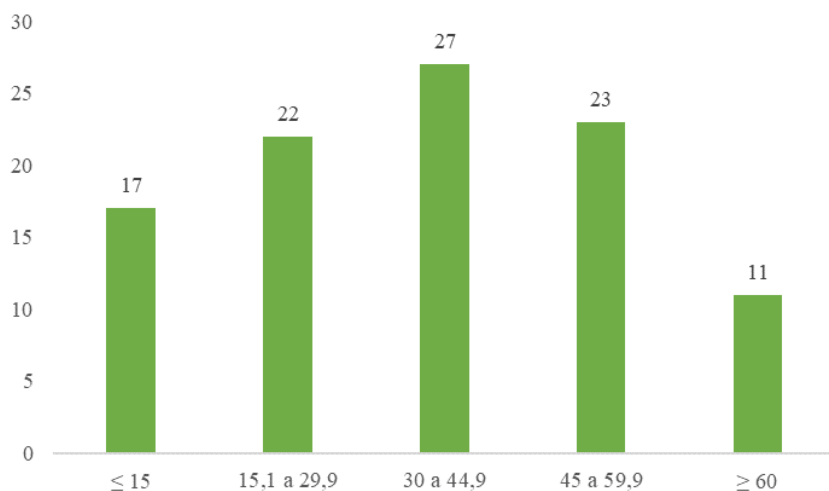
Estatísticas	
INDICADOR MÉDIO¹¹	34,17
COEF. VAR	0,53
MÁXIMO	80,27
MÉDIA	35,48
MEDIANA	34,96
DESV. PAD.	18,74
MÍNIMO	-4,81

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

O indicador médio computado na amostra é de 34,17%. Tal valor é inferior à média nacional divulgada no SNIS (2021), que foi de 37,56%. Os pontos de máximo e mínimo correspondem, respectivamente, a Belford Roxo (RJ), com 80,27%, e a Petrópolis (RJ), com -4,81%. O Quadro 28 traz o histograma deste indicador, mostrando a frequência dos municípios por faixas de 15 pontos percentuais.

¹¹ Nesta e nas próximas subseções, convencionou-se distinguir o “Indicador Médio” da “Média”. Enquanto esta última corresponde à média aritmética simples entre os índices municipais contemplados pela amostra, o primeiro é composto pelo cálculo do indicador empregando as mesmas informações amostrais utilizadas para compor um indicador individual. Como esses valores são índices, eles são ponderados por alguma dimensão de grandeza de cada município, podendo ser população atendida pelo abastecimento de água ou número de ligações ativas, por exemplo. Portanto, eles não necessariamente precisam ser iguais. Inclusive, frequentemente eles não o são, como será visto ao longo desta seção.

QUADRO 28: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA
IN013 – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Dos 100 municípios considerados, apenas 17 possuem este indicador menor 15%, sendo que dos 22 que se encontram na faixa imediatamente superior, mais 17 apresentam índices inferiores a 25% (valor considerado para o padrão de excelência). Ou seja, mais de um terço da amostra (34 municípios) já atinge níveis ótimos de perdas no faturamento. Contudo, o gráfico também mostra que o mesmo número de municípios (34) apresenta valores superiores a 45%.

Portanto, há um grande potencial de redução de perdas de água nesses municípios e, consequentemente, de aumento da disponibilidade hídrica para os usuários e de ganhos financeiros para os prestadores. O Quadro 29 mostra, para este indicador, quais os 20 melhores e os dez piores colocados, bem como os valores observados de cada.

QUADRO 29: MELHORES E PIORES
IN013 – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO

Colocação	Município	UF	IN013
1	Petrópolis	RJ	-4,81
2	Campina Grande	PB	3,74
3	Taboão da Serra	SP	4,07
4	Niterói	RJ	5,76
5	Praia Grande	SP	6,30
6	Serra	ES	7,56
7	Nova Iguaçu	RJ	7,58
8	Santos	SP	9,53
9	São José do Rio Preto	SP	10,30
10	Suzano	SP	10,48
11	Limeira	SP	10,98
12	Blumenau	SC	11,32
13	Campinas	SP	11,76
14	Diadema	SP	12,53
15	Franca	SP	13,86
16	Uberlândia	MG	14,17
17	Itaquaquecetuba	SP	14,67
18	Aracaju	SE	15,00
19	São Paulo	SP	15,82
20	Goiânia	GO	18,55

Comentado [Is7]: Esquisito este número

Colocação	Município	UF	IN013
91	São Luís	MA	60,56
92	Boa Vista	RR	62,76
93	São João de Meriti	RJ	64,46
94	Macapá	AP	66,15
95	Pelotas	RS	67,78
96	Várzea Grande	MT	67,87
97	Rio Branco	AC	70,72
98	Duque de Caxias	RJ	72,19
99	Porto Velho	RO	74,31
100	Belford Roxo	RJ	80,27

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

5.1.2 IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total

Este indicador procura aferir a água produzida e não faturada, levando em conta o volume de serviços. O Quadro 30 traz as principais estatísticas descritivas dos 100 municípios que compõem a amostra.

QUADRO 30: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS
IPFT – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL

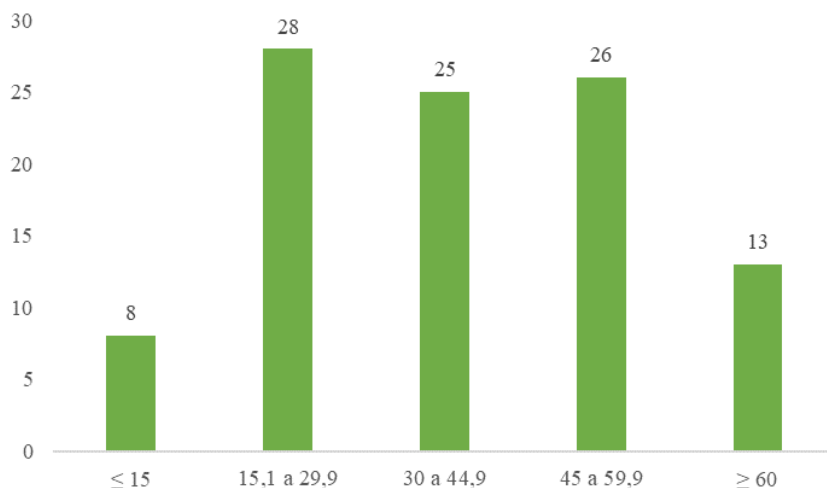
Estatísticas	
INDICADOR MÉDIO	38,75
COEF. VAR	0,46
MÁXIMO	81,53
MÉDIA	39,21
MEDIANA	38,28
DESV. PAD.	18,06
MÍNIMO	3,74

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

O indicador médio computado na amostra foi de 38,75%. Tal valor é inferior à média nacional, que foi de 40,90% quando calculada com as informações do SNIS (2021). Os pontos de máximo e mínimo correspondem, respectivamente, a Belford Roxo (RJ), com 81,53%, e a Campina Grande (PB), com 3,74%. O Quadro 31 traz o histograma deste indicador, mostrando a frequência dos municípios por faixas de 15 pontos percentuais.

Comentado [Is8]: Esquisito, qual é o histórico em relação a este número nos demais anos?

QUADRO 31: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA
IPFT – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Dos 100 municípios considerados, apenas oito possuem esse indicador menor ou igual a 15%, sendo que dos 28 que se encontram na faixa imediatamente superior, 21 apresentam índices inferiores a 25% (valor considerado para o padrão de excelência). Ou seja, mais de um quarto da amostra (29 municípios) atinge níveis ótimos de perdas no faturamento. Contudo, o gráfico também mostra que quase 40% da amostra (39) possui valores superiores a 45%.

Portanto, há um grande potencial de redução de perdas de água nesses municípios e, consequentemente, de aumento da disponibilidade hídrica para os usuários e de ganhos financeiros para os operadores. O Quadro 32 mostra, para este indicador, quais os 20 melhores e os dez piores colocados, bem como os valores observados de cada.

QUADRO 32: MELHORES E PIORES
IPFT – ÍNDICE DE PERDAS NO FATURAMENTO TOTAL

Colocação	Município	UF	IPFT
1	Campina Grande	PB	3,74
2	Petrópolis	RJ	4,63
3	Nova Iguaçu	RJ	7,64
4	Serra	ES	9,12
5	São José do Rio Preto	SP	10,30
6	Campinas	SP	13,09
7	Limeira	SP	13,51
8	Diadema	SP	13,53
9	Franca	SP	15,63
10	Uberlândia	MG	15,70
11	Suzano	SP	15,74
12	Praia Grande	SP	17,64
13	Aracaju	SE	19,15
14	Goiânia	GO	19,15
15	Aparecida de Goiânia	GO	19,72
16	Niterói	RJ	19,86
17	Maringá	PR	22,01
18	Santos	SP	22,10
19	Taboão da Serra	SP	22,21
20	São Paulo	SP	22,23

Colocação	Município	UF	IPFT
91	São Luís	MA	64,86
92	Macapá	AP	66,15
93	Manaus	AM	66,58
94	São João de Meriti	RJ	67,39
95	Pelotas	RS	67,78
96	Várzea Grande	MT	69,00
97	Rio Branco	AC	71,35
98	Duque de Caxias	RJ	73,66
99	Porto Velho	RO	74,31
100	Belford Roxo	RJ	81,53

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

5.1.3 IN049 – Índice de Perdas na Distribuição

Este indicador procura aferir a relação entre volume produzido e volume consumido. O Quadro 33 traz as principais estatísticas descritivas dos 100 municípios que compõem a amostra.

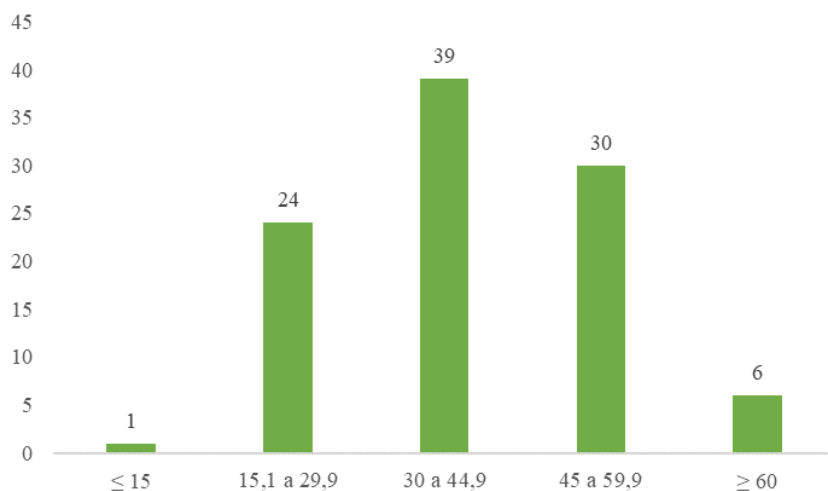
QUADRO 33: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS
IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO

Estatísticas	
INDICADOR MÉDIO	36,51
COEF. VAR	0,34
MÁXIMO	77,21
MÉDIA	40,39
MEDIANA	39,73
DESV. PAD.	13,55
MÍNIMO	7,90

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

O indicador médio computado na amostra foi de 36,51%. Tal valor é inferior à média nacional divulgada no SNIS (2021), que foi de 40,25%. Os pontos de máximo e mínimo correspondem, respectivamente, a Porto Velho (RO), com 77,21%, e a Nova Iguaçu (RJ), com 7,90%. O Quadro 34 traz o histograma deste indicador, mostrando a frequência dos municípios por faixas de 15 pontos percentuais.

QUADRO 34: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA
IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Dos 100 municípios considerados, apenas um possui este indicador menor ou igual a 15%, sendo que, dos 24 que se encontram na faixa imediatamente superior, 13 apresentam índices inferiores a 25% (valor considerado para o padrão de excelência). Ou seja, pouco mais de 10% da amostra (14 municípios) atingem níveis ótimos de perdas no faturamento. Contudo, o gráfico também mostra que mais de um terço da amostra (36 municípios) possui valores superiores a 45%.

Portanto, há um grande potencial de redução de perdas de água nesses municípios e, consequentemente, de aumento da disponibilidade hídrica para os usuários e de ganhos financeiros para os operadores. O Quadro 35 mostra, para este indicador, os 20 melhores e os dez piores colocados, bem como os indicadores reportados de cada.

QUADRO 35: MELHORES E PIORES
IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO

Colocação	Município	UF	IN049
1	Nova Iguaçu	RJ	7,90
2	Santos	SP	15,94
3	Taboão da Serra	SP	17,42
4	Goiânia	GO	19,50
5	Campo Grande	MS	19,74
6	Limeira	SP	20,20
7	Campinas	SP	20,57
8	São José do Rio Preto	SP	20,98
9	Aparecida de Goiânia	GO	22,89
10	Petrópolis	RJ	24,14
11	Cariacica	ES	24,46
12	São José dos Pinhais	PR	24,60
13	Uberlândia	MG	24,73
14	Niterói	RJ	24,79
15	Maringá	PR	25,13
16	Curitiba	PR	25,60
17	Suzano	SP	26,14
18	Vitória da Conquista	BA	27,47
19	Campina Grande	PB	27,54
20	Vila Velha	ES	27,64

Comentado [Is9]: Verificar histórico para Campina Grande e Vitória da Conquista.

Colocação	Município	UF	IN049
91	Ribeirão das Neves	MG	57,31
92	Boa Vista	RR	58,87
93	Manaus	AM	59,78
94	Natal	RN	59,85
95	Mossoró	RN	60,30
95	São Luís	MA	60,73
97	Várzea Grande	MT	70,71
98	Rio Branco	AC	70,72
99	Macapá	AP	76,13
100	Porto Velho	RO	77,21

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

5.1.4 IN051 – Índice de Perdas por Ligação

Este indicador procura aferir a média das perdas volumétricas, expressa em termos de litros por ligação e por dia. O Quadro 36 traz as principais estatísticas descritivas dos 100 municípios que compõem a amostra.

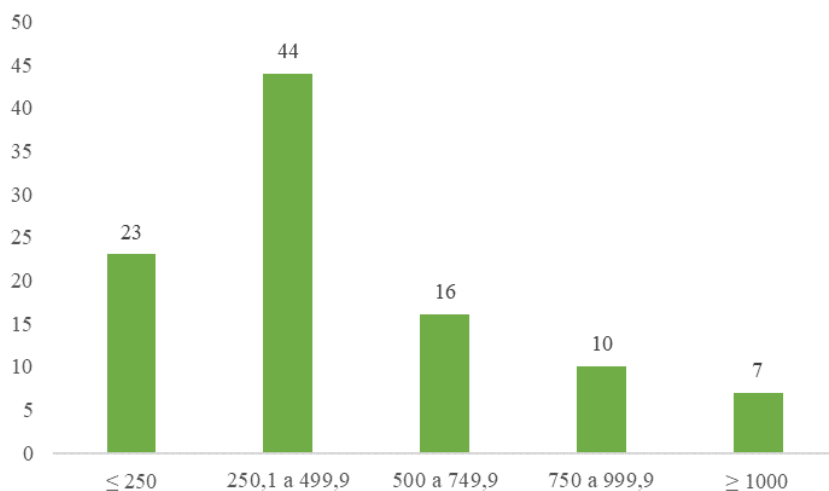
QUADRO 36: ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS
IN051 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO

Estatísticas	
INDICADOR MÉDIO	460,46
COEF. VAR	0,76
MÁXIMO	2.185,70
MÉDIA	486,72
MEDIANA	394,77
DESV. PAD.	367,67
MÍNIMO	98,13

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

O indicador médio computado na amostra foi de 460,46 L/ligação/dia. Tal valor é superior à média nacional divulgada no SNIS (2021), que foi de 333,93 L/ligação/dia. Os pontos de máximo e mínimo correspondem, respectivamente, a Nova Iguaçu (RJ), com 2.185,70 L/ligação/dia, e a Aparecida de Goiânia (GO), com 98,13 L/ligação/dia. O Quadro 37 traz o histograma deste indicador, mostrando a frequência dos municípios por faixas de 250 L/ligação/dia.

QUADRO 37: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA
IN051 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Dos 100 municípios considerados, apenas 23 possuem esse indicador igual ou menor que 250 L/ligação/dia, sendo que 18 apresentam índices inferiores a 216 L/ligação/dia (valor considerado para o padrão de excelência). Ou seja, praticamente um quinto da amostra já atinge níveis ótimos de perdas no faturamento. Contudo, o gráfico também mostra que praticamente um terço da amostra (33 municípios) possuem valores superiores a 500 L/ligação/dia.

Portanto, há um grande potencial de redução de perdas de água nesses municípios e, consequentemente, de aumento da disponibilidade hídrica para os usuários e de ganhos financeiros para os operadores. O Quadro 38 mostra, para este indicador, quais os 20 melhores e os dez piores colocados, bem como os valores observados de cada.

QUADRO 38: MELHORES E PIORES
IN015 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO

Colocação	Município	UF	IN051
1	Aparecida de Goiânia	GO	98,13
2	Taboão da Serra	SP	105,75
3	Goiânia	GO	113,45
4	Campo Grande	MS	116,89
5	Limeira	SP	132,40
6	Vitória da Conquista	BA	132,55
7	Petrópolis	RJ	138,66
8	Campina Grande	PB	142,00
9	Campinas	SP	153,60
10	Maringá	PR	157,28
11	Palmas	TO	161,48
12	Franca	SP	162,97
13	São José do Rio Preto	SP	163,57
14	Suzano	SP	167,72
15	Aracaju	SE	177,77
16	Itaquaquecetuba	SP	185,80
17	Caruaru	PE	193,87
18	Anápolis	GO	203,09
19	Diadema	SP	227,68
20	Petrolina	PE	238,06

Colocação	Município	UF	IN051
91	Duque de Caxias	RJ	932,15
92	São Luís	MA	981,19
93	São João de Meriti	RJ	985,12
94	Várzea Grande	MT	1.032,45
95	Rio de Janeiro	RJ	1.042,51
96	São Gonçalo	RJ	1.228,67
97	Porto Velho	RO	1.527,04
98	Rio Branco	AC	1.573,16
99	Macapá	AP	1.963,76
100	Nova Iguaçu	RJ	2.185,70

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

5.2 CORRELAÇÕES ENTRE INDICADORES

Nesta subseção, são realizados testes estatísticos a fim de se apurar a aderência dos dados à lógica do comportamento no setor de saneamento. Neste sentido, espera-se que exista uma grande correlação entre ambos os índices de perdas no faturamento. Em outras palavras, os valores desses indicadores devem ser próximos, indicando que o volume de serviços representa uma porcentagem marginal do volume total.

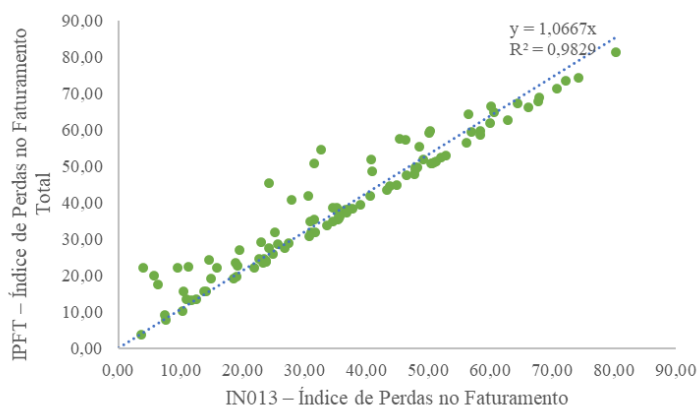
Caso ocorra uma grande discrepância entre eles, tem-se um indício de possível inconsistência na aferição do volume de serviços do município em questão. Relação semelhante deve ocorrer entre o IPFT e o IN049. Apesar de serem calculados de maneira diferente, a intuição é que se uma cidade é eficiente na distribuição de água, deve possuir níveis baixos de perdas tanto no faturamento como na distribuição.

5.2.1 IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total × IN013 – Índice de Perdas no Faturamento

Comentado [Is10]: Descrever o indicador

O Quadro 39 abaixo traz a dispersão dos indicadores IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total e IN013 – Índice de Perdas no Faturamento.

QUADRO 39: GRÁFICO DE DISPERSÃO – IPFT × IN013



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Conforme mencionado anteriormente, espera-se que os valores estejam concentrados próximos à identidade, isto é, que eles sejam idênticos ou muito parecidos. É possível demonstrar matematicamente que $IPFT \geq IN013$ para qualquer valor de AG024 – Volume de Serviço (Apêndice). Contudo, o contrário não necessariamente é verdadeiro.

Em alguns casos, o valor dessa informação é demasiadamente elevado, o que produz alguns *outliers*, visíveis no Quadro 39. Apesar disso, é possível verificar que os indicadores são bastante aderentes, tendo apresentado um grau de ajuste próximo a 100%. Os municípios cuja diferença entre os indicadores é superior a dez pontos percentuais são apresentados no Quadro 40.

QUADRO 40: *OUTLIERS* DA DISPERSÃO – $IPFT \times IN013$

Município	UF	IPFT	IN013	Δ
Recife	PE	57,20	46,29	10,91
Porto Alegre	RS	51,77	40,80	10,97
Blumenau	SC	22,41	11,32	11,09
Praia Grande	SP	17,64	6,30	11,33
Guarulhos	SP	41,93	30,56	11,37
São Vicente	SP	57,67	45,32	12,36
Santos	SP	22,10	9,53	12,57
Campos dos Goytacazes	RJ	40,89	27,92	12,98
Niterói	RJ	19,86	5,76	14,10
Taboão da Serra	SP	22,21	4,07	18,14
Teresina	PI	50,72	31,64	19,09
Campo Grande	MS	45,36	24,30	21,05
Guarujá	SP	54,50	32,75	21,75

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO [Associados].

Comentado [Is11]: Após a tabela seria interessante inferir possíveis causas do porquê isto acontece.

É importante ressaltar que a principal diferença entre os indicadores é a informação AG024 – Volume de Serviços. Segundo o SNIS:

São volumes plenamente conhecidos do operador, que variam em função da natureza do evento e das características da parte do sistema envolvido. Já os volumes para atividades especiais são aqueles consumidos pelos prédios próprios do operador, os volumes transportados por caminhões-pipa, os consumidos pelo corpo de bombeiros, os abastecimentos realizados a título de suprimentos sociais, como para favelas e chafarizes, por exemplo, os usos para lavagem de ruas e rega de espaços verdes públicos, e os fornecimentos para

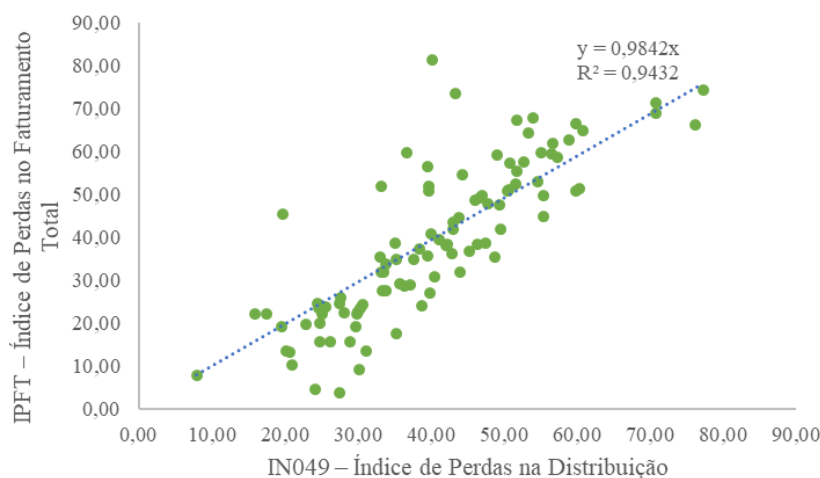
obras públicas. De preferência, os usos considerados neste item devem ser medidos e controlados (SNIS, 2021).

Pela sua descrição, espera-se que sejam volumes marginais, mas no caso dos municípios listados no Quadro 40 é possível que seja um volume representativo do total que entra no sistema de abastecimento de água, gerando uma diferença significativa entre ambos os indicadores.

5.2.2 IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total × IN049 – Índice de Perdas na Distribuição

O Quadro 41 traz a dispersão dos indicadores IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total e IN049 – Índice de Perdas na Distribuição.

QUADRO 41: GRÁFICO DE DISPERSÃO – IPFT × IN049



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Novamente, espera-se que os valores estejam concentrados próximos à identidade. No entanto, avaliando o Quadro 41, é visível que a dispersão é superior àquela observada no caso anterior, quando se comparavam ambos os índices de perdas no faturamento. Isto porque neste caso não há uma associação direta entre as formas de se calculá-los, de modo que há observações tanto acima como abaixo da reta de 45°. Apesar

disso, ainda há uma aderência razoável por uma parcela substancial da amostra, sendo que o grau de ajuste permanece elevado (superior a 90%), embora menor do que antes.

Para alguns municípios particulares, contudo, não há correlação alguma entre o IPFT – Índice de Perdas no Faturamento Total e o IN049 – Índice de Perdas na Distribuição. No caso de Belford Roxo (RJ), por exemplo, o valor observado para o primeiro foi de 81,53%, enquanto no último aferiu-se 40,20%. Já no caso de Campina Grande (PB), por outro lado, ocorreu o contrário: o município experienciou perdas no faturamento total de 3,74%, mas observou perdas na distribuição de 27,54%. Municípios cuja diferença entre indicadores é superior a 15 pontos percentuais, em módulo, são listados abaixo no Quadro 42.

QUADRO 42: *OUTLIERS* DA DISPERSÃO – IPFT × IN049

Município	UF	IPFT	IN049	Δ
Campina Grande	PB	3,74	27,54	-23,81
Serra	ES	9,12	30,19	-21,07
Petrópolis	RJ	4,63	24,14	-19,51
Praia Grande	SP	17,64	35,19	-17,56
Diadema	SP	13,53	31,05	-17,53
São João de Meriti	RJ	67,39	51,65	15,74
São Gonçalo	RJ	56,41	39,54	16,86
Porto Alegre	RS	51,77	33,23	18,53
Jaboatão dos Guararapes	PE	59,86	36,73	23,13
Campo Grande	MS	45,36	19,74	25,61
Duque de Caxias	RJ	73,66	43,26	30,40
Belford Roxo	RJ	81,53	40,20	41,33

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO | Associados.

Comentado [Is12]: Tentar colocar um parágrafo pós tabela com possíveis causas. Será que é válido?

Neste caso, há algumas diferenças no cálculo de ambos os indicadores, donde a comparação entre ambos não é tão direta como no caso anterior. De todo modo, uma possível explicação para uma diferença tão grande entre índices de perdas no faturamento e índices de perdas na distribuição é a existência de muitos imóveis vazios ou casas de veraneio em certos municípios. Nessas residências, haveria cobrança da tarifa mínima sem que houvesse consumo representativo de água em parcela significativa do ano, o que reduziria desproporcionalmente os índices de perdas no faturamento nesses municípios.

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 nº 490/2021 do MDR, ou seja, 25% em perdas na distribuição (IN049) e de 216 L/ligação/dia em perdas volumétricas (IN051). Como foi dito na Subseção 5.2, 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 43 reúne esses municípios e seus respectivos indicadores.

QUADRO 43: MUNICÍPIOS COM PADRÕES DE EXCELÊNCIA EM PERDAS DE ÁGUA

Município	UF	IN049	IN051
Aparecida de Goiânia	GO	22,89	98,13
Goiânia	GO	19,50	113,45
Campo Grande	MS	19,74	116,89
Petrópolis	RJ	24,14	138,66
Campinas	SP	20,57	153,60
Limeira	SP	20,20	132,40
São José do Rio Preto	SP	20,98	163,57
Taboão da Serra	SP	17,42	105,75

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Como se pode perceber, somente oito dentre os 100 municípios mais populosos do Brasil em 2021 atendiam às metas da Portaria nº 490/2021 do MDR simultaneamente, indicando haver um longo caminho a ser percorrido na busca pela redução das perdas de água. Além desses municípios, convém também destacar aqueles que apresentaram melhora substancial nos últimos anos nesses mesmos indicadores, isto é: IN049 – Índice de Perdas na Distribuição e IN051 – Índice de Perdas por Ligação.

Assim, o Quadro 44 e o Quadro 45 apresentam os 20 municípios dentre os 100 mais populosos do país em 2021 que mais evoluíram nesses indicadores no último quinquênio compreendido pelo SNIS (2017-2021). Percebe-se que muitos municípios com índices de perdas relativamente altos apresentaram uma melhora substancial no período analisado, indicando ter havido uma melhora a despeito da redução ainda necessária até 2033

QUADRO 44: MELHORES EVOLUÇÕES DO IN049 – ÍNDICE DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO

Município	UF	2017	2018	2019	2020	2021	Evolução
Cariacica	ES	59,65	59,13	60,1	25,72	24,46	-35,19
Nova Iguaçu	RJ	42,66	4,27	3,88	6,05	7,9	-34,76
Paulista	PE	67,59	63,55	60,11	59,98	45,97	-21,62
Maceió	AL	57,17	61,18	51,19	59,67	41,07	-16,1
Itaquaquecetuba	SP	45,76	39,55	38,82	32,32	30,67	-15,09
Vila Velha	ES	42,66	38,13	37,11	27,03	27,64	-15,02
Manaus	AM	74,62	74,95	72,08	65,24	59,78	-14,84
Taboão da Serra	SP	32,23	31,05	24,18	20,55	17,42	-14,81
Ribeirão Preto	SP	59,36	55	52,9	49,06	47	-12,36
Sumaré	SP	48,53	41,18	43,01	37,43	36,28	-12,25
Olinda	PE	62,66	55,18	54,75	54,34	51,7	-10,96
Cuiabá	MT	65,89	60,68	59,38	58,4	55,42	-10,47
Boa Vista	RR	69,33	73,77	62,65	54,72	58,87	-10,46
Jaboatão dos Guararapes	PE	47,18	39,13	39,09	39,07	36,73	-10,45
Recife	PE	61,11	58,86	57,92	57,49	50,83	-10,28
Fortaleza	CE	49,29	48,13	47,35	38,58	39,62	-9,67
Teresina	PI	48,85	57,45	51,73	43,85	39,66	-9,19
São Bernardo do Campo	SP	38,37	36,87	34,55	32,43	30,32	-8,05
Niterói	RJ	32,6	31,88	30,03	27,22	24,79	-7,81
Diadema	SP	38,39	33,44	31,37	31,12	31,05	-7,34

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados. Nota: Evolução em pontos percentuais.

QUADRO 45: MELHORES EVOLUÇÕES DO IN051 – ÍNDICE DE PERDAS POR LIGAÇÃO

Município	UF	2017	2018	2019	2020	2021	Evolução
Boa Vista	RR	1.340,10	1.382,83	877,65	717,51	826,73	-513,37
Porto Velho	RO	1.931,99	1.817,09	2.646,10	2.493,39	1.527,04	-404,95
Ribeirão Preto	SP	1.113,59	965,82	894,17	803,17	777,18	-336,41
Paulista	PE	602,72	521,30	497,89	520,77	302,39	-300,33
Recife	PE	880,23	805,06	809,64	832,99	618,76	-261,47
Cuiabá	MT	1.010,18	933,13	878,25	898,04	775,07	-235,11
Manaus	AM	1.049,39	1.072,39	993,39	976,37	822,47	-226,92
Niterói	RJ	553,40	530,05	488,59	417,11	357,53	-195,87
Teresina	PI	465,97	613,07	440,64	314,79	277,94	-188,03
Itaquaquecetuba	SP	356,01	275,81	269,46	213,22	185,80	-170,21
Guarujá	SP	713,81	733,69	680,45	595,70	554,64	-159,17
Jaboatão dos Guararapes	PE	442,85	335,91	329,63	315,12	284,60	-158,25
Belford Roxo	RJ	906,95	1.088,96	1.120,50	454,09	766,21	-140,74
Sumaré	SP	407,89	306,55	360,86	287,73	269,50	-138,39
São Vicente	SP	788,46	628,18	581,58	666,98	653,95	-134,51
Taboão da Serra	SP	238,32	226,14	162,88	135,98	105,75	-132,57
São Bernardo do Campo	SP	427,49	398,38	361,23	334,61	299,38	-128,11
Olinda	PE	541,06	418,26	436,69	453,37	419,82	-121,24
São José do Rio Preto	SP	258,70	169,83	163,90	160,22	163,57	-95,13
Gravataí	RS	502,26	584,99	417,42	373,63	408,47	-93,79

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados. Nota: Evolução em litros por ligação por dia.

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 SNIS (2021) é apresentado no Quadro 46. Esses valores serão utilizados como referência para as projeções.

QUADRO 46: BALANÇO HÍDRICO (1.000 M³) – BRASIL (2021)

Água que entra no sistema (17.829,562)	Consumo autorizado faturado (10.537.936)	Consumo faturado medido (8.380.212)	Água faturada (10.537.936)
		Consumo faturado não medido (2.157.724)	
	Volume de serviços (952.084)		Água não faturada (7.291.626)
	Perdas comerciais (2.535.817)		
	Perdas físicas (3.803.726)		

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Comparativamente, o volume total de água não faturada em 2021 (cerca de 7,3 bilhões de m³) é equivalente a aproximadamente:

- 7.991 piscinas olímpicas¹² de água desperdiçadas diariamente; ou
- 7,4 vezes o volume do Sistema Cantareira¹³ perdidos em um ano.

¹² 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.

¹³ Considerou-se a capacidade do sistema de 982 milhões de m³. Disponível em: <https://www.nivelaguasaopaulo.com/cantareira>. Acesso em: 09 mai. 2021.

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 volume de serviço (mais de 3,8 bilhões de m³), o volume perdido é suficiente para abastecer aproximadamente 67 milhões de brasileiros em um ano¹⁴. Esta quantidade não somente equivale a pouco mais de 30% da população do país em 2021, como também corresponde a mais do dobro do número de habitantes sem acesso ao abastecimento de água nesse ano, cuja grandeza situa-se em torno de 33 milhões.

Ao se admitir não uma eliminação total das perdas, como no exercício acima, mas uma redução dos atuais 40,9% aos 25% previstos pela Portaria 490/2021, o volume economizado seria da ordem de 1,5 bilhão de m³. Utilizando-se o mesmo consumo individual médio nacional empregado anteriormente, isso equivale ao uso de aproximadamente 25,7 milhões de brasileiros em um ano, mais de três quartos da quantidade de habitantes sem acesso ao abastecimento água em 2021.

O Quadro 47 resume as principais estatísticas comparativas oriundas da redução de perdas, desagregadas por estado. Além disso, há 13,6 milhões de brasileiros habitando favelas¹⁵. Portanto, o montante da economia de água em um único ano é capaz de abastecer todas as favelas do país por praticamente dois anos. Contudo, embora relevantes, nenhum dos resultados apresentados abordou ainda a dimensão financeira, que será foco da próxima subseção.

¹⁴ Segundo o SNIS, o consumo individual médio nacional ($AG010 \times 1.000 \div AG001$) foi de cerca de 57 m³/habitante/ano em 2021.

¹⁵ Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-01/moradores-de-favelas-movimentam-r-1198-bilhoes-por-ano>. Acesso em: 09 mai. 2021.

QUADRO 47: BENEFÍCIOS SOCIAIS DA REDUÇÃO DE PERDAS POR ESTADO (2021)

UF	Sistema Cantareira	Piscinas Olímpicas Diárias	População Potencialmente Atendida
AC	0,1	79	529.614
AL	0,1	128	515.718
AP	0,0	49	296.957
AM	0,3	271	1.591.565
BA	0,4	431	2.082.513
CE	0,2	190	461.518
DF	0,1	108	352.495
ES	0,1	109	137.179
GO	0,1	146	188.023
MA	0,3	372	2.098.413
MT	0,2	179	653.941
MS	0,1	100	214.832
MG	0,6	679	1.988.343
PA	0,2	214	1.118.198
PB	0,1	60	60.043
PR	0,3	282	590.642
PE	0,3	303	1.453.947
PI	0,1	138	558.445
RJ	1,5	1.573	4.982.719
RN	0,1	111	582.849
RS	0,5	535	2.154.858
RO	0,1	73	415.218
RR	0,0	53	388.500
SC	0,2	257	647.664
SP	1,3	1.449	1.350.364
SE	0,1	67	287.204
TO	0,0	35	32.703
BR	7,4	7.991	25.734.465

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados. Nota: a população potencialmente atendida é calculada considerando-se não uma redução total das perdas físicas, mas sim até a meta de 25% da Portaria 490/2021.

6.2 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS DA REDUÇÃO DE PERDAS

O Quadro 48 abaixo apresenta os indicadores utilizados para monetizar os custos com perdas de água no Brasil.

QUADRO 48: INDICADORES DA MONETIZAÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA

Indicador	Valor (R\$/1.000 m³)
IN005 - Tarifa Média de Água	4.810
CMg Água - Ponderado	731

Fonte: SNIS (2021). 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 2021 é apresentado no Quadro 49.

QUADRO 49: IMPACTOS (CUSTOS) DAS PERDAS DE ÁGUA NO BRASIL (R\$ 1.000)

Impacto AG024	Impacto PC	Impacto PF	Impacto Tot.
695.503	12.197.280	2.778.643	15.671.425

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

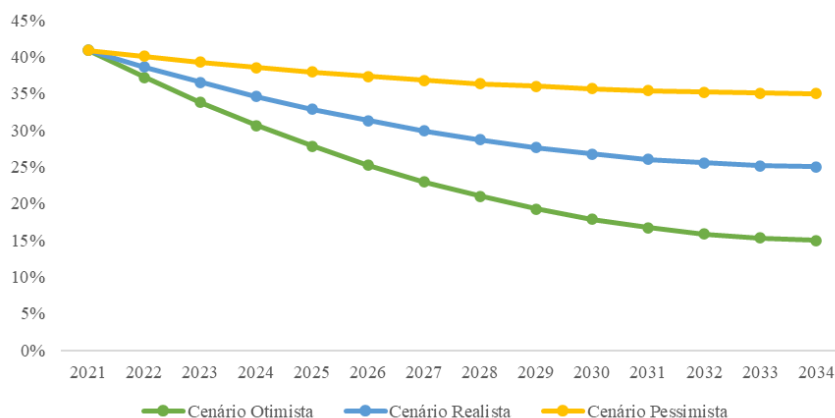
Comentado [Is13]: A unidade de medida aqui é xR\$1.000?

Comentado [PLS14R13]: Neste caso, a unidade de medida se encontra no título.

A seguir, com base nos cenários de redução de perdas apresentados no Quadro 50 e nos indicadores do Quadro 48, projetaram-se os ganhos brutos (Quadro 51) e líquidos (Quadro 52) anuais (não cumulativos) decorrentes da redução do nível de perdas no Brasil.

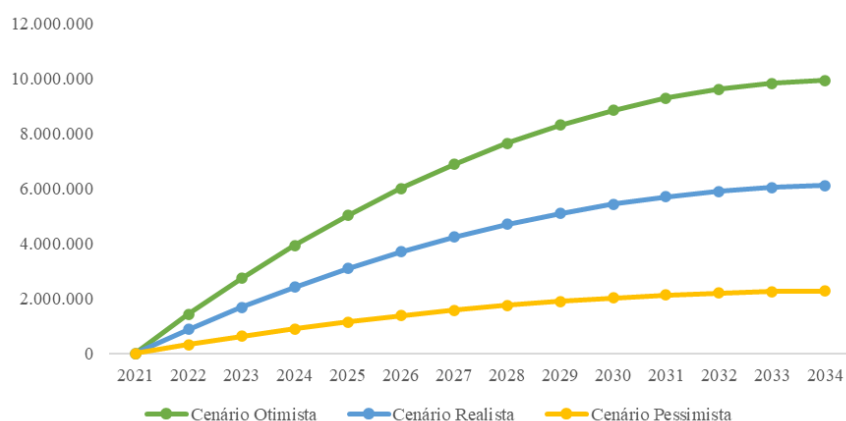
Comentado [Is15]: Estes ganhos são valores absolutos acumulados aos longos dos anos, certo? Deixar isto claro no texto.

QUADRO 50: CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE PERDAS



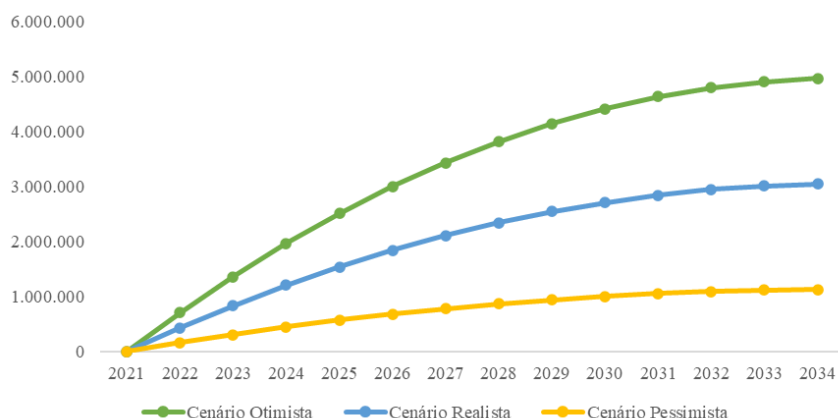
Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 51: GANHOS BRUTOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000)



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

QUADRO 52: GANHOS LÍQUIDOS DA REDUÇÃO DE PERDAS (R\$ 1.000)



Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

O Quadro 53 sumaria 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\$ 54,8 bilhões até 2034. Caso sejam considerados os investimentos necessários para a redução de perdas, o benefício líquido gerado pela redução de perdas é da ordem de R\$ 27,4 bilhões em 13 anos.

QUADRO 53: SUMÁRIO DOS IMPACTOS DE REDUÇÃO DAS PERDAS

Cenários	Perdas 2021	Perdas 2034	Redução	Ganho Bruto Total (R\$ 1.000)	Ganho Líquido Total (R\$ 1.000)
Otimista	41%	15%	63%	89.310.913	44.655.457
Realista	41%	25%	39%	54.822.972	27.411.486
Pessimista	41%	35%	14%	20.335.030	10.167.515

Fonte: SNIS (2021). Elaboração: GO Associados.

Comentado [ls16]: Colocar a unidade de medida (R\$) nos ganhos.

Em relação ao cenário de referência, quando se considera o custo de capital do investimento ao longo do tempo¹⁶, os ganhos bruto e líquido trazidos a valor presente são, respectivamente, de R\$ 27,4 bilhões e R\$ 13,7 bilhões no Cenário Realista.

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 relatório¹⁷ 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 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

¹⁶ 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 do adotado por diversas agências reguladoras no Brasil, como ARSESP (SP), AGEPAR (PR), ADASA (DF) e ARESC (SC).

¹⁷ FERREIRA, Rita Cavaleiro de et al. **Caderno temático: Perdas de água e eficiência energética**. 2019.

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 54, elaborado pelos autores considerando tal relação para diferentes agrupamentos de investimentos em redução de perdas.

QUADRO 54: 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.

REFERÊNCIAS

ASOCIACIÓN DE ENTES REGULADORES DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LAS AMERICAS. **Informe Anual 2018 (Datos 2017)**. Lima, Setembro de 2019.

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.

APÊNDICE

Proposição: $IPFT \geq IN013 \vee AG024 \geq 0$

Suponha que $\exists AG024 \geq 0$ tal que $IPFT < IN013$. Então:

$$IPFT = \frac{AG006 + AG018 - AG011}{AG006 + AG018} < \frac{AG006 + AG018 - AG011 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} = IN013$$

Sejam $P = AG006 + AG018 - AG011$ e $Q = AG006 + AG018$. Logo, é possível reescrever a desigualdade acima como:

$$\frac{P}{Q} < \frac{P - AG024}{Q - AG024}$$

Como $Q = AG006 + AG018 \geq AG024 \geq 0$, então é verdade que:

$$P \times (Q - AG024) < (P - AG024) \times Q$$

$$P \times Q - P \times AG024 < P \times Q - Q \times AG024$$

$$-P \times AG024 < -Q \times AG024$$

$$P \times AG024 > Q \times AG024$$

Se $AG024 = 0$, então a desigualdade acima não vale, donde podemos dividir ambos os lados por $AG024$ sem nos preocuparmos com esse caso. Assim, temos $P > Q$. Mas das definições de P e Q , vale que:

$$P = AG006 + AG018 - AG011 > AG006 + AG018 = Q \Leftrightarrow AG011 < 0$$

Absurdo, pois sabemos que $AG011 \geq 0$. Portanto, a proposição inicial vale. ■