ReGeo ISSN: 2177-3246

DÉFICIT DE COBERTURA E BASE TARIFÁRIA POTENCIAL NO SANEAMENTO BRASILEIRO: IMPLICAÇÕES PARA O FINANCIAMENTO POR SECURITIZAÇÃO DE RECEBÍVEIS

DEFICIT OF COVERAGE AND POTENTIAL TARIFF BASE IN BRAZILIAN SANITATION: IMPLICATIONS FOR FINANCING THROUGH RECEIVABLES SECURITISATION

DÉFICIT DE COBERTURA Y BASE TARIFARIA POTENCIAL EN EL SANEAMIENTO BRASILEÑO: IMPLICACIONES PARA LA FINANCIACIÓN POR SECURITIZACIÓN DE RECIBOS

https://doi.org/10.56238/revgeov17n9-138

Data de submissão: 21/08/2026 **Data de publicação:** 21/09/2026

Gabriel Pereira Antunes
Bacharel em Ciências Econômicas
Instituição: Faculdade Presbiteriana Mackenzie Rio
E-mail: gpantunes227@gmail.com

Rubens Fernandes Moura
Doutor e Pós-doutorando em Ciências Contábeis e Administração
Instituição: Faculdade Presbiteriana Mackenzie Rio/FUCAPE Business School
E-mail: rubensmsb@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo investiga o desalinhamento entre necessidade de expansão e base tarifária potencial como limite ao uso de Fundos de Investimento em Direitos Creditórios (FIDCs) na universalização do saneamento básico no Brasil. O objetivo é avaliar o alinhamento entre a necessidade de expansão do saneamento e a base tarifária potencial e discutir suas implicações para o uso de FIDCs no financiamento da universalização. Com dados do SINISA, ano de referência 2024, para os cem municípios mais populosos (N = 99 na especificação principal), aplicam-se regressões lineares e de resposta fracionária, ponderação populacional, simulação distributiva e análise de sensibilidade do valor presente. O déficit de esgotamento associa-se negativamente à BASE (r = -0,590), enquanto maior BASE se associa a maior investimento per capita. Municípios com déficit superior a 50 pontos percentuais concentram 53,96% da necessidade, mas apenas 9,45% da distribuição pela BASE; a fronteira financeira varia de 4,0% a 41,9% do hiato de referência. Teoricamente, os achados evidenciam um desalinhamento entre benefício social e renda apropriável. Na prática, indicam que os FIDCs podem antecipar receitas previsíveis, mas não equalizam, isoladamente, a distribuição territorial do investimento, reforçando a relevância de regionalização, subsídios, garantias e transferências.

Palavras-chave: Saneamento Básico. Securitização de Recebíveis. Fundos de Investimento em Direitos Creditórios (FIDCs). Base Tarifária.

ABSTRACT

This article investigates the mismatch between expansion needs and the potential tariff base as a limitation on the use of Brazilian receivables investment funds (FIDCs) for universal sanitation. Its objective is to assess the alignment between sanitation expansion needs and the potential tariff base

and to discuss its implications for the use of FIDCs in financing universal service. Using SINISA data for reference year 2024 for Brazil's 100 most populous municipalities (N = 99 in the main specification), the study applies linear and fractional-response regressions, population weighting, a distributional simulation, and present-value sensitivity analysis. The sewage-coverage deficit is negatively associated with BASE (r = -0.590), while a higher BASE is associated with greater per-capita investment. Municipalities with deficits above 50 percentage points account for 53.96% of expansion needs but only 9.45% of the BASE-based allocation; the financial frontier ranges from 4.0% to 41.9% of the reference investment gap. Theoretically, the findings identify a mismatch between social benefit and pledgeable income. Practically, they indicate that FIDCs can anticipate predictable revenues but cannot, by themselves, equalise the territorial distribution of investment, reinforcing the relevance of regionalisation, subsidies, guarantees, and transfers.

Keywords: Sanitation. Receivables Securitisation. Receivables Investment Funds (FIDCs). Tariff Base.

RESUMEN

Este artículo investiga la desalineación entre la necesidad de expansión y la base tarifaria potencial como límite al uso de Fondos de Inversión en Derechos Crediticios (FIDCs) en la universalización del saneamiento básico en Brasil. El objetivo es evaluar la alineación entre la necesidad de expansión del saneamiento y la base tarifaria potencial y discutir sus implicaciones para el uso de FIDCs en el financiamiento de la universalización. Con datos del SINISA, año de referencia 2024, para los cien municipios más poblados (N = 99 en la especificación principal), se aplican regresiones lineales y de respuesta fracionaria, ponderación poblacional, simulación distributiva y análisis de sensibilidad del valor presente. El déficit de alcantarillado se asocia negativamente a la BASE (r = -0,590), mientras que una BASE mayor se asocia a una mayor inversión per cápita. Los municipios con déficit superior a 50 puntos porcentuales concentran el 53,96% de la necesidad, pero solo el 9,45% de la distribución por la BASE; la frontera financiera varía del 4,0% al 41,9% de la brecha de referencia. Teóricamente, los hallazgos evidencian una desalineación entre beneficio social e ingreso apropiable. En la práctica, indican que los FIDCs pueden anticipar ingresos predecibles, pero no igualan, aisladamente, la distribución territorial de la inversión, reforzando la relevancia de la regionalización, subsidios, garantías y transferencias.

Palabras clave: Saneamiento Básico. Titulización de Cuentas por Cobrar. Fondos de Inversión en Derechos Crediticios (FIDCs). Base Tarifaria.

1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico combina externalidades positivas de saúde (KRESCH; LIPSCOMB; SCHECHTER, 2020; GAUTAM, 2023), economias de escala e densidade associadas à estrutura de rede (SANTOS; KUWAJIMA; SANTANA, 2020) e ativos específicos, de longa duração e expostos a risco regulatório (BREALEY; COOPER; HABIB, 1996; GUASCH; LAFFONT; STRAUB, 2008). Essas propriedades fazem com que o retorno social da cobertura possa exceder o retorno apropriável pelo prestador, ao mesmo tempo que a irreversibilidade do capital e a exposição regulatória elevam o risco contratual do investimento (KRESCH; LIPSCOMB; SCHECHTER, 2020; GAUTAM, 2023; GUASCH; LAFFONT; STRAUB, 2008). A literatura histórica e empírica associa a expansão e a melhoria dos serviços de água e saneamento a ganhos relevantes de saúde, mas também mostra que esses ganhos dependem da qualidade institucional e da integralidade da cadeia sanitária (GALIANI; GERTLER; SCHARGRODSKY, 2005; GALLARDO-ALBARRÁN, 2025; MOTOHASHI, 2026). Por isso, a universalização é simultaneamente um problema de economia do bem-estar, regulação e finanças de infraestrutura: projetos socialmente desejáveis precisam ser convertidos em obrigações financeiramente sustentáveis (MENG, 2026).

A evidência recente reforça essa leitura sistêmica. Externalidades alteram o desenho ótimo de subsídios (GAUTAM, 2023), restrições de acessibilidade econômica podem limitar a adoção domiciliar de soluções sanitárias mesmo quando sua oferta é ampliada (ABRAMOVSKY *et al.*, 2025) e a expansão sanitária sem tratamento a jusante suficiente pode transferir a externalidade para os corpos hídricos e reduzir os ganhos de saúde (MOTOHASHI, 2026). Assim, o problema econômico não é financiar qualquer obra isoladamente, mas financiar uma combinação de ativos, conexões e capacidade operacional capaz de produzir benefício social líquido sob restrições de acessibilidade tarifária e sustentabilidade financeira (CHOUMERT-NKOLO; PHÉLINAS, 2025; MENG, 2026).

No Brasil, os dados de referência de 2024 indicam cobertura ainda incompleta e forte heterogeneidade territorial. O *Ranking* do Saneamento 2026, construído com indicadores do SINISA, registra 15,9% da população sem atendimento por rede de água e 43,3% sem coleta de esgoto, além de investimento per capita abaixo do patamar utilizado como referência para a universalização (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2026b). Em estudo específico, o Instituto Trata Brasil (2026a) estima um hiato remanescente de aproximadamente R$ 431 bilhões até 2033, partindo de R$ 525 bilhões atribuídos à segunda revisão do Plano Nacional de saneamento Básico (Plansab) e descontando os investimentos realizados entre 2021 e 2024. Como a revisão do Plansab permanece em curso, esse montante deve ser lido como referência de cenário, e não como dotação oficial definitivamente aprovada (BRASIL, 2025c). A Lei nº 14.026/2020 ampliou a competição por contratos, condicionou a

prestação à capacidade econômico-financeira e reforçou a regionalização, aumentando a relevância de fontes privadas de capital e da arquitetura contratual de *funding* (BRASIL, 2020; BRITTO, 2025).

A distinção entre financiamento e *funding* é central para avaliar essa arquitetura. Financiamento corresponde ao capital antecipado para executar o investimento; *funding* é a fonte econômica que, ao longo do tempo, remunera e amortiza esse capital, por tarifas, tributos, transferências ou combinações entre eles (WORLD BANK; INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2019; MENG, 2026). Um projeto pode ter acesso a instrumentos financeiros e, ainda assim, não ser sustentável se o fluxo destinado ao serviço da dívida for insuficiente ou excessivamente arriscado; em infraestrutura, bancabilidade depende da qualidade do fluxo de caixa, da alocação de riscos, das garantias e da disciplina contratual (BREALEY; COOPER; HABIB, 1996; MENG, 2026). No saneamento brasileiro, a diversificação de fontes de financiamento permanece condicionada à capacidade de geração de caixa e ao desenho institucional das prestadoras e concessões (PIMENTEL; MITERHOF, 2021; SANTOS; MENDES, 2024).

É nesse ponto que os Fundos de Investimento em Direitos Creditórios (FIDC) se tornam relevantes. Em 2025, os FIDCs captaram R$ 90,8 bilhões no mercado brasileiro de securitização, enquanto o setor de saneamento captou R$ 44,5 bilhões por debêntures, evidenciando que existem canais domésticos capazes de mobilizar volumes expressivos de capital (ANBIMA, 2026). O FIDC transforma direitos creditórios em recursos presentes e pode ser estruturado com fluxos futuros, desde que esses fluxos sejam previsíveis, juridicamente segregáveis e acompanhados de mecanismos de proteção de crédito (KETKAR; RATHA, 2001; CVM, 2022). O precedente do FIDC Compesa (estruturado para a antecipação de recebíveis da Companhia Pernambucana de Saneamento) confirma a possibilidade setorial: a operação foi lastreada em receitas futuras de água e esgoto, com prazo final de 96 meses e mecanismos de subordinação e cobertura do serviço da dívida (COMPESA, 2019; S&P GLOBAL RATINGS, 2014).

A literatura brasileira já discute a diversificação das fontes de financiamento do saneamento, a experiência com debêntures, a situação financeira das prestadoras e a possibilidade jurídica de securitização de receitas tarifárias (PIMENTEL; MITERHOF, 2021; SANTOS; MENDES, 2024; MOTTA NUNES; MARQUES, 2025; AZAMBUJA, 2022). Esses trabalhos, porém, não testam diretamente se a distribuição territorial da base capaz de gerar recebíveis coincide com a distribuição territorial da necessidade de expansão. Essa distinção importa porque, na teoria financeira, o valor social de um projeto e a parcela de renda que pode ser contratualmente apropriada por financiadores são grandezas diferentes; restrições de financiamento surgem quando a renda comprometida é

insuficiente para sustentar o investimento, ainda que o projeto tenha elevado valor social (HOLMSTRÖM; TIROLE, 1997; TIROLE, 2006).

Formula-se, assim, a questão de pesquisa: em que medida a distribuição territorial da base tarifária potencial se alinha às necessidades de expansão do saneamento e que implicações esse alinhamento tem para o uso de FIDCs na universalização? O objetivo é avaliar o alinhamento entre a necessidade de expansão do saneamento e a base tarifária potencial e discutir suas implicações para o uso de FIDCs no financiamento da universalização.

A contribuição teórica central é explicitar e testar um mecanismo de desalinhamento entre benefício social e renda apropriável em infraestrutura de acesso universal. A economia do bem-estar localiza a maior necessidade onde a cobertura é insuficiente, enquanto a teoria financeira limita a capacidade de mobilizar capital à parcela de fluxo que pode ser apropriada de modo confiável pelos financiadores (HOLMSTRÖM; TIROLE, 1997; TIROLE, 2006; MENG, 2026). Aplicada ao saneamento, essa articulação gera uma proposição testável: quando a receita tarifária depende predominantemente de usuários já conectados e de uma operação capaz de fatorá-los, a obrigação de expandir a rede pode concentrar necessidade justamente onde a base de pagamento é menos densa. O artigo transforma essa tensão em objeto mensurável, sem pressupor que ela seja uma propriedade intrínseca do FIDC ou que não possa ser mitigada por regionalização, subsídios cruzados, garantias e transferências.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E HIPÓTESES

2.1 EXTERNALIDADES, MONOPÓLIO NATURAL E RESTRIÇÃO TARIFÁRIA

Na presença de externalidades, decisões privadas de conexão e consumo não incorporam integralmente os benefícios sanitários gerados para terceiros. Kresch, Lipscomb e Schechter (2020) documentam efeitos de transbordamento associados ao saneamento, e Gautam (2023) mostra que a presença de externalidades e heterogeneidade de renda altera o desenho ótimo de subsídios. O acesso também não se resume à existência física da rede: confiabilidade, qualidade, continuidade e custo condicionam o benefício efetivamente realizado pelos domicílios (CHOUMERT-NKOLO; PHÉLINAS, 2025). Em consequência, a disposição privada a pagar pode ficar abaixo do retorno social do investimento, criando fundamento econômico para instrumentos de coordenação, subsídio e regulação (GAUTAM, 2023; CHOUMERT-NKOLO; PHÉLINAS, 2025).

As características de monopólio natural acrescentam uma segunda tensão. Economias de escala e densidade e a indivisibilidade das redes tornam inadequada a duplicação competitiva da infraestrutura, ao mesmo tempo que a recuperação de custos e a remuneração do capital convivem com

metas de universalização e restrições de acessibilidade tarifária (SANTOS; KUWAJIMA; SANTANA, 2020; FAGUNDES; MARQUES; MALHEIROS, 2024). A irreversibilidade dos ativos aumenta a exposição do investidor ao ambiente regulatório e contratual, e Guasch, Laffont e Straub (2008) associam essa estrutura a elevada incidência de renegociações em concessões latino-americanas de água e transporte. Fagundes e Marques (2025) acrescentam que a suficiência das receitas frente aos compromissos de investimento é questão central nas concessões brasileiras. Evidência recente também mostra que indicadores médios de cobertura e tarifa podem ocultar restrições de acessibilidade entre famílias de baixa renda e que a expansão de subsídios cruzados pode transferir pressão financeira para usuários não beneficiários, de modo que sustentabilidade do prestador e modicidade tarifária precisam ser avaliadas conjuntamente (FAGUNDES; MARQUES; MALHEIROS, 2025; FAGUNDES *et al.*, 2025). A universalização exige, assim, um arranjo de *funding* que combine tarifa e, quando necessário, subsídios cruzados, transferências, garantias ou outras formas de suporte compatíveis com a modicidade tarifária (PIMENTEL; MITERHOF, 2021; SANTOS; MENDES, 2024).

2.2 FUNDING, FINANCIAMENTO E BANCABILIDADE

O financiamento resolve o problema temporal de antecipar recursos para construir o ativo; o *funding* resolve o problema econômico de quem, ao longo da vida do projeto, suporta seu custo. A literatura de PPPs e *project finance* trata essa distinção como condição de sustentabilidade: disponibilidade de dívida ou capital próprio não substitui a existência de uma fonte de pagamento de longo prazo (WORLD BANK; INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2019; MENG, 2026). Na teoria de finanças, essa restrição pode ser expressa pela renda comprometida (*pledgeable income*), isto é, a parcela do fluxo do projeto que pode ser prometida de forma crível aos investidores sem destruir os incentivos e a continuidade operacional (HOLMSTRÖM; TIROLE, 1997; TIROLE, 2006). Em infraestrutura, a bancabilidade resulta da combinação entre fluxo de caixa, alocação contratual de riscos, garantias, controles de caixa e mecanismos de suporte capazes de transformar um ativo socialmente desejável em uma obrigação de investimento (BREALEY; COOPER; HABIB, 1996; MENG, 2026). Para o saneamento, portanto, a existência de tarifa é condição necessária, mas não suficiente: cobertura, arrecadação, perdas, reajustes, obrigações de investimento, risco regulatório e dívidas preexistentes afetam a parcela efetivamente comprometida do fluxo (GUASCH; LAFFONT; STRAUB, 2008; PIMENTEL; MITERHOF, 2021; MENG, 2026).

2.3 FIDC E SECURITIZAÇÃO DE FLUXOS FUTUROS

O FIDC é um veículo de investimento cuja carteira é formada predominantemente por direitos creditórios e pode conter classes ou subclasses com diferentes graus de subordinação e exposição a perdas, nos termos da Resolução CVM nº 175/2022 e de seu Anexo Normativo II (CVM, 2022). A segregação dos recebíveis e a hierarquização de risco aproximam sua lógica econômica daquela observada em veículos de securitização, nos quais a estrutura jurídica e os mecanismos de reforço de crédito condicionam o risco do ativo emitido (GORTON; SOULELES, 2007). A Resolução CVM nº 240/2026 alterou pontos específicos do Anexo II relacionados a direitos creditórios envolvendo sociedades em recuperação judicial ou extrajudicial, sem modificar a lógica geral do instrumento (CVM, 2026).

A securitização de fluxos futuros permite antecipar receitas que ainda serão geradas, mas não elimina a necessidade de que essas receitas sejam economicamente produzidas e juridicamente direcionáveis à estrutura. Ketkar e Ratha (2001) mostram que operações de *future-flow securitization* podem alongar prazos e ampliar o montante mobilizado em relação ao estoque corrente de contas a receber, desde que haja previsibilidade do fluxo, segregação e proteção de crédito. O FIDC Compesa oferece evidência setorial direta: seus ativos subjacentes eram direitos creditórios oriundos da prestação futura de serviços de água e esgoto, com vencimento final de 96 meses e cotas subordinadas retidas pela cedente (COMPESA, 2019; S&P GLOBAL RATINGS, 2014). O precedente demonstra possibilidade financeira e jurídica, não capacidade de universalização em escala nacional.

A implicação é que a capacidade de uma securitização não deve ser confundida nem com o estoque de faturas de um único mês nem com todo o valor presente da receita futura. Quanto maior o horizonte comprometido, maior a exposição a risco de desempenho, regulação, inadimplência e refinanciamento, e maior a necessidade de reservas, subordinação e outros reforços de crédito (KETKAR; RATHA, 2001; GORTON; SOULELES, 2007; MENG, 2026). A quantidade economicamente relevante é a parcela do fluxo futuro que pode ser comprometida sem inviabilizar operação, manutenção, investimento contratado e demais obrigações da concessão, isto é, uma aplicação setorial do conceito de renda comprometida (TIROLE, 2006; MENG, 2026).

2.4 HIPÓTESES

As hipóteses traduzem o mecanismo teórico em duas relações observáveis, sem atribuir causalidade ao corte transversal. A primeira concentra-se no alinhamento territorial. Se a receita depende de usuários conectados e da capacidade operacional de converter serviço em faturamento, áreas com maior déficit podem apresentar uma base potencial menos densa. Essa previsão é compatível

com a literatura de bem-estar, que localiza maior necessidade em contextos de cobertura insuficiente, e com a literatura de renda comprometida, segundo a qual o financiamento externo é limitado pelo fluxo apropriável pelos investidores (KRESCH; LIPSCOMB; SCHECHTER, 2020; GAUTAM, 2023; HOLMSTRÖM; TIROLE, 1997; TIROLE, 2006). Enuncia-se:

H1: o déficit de esgotamento está negativamente associado à densidade potencial da base tarifária.

A segunda hipótese funciona como teste de consistência com a lógica de bancabilidade. Se a capacidade de gerar fluxo comprometido é relevante para mobilizar recursos, municípios com base potencial mais densa devem apresentar, condicionalmente à necessidade, ao porte e à região, maior investimento per capita recente. A hipótese não supõe que a base tarifária cause o investimento: investimento também pode ampliar cobertura e reduzir perdas, e ambos podem responder a instituições, renda e desenho contratual. Ela testa apenas se a associação observada é compatível com a literatura que relaciona financiamento à capacidade de geração de caixa e à situação financeira dos prestadores (PIMENTEL; MITERHOF, 2021; MOTTA NUNES; MARQUES, 2025; MENG, 2026). Enuncia-se:

H2: controlados o déficit de cobertura, o porte municipal e a macrorregião, maior densidade potencial da base tarifária está associada a maior investimento per capita recente.

A escala agregada possível da securitização não é formulada como hipótese binária porque depende de parâmetros contratuais não observados de forma homogênea — parcela de receita comprometida, prazo e taxa requerida. Ela é examinada por análise de sensibilidade, procedimento compatível com a avaliação de estruturas cujo valor depende do fluxo futuro e da alocação de riscos (KETKAR; RATHA, 2001; MENG, 2026).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 ESTRATÉGIA ANALÍTICA E FUNDAMENTOS DOS MODELOS

Cada procedimento empírico responde a uma dimensão distinta do objetivo geral e, por isso, os modelos não são tratados como substitutos entre si. O núcleo do artigo é o teste do alinhamento territorial entre necessidade de expansão e base potencial de faturamento; a regressão do investimento é uma verificação complementar de consistência; a simulação distributiva explicita a consequência mecânica do desalinhamento; e a fronteira de valor presente examina a ordem de grandeza agregada que poderia ser antecipada por securitização de fluxos futuros.

Para H1, a variável dependente é BASE, índice limitado ao intervalo entre zero e um. A especificação linear fornece um efeito marginal facilmente interpretável em unidades do índice,

enquanto o modelo de resposta fracionária de Papke e Wooldridge (1996) é empregado como teste de robustez funcional porque respeita o suporte da variável e evita predições fora do intervalo. O objetivo não é identificar efeito causal do déficit, mas verificar se a relação negativa prevista pela articulação entre necessidade social e renda comprometida permanece após controles de porte e macrorregião (HOLMSTRÖM; TIROLE, 1997; TIROLE, 2006).

Para H2, estima-se uma equação semilogarítmica com ln(INV) como variável dependente. A transformação reduz a assimetria do investimento e permite interpretar coeficientes de variáveis em nível como semielasticidades aproximadas. BASE é incluída ao lado de DEF, ln(população) e efeitos de macrorregião para verificar se a associação entre capacidade potencial de faturamento e investimento recente é compatível com a literatura de bancabilidade e geração de caixa (PIMENTEL; MITERHOF, 2021; MENG, 2026). Como BASE e o investimento podem ser simultaneamente determinados, essa equação é deliberadamente associativa e não recebe interpretação de seleção causal do capital.

A simulação de direcionamento é um contrafactual mecânico, não uma previsão do comportamento dos gestores de FIDC. Mantém-se fixo um mesmo montante hipotético total de recursos, normalizado a 100%, e compara-se apenas como esse total seria repartido sob dois critérios: BASE × população e DEF × população. O valor monetário é irrelevante para o exercício, pois qualquer montante fixo produziria as mesmas participações relativas. O índice de dissimilaridade, adaptado de Duncan e Duncan (1955), mede a parcela do total que precisaria ser realocada para igualar as duas distribuições; a razão de alinhamento, definida neste artigo, compara a participação de cada grupo sob os dois critérios.

Por fim, a fronteira financeira segue a lógica da securitização de fluxos futuros: calcula-se o valor presente de uma fração hipoteticamente comprometida da receita tarifária durante diferentes horizontes e taxas reais de desconto (KETKAR; RATHA, 2001). O exercício é um limite superior de sensibilidade, não uma estimativa de emissão, porque não modela uma concessão específica, *covenants*, custos de transação, reservas ou dívidas preexistentes. Essa distinção é consistente com a literatura de *project finance*, que trata a bancabilidade como resultado do fluxo contratualmente disponível após a alocação de riscos e obrigações (BREALEY; COOPER; HABIB, 1996; MENG, 2026).

Nas regressões lineares, a inferência utiliza erros-padrão HC3 (*Heteroscedasticity-Consistent* 3), robustos à heterocedasticidade e com correção mais conservadora para observações de alta alavancagem. O HC3 não altera os coeficientes estimados por OLS; ajusta a estimativa de sua incerteza

e, portanto, os valores de p e os intervalos de confiança (MACKINNON; WHITE, 1985; LONG; ERVIN, 2000). Os diagnósticos de influência seguem Cook (1977) e Belsley, Kuh e Welsch (1980).

3.2 DESENHO, AMOSTRA E FONTES DE DADOS

A pesquisa adota desenho quantitativo, observacional e transversal, com finalidade explicativa apenas no sentido associativo. A unidade de análise é o município. O quadro analítico corresponde aos cem municípios mais populosos do Brasil considerados pelo *Ranking* do Saneamento 2026; trata-se de cobertura integral desse recorte, e não de amostra probabilística do universo municipal. Consequentemente, a inferência externa é restrita a grandes municípios e os erros-padrão representam incerteza condicional do modelo, não erro de amostragem do desenho.

A fonte primária dos indicadores é o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico no ciclo SINISA 2025, ano de referência 2024, mantido pelo Ministério das Cidades. O primeiro ciclo do novo sistema, denominado SINISA 2024, tinha ano de referência 2023; por isso, neste artigo a expressão “ano de referência 2024” é mantida para evitar confusão entre o ano da coleta e o ano dos dados (BRASIL, 2025a; BRASIL, 2025b). As informações são declaradas pelos prestadores e submetidas aos procedimentos de consistência previstos pelo sistema, permanecendo sujeitas a diferenças de mensuração e reporte entre prestadores, limitação típica de bases administrativas setoriais (BRASIL, 2025a; BRASIL, 2025b).

Operacionalmente, os valores municipais foram obtidos da tabela consolidada do *Ranking* do Saneamento 2026, que utiliza indicadores do SINISA, aplica o recorte dos cem maiores municípios e padroniza o indicador quinquenal de investimento (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2026b). O *Ranking* é fonte secundária; por essa razão, definições das variáveis e os agregados financeiros utilizados na fronteira foram confrontados com os relatórios oficiais do SINISA. A utilização dessa consolidação aumenta a replicabilidade do recorte, mas não transforma os cem municípios em amostra representativa do país.

A escolha dos cem maiores municípios decorre, portanto, da disponibilidade de uma base municipal consolidada e comparável, e não de uma hipótese de que o mecanismo esteja restrito a grandes cidades. Estudos com o universo municipal mostram que estrutura financeira, titularidade e trajetória institucional variam amplamente entre prestadores e localidades (MOTTA NUNES; MARQUES, 2025). A extensão dos resultados para municípios pequenos, áreas rurais ou blocos contratuais completos exige replicação com os módulos brutos do SINISA e dados financeiros desagregados.

3.3 VARIÁVEIS E CONSTRUÇÃO DO INDICADOR DE BASE TARIFÁRIA POTENCIAL

A variável de investimento, INV, corresponde ao investimento total por habitante, média dos anos de 2020 a 2024 a preços de junho de 2024, conforme metodologia do *Ranking*. As coberturas de água (ITA) e esgoto (ITE) são expressas em percentual, e o índice de perdas na distribuição (IPD) mede perdas físicas e aparentes no sistema de distribuição. O déficit de esgotamento, DEF, é a distância positiva até a meta legal de 90%. Para representar a densidade operacional potencial da base tarifária, constrói-se BASE como o produto entre cobertura de água e eficiência de distribuição:

$$DEF\ i = máx\ (0\ ;\ 90 - ITE\ i)\ BASE\ i = (ITA\ i\ /\ 100) \times (1 - IPD\ i\ /\ 100) \qquad (1)$$

BASE varia entre zero e um e não deve ser confundida com receita, arrecadação, direito creditório ou "lastro" jurídico de um FIDC. Ela é uma *proxy* operacional: a cobertura de água aproxima o alcance da plataforma de usuários tarifáveis e (1 − IPD) aproxima a eficiência com que a água disponibilizada permanece no circuito de consumo. A escolha é deliberadamente conservadora quanto ao esgotamento, porque atribui aos municípios deficitários toda a base já existente de usuários de água, mesmo antes da conexão à rede de esgoto. Ainda assim, IPD não é indicador de perda de faturamento e a *proxy* não incorpora tarifa, inadimplência, arrecadação ou margem; por isso, as conclusões municipais referem-se à densidade potencial da base de geração de receitas, e não ao valor de recebíveis efetivamente securitizáveis. A decomposição de BASE em seus dois componentes é utilizada como teste de robustez.

3.4 TRATAMENTO DOS DADOS

O investimento por habitante é a média aritmética simples dos aportes anuais de 2020 a 2024; a janela reduz a volatilidade de desembolsos pontuais em infraestrutura e segue o tratamento do *Ranking* do Saneamento 2026 (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2026b). Os valores monetários foram mantidos a preços de junho de 2024 conforme a fonte. Não houve imputação de valores ausentes. INV e população foram transformadas pelo logaritmo natural para reduzir assimetria; os indicadores percentuais foram mantidos em pontos percentuais nas regressões e convertidos em proporções apenas na construção de BASE. A especificação ponderada pela população não é tratada como substituta do modelo municipal: ela muda o estimando para uma associação mais próxima da experiência do residente médio e é utilizada como teste de sensibilidade substantiva.

A winsorização é utilizada exclusivamente em análise de robustez e incide sobre IPD no percentil 99 da amostra principal, equivalente a 68,34%. O procedimento afeta Nova Iguaçu e, marginalmente, Parauapebas; nenhuma outra variável é winsorizada e a especificação principal utiliza

os valores observados. O objetivo não é "corrigir" a base, mas verificar se a influência de uma observação extrema altera o sinal e a significância das relações centrais.

Nova Iguaçu é excluída da especificação principal por influência estatística excepcional, e não porque o artigo disponha de prova administrativa de erro de reporte. O município registra IPD de 96,09% e perdas por ligação muito superiores às demais observações. O INEA (2021) documenta que a Estação de Tratamento de Água do Guandu está localizada em Nova Iguaçu e integra um sistema que abastece diversos municípios da Região Metropolitana. Essa arquitetura intermunicipal torna plausível a hipótese, formulada neste artigo, de que indicadores delimitados pela fronteira municipal possam ser sensíveis ao tratamento de volumes produzidos, importados e exportados. Sem acesso ao registro primário que permita identificar a origem exata do valor, a decisão de exclusão repousa nos diagnósticos: distância de Cook de 0,1905, resíduo *studentizado* externo de -3,97 e DFBETA de -1,064 sobre o coeficiente de interesse, magnitudes que indicam influência desproporcional (COOK, 1977; BELSLEY; KUH; WELSCH, 1980). A observação é preservada na análise de robustez com IPD winsorizado.

Quadro 1. Diagnósticos de influência das cinco observações mais influentes (N = 100)

Município	Dist. de Cook	DFBETA (DEF)	Resíduo stud.	Alavancagem	IPD (%)
Nova Iguaçu	0,1905	-1,064	-3,97	0,089	96,09
Goiânia	0,0822	-0,093	1,80	0,154	11,45
Belo Horizonte	0,0763	0,101	-2,82	0,067	68,29
Palmas	0,0722	-0,398	1,68	0,154	29,42
Cuiabá	0,0703	0,052	-1,73	0,144	53,28

Limiares heurísticos de triagem, e não valores críticos: Cook = 4/N = 0,0400; alavancagem = 2p/N = 0,1400; |DFBETA| = 2/√N = 0,2000, com N = 100 e p = 7 parâmetros na especificação de referência (COOK, 1977; BELSLEY; KUH; WELSCH, 1980).
Fonte: elaboração própria.

Adotam-se, assim, duas especificações em paralelo: a principal, com 99 observações, e a de robustez, com os cem municípios e IPD winsorizado. A estabilidade do resultado entre elas é mais informativa do que a classificação substantiva da observação extrema.

3.5 ESTRATÉGIA ECONOMÉTRICA

A estratégia econométrica segue a correspondência definida na seção 3.1. H2 é examinada pela associação entre investimento recente, déficit e BASE; H1 é testada diretamente com BASE como variável dependente:

$$ln(INV\ i) = \alpha + \beta\ DEF\ i + \delta\ BASE\ i + \gamma\ ln(POP\ i) + \mu r + \varepsilon\ i \quad (2)$$

$$BASE\ i = a + \lambda\ DEF\ i + c\ ln(POP\ i) + \mu r + u\ i \quad (3)$$

Para H1, estima-se adicionalmente uma resposta fracionária com *link logit* e quase-máxima verossimilhança, apropriada para variável dependente limitada a [0,1] (PAPKE; WOOLDRIDGE, 1996). Nos modelos lineares, reportam-se R^2 e R^2 ajustado para informar a parcela da variação da variável dependente capturada pela especificação, sem interpretá-los como evidência causal. No modelo fracionário, além do coeficiente em escala *log-odds*, reportam-se o efeito marginal médio e o R^2 de ajuste definido por 1 - SSR/SST com resíduos não ponderados, procedimento utilizado por Papke e Wooldridge (1996) para avaliar a média condicional e permitir comparação de ajuste com a especificação linear. Todos os modelos são associativos e incluem efeitos de macrorregião e ln(população), sem pretensão de controlar exaustivamente renda, desenho contratual, qualidade regulatória ou características do prestador.

3.6 SIMULAÇÃO DE DIRECIONAMENTO DO CAPITAL

Para avaliar o desalinhamento distributivo independentemente do volume de capital disponível, mantém-se fixo um montante hipotético de recursos, normalizado a 100%, e compara-se sua repartição por dois critérios. O primeiro distribui o total proporcionalmente a BASE × população e representa apenas a implicação mecânica de uma capacidade mobilizável proporcional à base tarifária potencial; o segundo distribui o mesmo total proporcionalmente a DEF × população e representa a necessidade de expansão. O índice de dissimilaridade D, adaptado de Duncan e Duncan (1955), mede a distância entre as duas distribuições; a razão de alinhamento Rg é definida neste artigo como a razão entre a participação pelo critério de BASE e a participação pelo critério de necessidade em cada grupo.

$$D = 0{,}5 \times \Sigma g\ |\ sL\ g - sN\ g\ |\ Rg = sL\ g\ /\ sN\ g \quad (4)$$

3.7 FRONTEIRA AGREGADA DE VALOR PRESENTE DOS FLUXOS FUTUROS

A terceira etapa estima uma fronteira agregada de valor presente para a parcela de receita tarifária que poderia, em hipótese, ser comprometida em uma securitização de fluxos futuros. Diferentemente de um cálculo baseado apenas no prazo médio de recebimento, essa formulação admite que fluxos de vários anos sejam cedidos ou vinculados à estrutura, como ocorre em operações de *future-flow securitization* (KETKAR; RATHA, 2001; S&P GLOBAL RATINGS, 2014):

$$FC\ (\theta,\ T,\ k) = A \times \theta \times \sum t = {}_1T\ (1 + k) - t \qquad (5)$$

em que A é a receita operacional direta anual de usuários de água e esgoto; θ é a fração dessa receita bruta que se supõe comprometida com o serviço da estrutura; T é o horizonte da cessão; e k é a taxa real de desconto. Para A utilizam-se diretamente os relatórios oficiais do SINISA, ano de referência 2024: R$ 68,50 bilhões de receita operacional direta de usuários de água e R$ 37,04 bilhões de esgoto, totalizando R$ 105,54 bilhões (BRASIL, 2025a; BRASIL, 2025b). Como se trata de receita faturada, e não de caixa livre, A deve ser interpretada como base bruta de cálculo, não como montante disponível aos investidores.

Duas ressalvas delimitam A. Primeira, os agregados do SINISA referem-se aos prestadores que efetivamente responderam à coleta: no módulo de esgotamento sanitário do ciclo 2025, participaram 2.749 municípios, correspondentes a 81,7% da população brasileira. A receita reportada é, portanto, um piso da receita setorial nacional, o que torna a fronteira conservadora quanto à escala. Segunda, daí decorre também a diferença entre os agregados oficiais e os do *Ranking*: o SINISA registra 62,3% da população total atendida por rede coletora de esgoto entre os participantes, enquanto o *Ranking* reporta 43,3% da população brasileira sem coleta. As duas camadas de dados não são, por isso, intercambiáveis, e cada uma é utilizada apenas na etapa para a qual é apropriada: os agregados oficiais na fronteira financeira, os indicadores municipais consolidados na análise de alinhamento territorial.

A grade combina θ de 5%, 10% e 20%, T de 5, 10 e 15 anos e k real de 8%, 12% e 16%. Esses valores são parâmetros de sensibilidade, não estimativas de mercado para uma concessão específica. O prazo abrange horizontes abaixo e acima do precedente do FIDC Compesa, cuja amortização foi estruturada em 96 meses (COMPESA, 2019; S&P GLOBAL RATINGS, 2014). A amplitude de θ reconhece que apenas parte da receita bruta pode ser comprometida depois de operação, manutenção, tributos, investimentos obrigatórios, inadimplência, reservas e dívidas preexistentes; k varia para testar a sensibilidade a diferentes custos reais de capital, cuja determinação depende do risco da estrutura (KETKAR; RATHA, 2001; MENG, 2026).

A fronteira é deliberadamente favorável ao instrumento: assume crescimento real nulo, mas não deduz custos de estruturação, taxas, reservas adicionais ou perdas específicas da carteira. Por isso, o resultado deve ser lido como ordem de grandeza superior condicionada aos parâmetros, e não como volume que o mercado necessariamente subscreveria. O hiato de R$ 431 bilhões usado como denominador é uma estimativa do Instituto Trata Brasil, obtida a partir de R$ 525 bilhões atribuídos à segunda revisão do Plansab, descontados os investimentos realizados entre 2021 e 2024. Como a revisão permanece em curso, o valor é utilizado apenas para fornecer escala comparável e não

representa obrigação financeira oficialmente consolidada (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2026a; BRASIL, 2025c).

A fronteira agregada não é distribuída entre os grupos da amostra em valores absolutos. Fazer isso exigiria supor que as participações de necessidade e de base tarifária observadas nos cem maiores municípios representam a distribuição nacional, hipótese não sustentada por um recorte não probabilístico. É possível, contudo, extrair da simulação uma leitura relativa que não depende de qualquer extrapolação: como as participações da Tabela 4 são calculadas sobre o mesmo conjunto de municípios, a razão de alinhamento informa quantas vezes a taxa de cobertura da necessidade de um grupo difere da taxa média da amostra, qualquer que seja o volume efetivamente mobilizado.

3.8 VALIDADE, ROBUSTEZ E LIMITAÇÕES

A robustez é avaliada por estimação com os cem municípios e IPD winsorizado, erros-padrão HC3, resposta fracionária para BASE, ponderação populacional e decomposição da *proxy* em cobertura e eficiência. Persistem limitações relevantes. O corte transversal não identifica causalidade e pode refletir causalidade reversa entre investimento, cobertura e perdas. BASE é *proxy* operacional e não incorpora tarifa, arrecadação, inadimplência, margem ou garantias; o uso de IPD, em particular, aproxima eficiência física e não perda de faturamento. O recorte dos cem maiores municípios limita a validade externa, e efeitos de renda, qualidade regulatória, estrutura do prestador e desenho contratual permanecem parcialmente não observados. A fronteira financeira usa receita nacional agregada e cenários, não fluxos de caixa de concessões; seu papel é estabelecer limite de ordem de grandeza, não precificar uma cota de FIDC.

4 RESULTADOS

4.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

A Tabela 1 mostra forte heterogeneidade entre os maiores municípios. O atendimento total de esgoto tem média de 72,62% e varia de 3,28% a 100%. O investimento médio é de R$ 124,80 por habitante, mas a mediana é de R$ 98,87, sinalizando assimetria à direita e a presença de municípios com investimentos muito superiores ao centro da distribuição. O déficit de esgotamento é ainda mais disperso: média de 20,19 pontos percentuais, mediana de apenas 5,70 e coeficiente de variação de 1,28. A BASE média é 0,596, com desvio-padrão de 0,160. Essa dispersão é substantivamente importante porque as regressões seguintes comparam municípios que se encontram em estágios muito distintos de cobertura, eficiência operacional e investimento.

Tabela 1. Estatísticas descritivas das variáveis (N = 99)

Variável	Média	D.P.	Mín.	Mediana	Máx.
ITA (%)	91,69	12,87	30,74	96,95	100,00
ITE (%)	72,62	28,24	3,28	84,30	100,00
ITR (%)	60,25	29,96	0,00	63,01	119,55
INV (R$/hab.)	124,80	87,38	8,99	98,87	572,87
IPD (%)	35,40	13,13	1,27	34,22	70,68
BASE	0,596	0,160	0,180	0,620	0,980
DEF (p.p.)	20,19	25,85	0,00	5,70	86,72

Fonte: elaboração própria com dados do SINISA, ano de referência 2024 (BRASIL, 2025a; BRASIL, 2025b), consolidados no Ranking do Saneamento 2026.

4.2 INVESTIMENTO RECENTE, NECESSIDADE E BASE TARIFÁRIA POTENCIAL

Na especificação bivariada da Tabela 2, DEF apresenta coeficiente de -0,0070 (p = 0,007). Como a variável dependente é ln(INV), um ponto percentual adicional de déficit está associado a aproximadamente 0,70% menos investimento per capita; para uma diferença de 10 pontos percentuais, a transformação exponencial do coeficiente implica cerca de 6,7% menos investimento. A associação é estatisticamente significativa, mas o ajuste do modelo é baixo: R^2 = 0,066 e R^2 ajustado = 0,056. Portanto, o déficit, isoladamente, capta apenas cerca de 6,6% da variação transversal de ln(INV), o que impede tratar a relação bivariada como explicação suficiente das diferenças de investimento entre municípios.

Quando BASE, ln(população) e efeitos de macrorregião são incluídos, o coeficiente de DEF cai para 0,0005 e perde significância (p = 0,871), enquanto BASE apresenta coeficiente de 1,1827 (p = 0,037). Como BASE varia de zero a um, a leitura economicamente útil deve considerar mudanças plausíveis no índice: um aumento de 0,10 em BASE está associado, mantidos os demais regressores constantes, a aproximadamente 12,6% mais investimento per capita [100 × (e^(1,1827 × 0,10) - 1)]. O R^2 sobe para 0,188 e o R^2 ajustado para 0,126. O ganho de ajuste frente ao modelo bivariado mostra que BASE, porte e região acrescentam informação relevante, mas cerca de quatro quintos da variação observada de ln(INV) permanecem fora da especificação, coerentemente com a existência de fatores institucionais, contratuais e financeiros não observados. Na regressão ponderada pela população, BASE permanece positivo e mais preciso (1,3643; p = 0,010): uma elevação de 0,10 no índice corresponde a aproximadamente 14,6% mais investimento per capita. Nesse modelo, ln(POP) também é positivo (0,1501; p = 0,021), e o ajuste aumenta para R^2 ponderado = 0,268 e R^2 ajustado = 0,211.

Esse R^2 maior não torna a especificação ponderada 'superior', porque a ponderação muda o estimando e aproxima a associação da experiência do residente médio. Em conjunto, os resultados oferecem suporte associativo a H2, mas não autorizam interpretação causal nem de mediação.

Tabela 2. Associação entre déficit, base potencial e investimento per capita

Variável	**Bivariado**	Condicional OLS (HC3)	**Pond. população**
DEF	-0,0070 (p = 0,007)	0,0005 (p = 0,871)	0,0010 (p = 0,711)
BASE	-	1,1827 (p = 0,037)	1,3643 (p = 0,010)
ln(POP)	-	0,1149 (p = 0,154)	0,1501 (p = 0,021)
Efeitos de região	não	sim	sim
R^2	0,066	0,188	0,268
R^2 ajustado	0,056	0,126	0,211
N	99	99	99

Variável dependente: ln(INV). Coeficientes com p-valores entre parênteses. Na especificação ponderada, R^2 e R^2 ajustado referem-se à variação ponderada pela população e não devem ser comparados mecanicamente aos indicadores dos modelos não ponderados.
Fonte: elaboração própria.

4.3 DÉFICIT DE COBERTURA E DENSIDADE POTENCIAL DA BASE TARIFÁRIA

A Tabela 3 reforça H1 em magnitude, significância e forma funcional. A correlação de Pearson entre DEF e BASE é -0,590 ($p < 0,001$) e a correlação de *Spearman* é -0,595 ($p < 0,001$), combinação que indica associação inversa substantiva e monotônica. No modelo linear condicional, DEF = -0,00214 (p = 0,001): cada 10 pontos percentuais adicionais de déficit associam-se a uma redução de aproximadamente 0,021 unidade em BASE, equivalente a cerca de 3,6% da BASE média da amostra. O modelo como um todo apresenta $R^2 = 0,448$ e R^2 ajustado = 0,412; portanto, déficit, porte e macrorregião capturam em conjunto quase 45% da variação transversal de BASE. Esse percentual não deve ser atribuído exclusivamente a DEF, mas mostra ajuste consideravelmente maior do que o observado nas regressões de investimento.

A robustez é também substantiva. Na regressão ponderada pela população, o coeficiente de DEF permanece negativo (-0,00148; p = 0,014), de modo que 10 pontos percentuais adicionais de déficit correspondem a aproximadamente 0,015 unidade a menos em BASE; o R^2 ponderado é 0,381 e o R^2 ajustado, 0,341. Na resposta fracionária, o coeficiente em escala logit é -0,0090 ($p < 0,001$), mas o efeito marginal médio é mais informativo: -0,00207 por ponto percentual de DEF, ou cerca de -0,021 para uma diferença de 10 pontos, praticamente a mesma magnitude do OLS. O R^2 de ajuste do modelo

fracionário, calculado como 1 - SSR/SST com resíduos não ponderados, é 0,447, também praticamente idêntico ao do OLS. A coincidência de sinal, magnitude marginal e ajuste reduz a preocupação de que H1 seja artefato da forma linear. A decomposição da *proxy* acrescenta uma verificação adicional: DEF associa-se a menor cobertura de água (-0,00171; p = 0,013; R^2 = 0,474) e a menor eficiência de distribuição (-0,00125; p = 0,050; R^2 = 0,218). Em termos de 10 pontos percentuais de déficit, essas magnitudes correspondem, respectivamente, a cerca de 1,71 ponto percentual a menos de cobertura de água e 1,25 ponto percentual a menos de eficiência. A evidência é mais precisa para cobertura; o resultado da eficiência é limítrofe a 5% e deve ser tratado com cautela. Assim, a associação principal não é produzida exclusivamente por um único componente da BASE.

Tabela 3. Testes de robustez da associação entre déficit e base tarifária potencial

Variável dependente / método	Coef. DEF	p-valor	Interpretação e ajuste
BASE, OLS (HC3)	-0,00214	0,001	-0,021 em BASE a cada +10 p.p.; R^2 = 0,448; R^2aj = 0,412
BASE, OLS ponderado	-0,00148	0,014	-0,015 a cada +10 p.p.; R^2 pond. = 0,381; R^2aj = 0,341
BASE, resposta fracionária	-0,00900	< 0,001	AME = -0,00207/p.p.; R^2 = 0,447
Cobertura de água	-0,00171	0,013	-1,71 p.p. a cada +10 p.p.; R^2 = 0,474; R^2aj = 0,440
Eficiência (1 - IPD)	-0,00125	0,050	-1,25 p.p. a cada +10 p.p.; R^2 = 0,218; R^2aj = 0,167

Todos os modelos incluem ln(população) e efeitos fixos de macrorregião. AME = efeito marginal médio. No modelo fracionário, R^2 = 1 - SSR/SST com resíduos não ponderados, conforme Papke e Wooldridge (1996); não se reporta R^2 ajustado diretamente equivalente. O R^2 do OLS ponderado é calculado na escala ponderada.
Fonte: elaboração própria.

4.4 SIMULAÇÃO DE ALINHAMENTO DISTRIBUTIVO

A Tabela 4 torna o desalinhamento distributivo mais visível. Os 40 municípios sem déficit frente à meta de 90% apresentam BASE média de 0,692 e concentrariam 54,54% do montante hipotético sob o critério BASE × população, embora sua participação no critério de necessidade seja zero. No grupo G2, a participação pela BASE é 21,73%, mais que o dobro dos 10,02% correspondentes à necessidade (razão de alinhamento de aproximadamente 2,17). A relação se inverte nos grupos de maior déficit: G3 receberia 14,28% pela BASE para 36,02% pela necessidade (razão de aproximadamente 0,40), e G4, formado por 16 municípios com déficit superior a 50 pontos percentuais e 11,2 milhões de habitantes, receberia apenas 9,45% pela BASE diante de 53,96% pela necessidade (razão de 0,175). Em outras palavras, para G4 a participação relativa associada à base tarifária equivale a apenas 17,5% da participação relativa associada à necessidade.

Tabela 4. Perfil dos grupos e participação em um montante hipotético fixo de recursos

Grupo	n	ITE (%)	INV (R$/hab.)	BASE	BASE (%)	Necessidade (%)
G1: déficit nulo	40	96,95	115,82	0,692	54,54	0,00
G2: até 20 p.p.	24	82,03	159,59	0,579	21,73	10,02
G3: 20 a 50 p.p.	19	51,55	141,49	0,587	14,28	36,02
G4: acima de 50 p.p.	16	22,70	75,27	0,394	9,45	53,96

BASE (%) = participação no montante distribuído proporcionalmente a BASE × população; Necessidade (%) = participação no montante distribuído proporcionalmente a DEF × população. Índice de dissimilaridade D = 0,663; razão de alinhamento do G4 = 0,175.
Fonte: elaboração própria.

O índice de dissimilaridade de 0,663 sintetiza essa distância: 66,3% do montante fixo teria de ser realocado entre os quatro grupos para que a distribuição baseada em BASE × população coincidisse com a distribuição baseada em DEF × população. O indicador não representa perda, ineficiência nem previsão de decisão de gestores de FIDC; mede somente a distância entre duas regras de repartição dentro da mesma amostra. Também não há queda perfeitamente monotônica da BASE média entre todas as faixas - G3 (0,587) supera ligeiramente G2 (0,579) -, o que reforça que o resultado não deve ser lido como simples ordenação por grupos. O desalinhamento é sustentado pela relação contínua das regressões e, na simulação, pela distribuição conjunta de BASE, déficit e população.

4.5 FRONTEIRA AGREGADA DE VALOR PRESENTE DOS FLUXOS FUTUROS

A Tabela 5 utiliza a receita operacional direta oficial de usuários de água e esgoto em 2024, total de R$ 105,54 bilhões, e a compara com o hiato de R$ 431 bilhões usado como referência de cenário (BRASIL, 2025a; BRASIL, 2025b; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2026a). Entre os cenários selecionados, o valor presente varia de R$ 17,28 bilhões, com 5% da receita comprometida por cinco anos a 16% reais, a R$ 180,67 bilhões, com 20% por quinze anos a 8% reais. Isso corresponde, respectivamente, a 4,01% e 41,92% do hiato de referência.

A comparação entre linhas permite separar o papel dos parâmetros. Mantidos T = 10 anos e k = 12%, elevar a fração comprometida de 10% para 20% duplica exatamente o valor presente, de R$ 59,63 bilhões para R$ 119,26 bilhões, porque a fronteira é linear em θ. Mantidos θ = 10% e k = 12%, alongar o horizonte de cinco para dez anos eleva o valor presente de R$ 38,04 bilhões para R$ 59,63 bilhões, aumento de 56,7% - menor que uma duplicação porque fluxos mais distantes são descontados. Mantidos θ = 10% e T = 10 anos, elevar a taxa real de 8% para 16% reduz o valor presente de R$ 70,82 bilhões para R$ 51,01 bilhões, queda de aproximadamente 28,0%. A leitura econômica é que a parcela

efetivamente compromissada da receita é um determinante de primeira ordem da escala, enquanto prazo e custo de capital impõem retornos marginais decrescentes ao alongamento do fluxo.

Tabela 5. Fronteira agregada de valor presente em cenários selecionados

Cenário (θ, T, k)	Valor presente (R$ bi)	% do hiato
5%, 5 anos, 16%	17,28	4,01
10%, 5 anos, 12%	38,04	8,83
10%, 10 anos, 8%	70,82	16,43
10%, 10 anos, 12%	59,63	13,84
10%, 10 anos, 16%	51,01	11,84
20%, 10 anos, 12%	119,26	27,67
20%, 15 anos, 8%	180,67	41,92

A = R$ 105,54 bilhões, com base nas receitas operacionais diretas de usuários de água e esgoto do SINISA, ano de referência 2024 (BRASIL, 2025a; BRASIL, 2025b). Hiato de R$ 431 bilhões utilizado como referência de cenário (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2026a).
Fonte: elaboração própria.

Mesmo o cenário superior deve ser lido como limite de sensibilidade, não como previsão de emissão. Comprometer 20% da receita bruta por quinze anos pressupõe que essa parcela possa permanecer disponível depois de inadimplência, operação, manutenção, tributos, investimentos obrigatórios, dívidas existentes, reservas, custos de estruturação e reforços de crédito. A literatura de securitização de fluxos futuros e de *project finance* mostra que a qualidade contratual do fluxo e a alocação de riscos condicionam o valor efetivamente financiável, não apenas o faturamento nominal (KETKAR; RATHA, 2001; BREALEY; COOPER; HABIB, 1996; MENG, 2026). Por isso, a Tabela 5 informa ordem de grandeza agregada, enquanto a Tabela 4 informa alinhamento territorial; as duas dimensões são complementares, mas não intercambiáveis.

Sem dados financeiros municipais para todo o país, não é possível afirmar qual percentual da necessidade de cada grupo seria efetivamente coberto por FIDCs, e essa quantificação não é tentada aqui. Uma consequência relativa, entretanto, decorre de aritmética interna à amostra: como as participações por BASE e por necessidade são calculadas sobre o mesmo conjunto de municípios, a razão de alinhamento de 0,175 significa que, sob uma regra proporcional à base tarifária, a fração da própria necessidade atendida no grupo com déficit superior a 50 pontos percentuais seria cerca de 5,7 vezes menor que a fração média atendida na amostra. Aumentar o volume mobilizado melhora a escala

para todos os grupos, mas preserva essa distância relativa. Escala e alinhamento são, portanto, problemas distintos.

5 DISCUSSÃO

Os resultados apontam duas restrições distintas à utilização de FIDCs na universalização. A primeira é espacial: entre os maiores municípios, necessidade de expansão e densidade potencial da base tarifária apresentam associação negativa, e o modelo de H1 alcança $R^2 = 0,448$ (R^2 ajustado = 0,412), com ajuste praticamente idêntico na resposta fracionária ($R^2 = 0,447$). A segunda é financeira: embora a securitização de fluxos futuros possa mobilizar valor presente relevante, a parcela efetivamente compromissada da receita é limitada pelas demais obrigações da concessão. A diferença entre o ajuste de H1 e o das regressões de investimento - R^2 de 0,188 no modelo condicional e 0,268 no ponderado - é informativa: o desalinhamento entre déficit e BASE aparece como regularidade relativamente nítida no recorte, enquanto o investimento recente depende de conjunto muito mais amplo de fatores não observados. Esses R^2 não provam causalidade, mas delimitam a força explicativa das especificações e evitam que significância estatística seja confundida com poder explicativo.

Essa interpretação ajuda a conciliar evidências brasileiras que, isoladamente, podem parecer contraditórias. Motta Nunes e Marques (2025) encontram que a situação financeira dos prestadores é um dos principais fatores associados às trajetórias de privatização, enquanto Fagundes e Marques (2025), ao analisarem concessões de Alagoas e Rio de Janeiro, alertam que tarifas projetadas podem ser insuficientes para recuperar investimentos, pagar água bruta e cumprir metas. Em paralelo, estudos de acessibilidade mostram que ampliar a sustentação tarifária ou os subsídios cruzados sem considerar renda, cobertura e incidência sobre usuários não beneficiários pode transferir a restrição financeira em vez de eliminá-la (FAGUNDES; MARQUES; MALHEIROS, 2024; FAGUNDES; MARQUES; MALHEIROS, 2025; FAGUNDES *et al.*, 2025). Portanto, maior BASE não equivale automaticamente a maior capacidade social de pagar tarifas: BASE mede alcance operacional potencial, não renda disponível. O resultado central deve ser lido como evidência sobre a geografia do fluxo potencialmente faturável, e não como medida completa de bancabilidade ou acessibilidade.

5.1 APLICAÇÃO ILUSTRATIVA: HETEROGENEIDADE INTRARREGIONAL NO RIO DE JANEIRO

O Estado do Rio de Janeiro oferece uma aplicação ilustrativa do mecanismo identificado na análise nacional. O objetivo deste recorte não é testar novamente as hipóteses nem avaliar causalmente as concessões fluminenses, mas verificar se a heterogeneidade entre necessidade de expansão e

densidade potencial da base tarifária também aparece entre grandes municípios inseridos em um mesmo contexto institucional estadual. Nove municípios fluminenses figuram entre os cem mais populosos do país, e oito permanecem na especificação principal após a exclusão de Nova Iguaçu. Esse conjunto não coincide com os blocos contratuais da concessão estruturada em blocos pelo BNDES; por isso, a aplicação deve ser interpretada como contraste intrarregional, e não como avaliação de desempenho das concessões (BNDES, 2021).

Tabela 6. Aplicação ilustrativa do desalinhamento nos municípios fluminenses da amostra

Município	ITE (%)	DEF (p.p.)	BASE	BASE (%)	Necessidade (%)
Niterói	95,55	0,00	0,80	6,40	0,00
Campos dos Goytacazes	93,66	0,00	0,66	5,28	0,00
Rio de Janeiro	85,78	4,22	0,56	58,04	13,23
Petrópolis	84,05	5,95	0,75	3,40	0,82
São João de Meriti	60,33	29,67	0,70	5,06	6,45
São Gonçalo	19,99	70,01	0,58	8,59	31,33
Duque de Caxias	19,95	70,05	0,63	8,40	28,27
Belford Roxo	7,62	82,38	0,60	4,84	19,89

BASE (%) = participação no montante distribuído proporcionalmente a BASE × população; Necessidade (%) = participação no montante distribuído proporcionalmente a DEF × população. As participações são calculadas sobre os oito municípios da especificação principal. Nova Iguaçu não integra a tabela em razão da influência estatística discutida na seção 3.4.
Fonte: elaboração própria com dados do SINISA, ano de referência 2024 (BRASIL, 2025a; BRASIL, 2025b), consolidados no Ranking do Saneamento 2026.

A leitura da Tabela 6 exige distinguir o nível de BASE da coluna BASE (%). A primeira é o índice municipal; a segunda é a participação que cada município receberia em um montante fixo distribuído proporcionalmente a BASE × população. Essa distinção explica por que o município do Rio de Janeiro, embora tenha BASE de 0,56 - inferior à de Niterói (0,80), Petrópolis (0,75) e São João de Meriti (0,70) -, concentra 58,04% da repartição pela BASE: seu peso populacional domina o produto. Ao mesmo tempo, sua participação na necessidade é de apenas 13,23%. Niterói e Campos dos Goytacazes, ambos sem déficit frente à meta de 90%, somariam 11,68% da repartição pela BASE e 0% da necessidade. No extremo oposto, São Gonçalo, Duque de Caxias e Belford Roxo, todos com déficit superior a 50 pontos percentuais, somam 21,83% da repartição pela BASE e 79,49% da necessidade. A razão de alinhamento agregada desses três municípios é 0,274: sua participação relativa pelo critério de BASE corresponde a apenas 27,4% da participação relativa pelo critério de necessidade, ou, de modo equivalente, a fração de sua necessidade atendida seria cerca de 3,65 vezes menor que a média do recorte fluminense. O índice de dissimilaridade de 0,591 indica que 59,1% do

montante fixo precisaria ser realocado entre municípios para igualar as duas distribuições. A inclusão de Nova Iguaçu altera a razão para 0,266 e o índice para 0,615, sem mudar o sentido econômico do resultado.

O recorte ajuda a interpretar economicamente a regionalização sem pretender avaliá-la. Ao reunir áreas com bases e necessidades distintas, contratos regionalizados podem consolidar receitas e ampliar a capacidade de sustentar investimentos que seriam frágeis se dependessem apenas do fluxo municipal isolado (BNDES, 2021). Isso, porém, não transforma subsídio cruzado em solução automática: evidência recente para o Brasil mostra que o desenho tarifário pode pressionar famílias vulneráveis e que a expansão do subsídio cruzado pode impor encargos relevantes aos usuários não beneficiários quando a base econômica é limitada (FAGUNDES; MARQUES; MALHEIROS, 2024; FAGUNDES *et al.*, 2025). No caso fluminense, uma eventual securitização via FIDC teria de ser avaliada sobre o fluxo consolidado de cada concessão, incluindo receitas efetivamente arrecadadas, margens, obrigações de investimento, dívidas, garantias, reservas e posição na cascata de pagamentos; os indicadores municipais da Tabela 6 não estimam essa capacidade contratual (MENG, 2026). Assim, o Rio de Janeiro funciona como aplicação ilustrativa do mecanismo nacional e como justificativa para reconstruções financeiras futuras dos blocos, não como segundo teste causal ou avaliação de desempenho das concessões.

Quanto ao instrumento, a evidência não sustenta nem a tese de que o FIDC seja mero capital de giro nem a tese oposta de que sua existência resolva a formação de capital para a universalização. O FIDC Compesa, documentado pela Compesa (2019) e pela S&P Global Ratings (2014), demonstra que receitas futuras de saneamento podem sustentar operação de prazo plurianual, e Ketkar e Ratha (2001) mostram que estruturas de *future-flow securitization* podem mobilizar fluxos futuros quando há previsibilidade, segregação e proteção de crédito. Brealey, Cooper e Habib (1996) e Meng (2026) reforçam que o financiamento de infraestrutura depende da arquitetura contratual de riscos e da qualidade do fluxo destinado ao serviço da dívida. A engenharia financeira, portanto, antecipa renda comprometível; ela não cria usuários conectados, capacidade de pagamento ou margem operacional. Em expansão *greenfield* ou em áreas de baixa cobertura, risco de construção e ausência de histórico do fluxo aumentam a importância de garantias, suporte contratual e outras fontes de financiamento de longo prazo.

Isso delimita usos economicamente mais coerentes do FIDC sem transformá-los em prescrição universal. A antecipação de recebíveis já performados, o refinanciamento de concessões em fase operacional e estruturas de fluxos futuros com histórico suficiente são compatíveis com a natureza do veículo; operações em contextos de maior risco exigem reforço de crédito e análise específica da

carteira (KETKAR; RATHA, 2001; GORTON; SOULELES, 2007; CVM, 2022). A Resolução CVM nº 240/2026 ampliou possibilidades regulatórias relativas a direitos creditórios envolvendo empresas em recuperação, mas esse nicho é distinto do financiamento da expansão sanitária e não deve ser usado como evidência de capacidade para universalização (CVM, 2026).

A implicação para política pública é que patrimônio disponível no mercado de capitais não equivale a *funding* automaticamente disponível para qualquer território. O volume captado por FIDCs e debêntures mostra capacidade de intermediação doméstica (ANBIMA, 2026), mas a transformação de necessidade social em ativo investível depende da arquitetura econômica do contrato. O objeto de política deixa de ser "criar mais um veículo" e passa a ser construir fluxos sustentáveis, regras de risco e mecanismos de equalização que permitam ao capital alcançar áreas em que o retorno social é elevado, mas a renda local comprometida é insuficiente (WORLD BANK; INTERNATIONAL MONETARY FUND, 2019; MENG, 2026).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo avaliou o alinhamento entre a necessidade de expansão do saneamento e a base tarifária potencial e discutiu suas implicações para o uso de Fundos de Investimento em Direitos Creditórios (FIDCs) no financiamento da universalização. A resposta que a evidência sustenta é mais delimitada do que a alternativa entre instrumento viável e instrumento inviável. Os FIDCs cumprem bem aquilo que se espera de um mecanismo de securitização: antecipam receitas futuras e convertem fluxos tarifários em capital de prazo relevante. O limite econômico não está no desenho do veículo, e sim no fluxo que ele pode carregar. Importa quanto de receita existe, com que regularidade ela é arrecadada e onde ela é gerada, e quanto desse fluxo pode ser comprometido sem fragilizar a própria concessão que o produz.

O achado central do estudo é uma tensão territorial. Os municípios que mais precisam expandir o esgotamento sanitário tendem, de modo sistemático, a apresentar bases tarifárias potenciais mais frágeis, seja porque a rede de água alcança parcela menor da população, seja porque a operação perde parte relevante da água distribuída. A correlação entre déficit de esgotamento e base tarifária potencial é de aproximadamente 0,59 negativa. Em uma escala que vai de 1 negativo, para direções perfeitamente opostas, a 1 positivo, para direções idênticas, esse valor indica associação inversa consistente. Duas formas distintas de medir a correlação, uma sensível à magnitude dos valores e outra apenas à ordem entre os municípios, produziram resultados praticamente iguais, o que afasta a hipótese de que o padrão seja artefato de poucos casos extremos.

A relação permanece quando se controlam porte populacional e macrorregião. Cada 10 pontos percentuais adicionais de déficit de esgoto associam-se a uma queda de cerca de 0,02 no índice de base tarifária, que varia entre zero e um. Um município com índice de 0,60 passaria, nessa condição, para algo próximo de 0,58. O movimento é modesto quando isolado, e é justamente essa modéstia que interessa: a distância entre territórios não se produz por um salto, e sim por acúmulo. O conjunto de fatores considerados explica aproximadamente 45% das diferenças de base tarifária entre municípios, parcela substantiva para dados setoriais desse tipo. A metade restante responde a elementos não incorporados ao modelo, como renda local, estrutura tarifária, qualidade da gestão, características do prestador e desenho regulatório. O investimento recente segue a mesma direção, com poder explicativo mais modesto: cada 0,10 a mais no índice de base associa-se a algo entre 13% e 15% de investimento adicional por habitante.

O exercício distributivo torna a tensão visível e é, provavelmente, o resultado de leitura mais imediata para quem decide. Ao repartir a necessidade de expansão em proporção à capacidade potencial de gerar receita, os municípios com déficit superior a 50 pontos percentuais concentram cerca de 54% da necessidade total e captariam apenas 9% dos recursos. No recorte fluminense o contraste é ainda mais nítido: três municípios respondem por aproximadamente 79% da necessidade de expansão e por cerca de 22% da repartição proporcional à base. Não se trata de afirmar que municípios deficitários sejam incapazes de atrair investimento privado. Trata-se de reconhecer que, se o financiamento depender exclusivamente da base tarifária local, ele tenderá a se acumular onde a receita já existe e a escassear onde a rede ainda precisa ser construída.

A dimensão de escala confirma o mesmo diagnóstico por outro caminho. Partindo de uma receita operacional direta setorial de R$ 105,5 bilhões em 2024, os cenários testados produzem valor presente mobilizável entre R$ 17 bilhões e R$ 181 bilhões, o equivalente a algo entre 4% e 42% do hiato de investimento de R$ 431 bilhões utilizado como referência. Entre os parâmetros examinados, o mais decisivo é a fatia da receita efetivamente vinculada ao fundo: dobrar esse percentual dobra o valor mobilizável. O prazo vem em seguida, com ganho de aproximadamente 57% ao passar de cinco para dez anos, e o custo do capital exerce o menor efeito, reduzindo o resultado em cerca de 28% quando a taxa real dobra. Convém registrar a natureza desse exercício: por partir do faturamento bruto do setor, sem deduzir integralmente custos operacionais, dívidas existentes, reservas e reforços de crédito, ele representa um teto de sensibilidade, e não uma projeção de emissões.

A contribuição teórica do trabalho está na formulação de um mecanismo de desalinhamento entre benefício social e renda apropriável. Quando o serviço da dívida é remunerado por usuários já conectados, a geografia da maior carência tende a se separar da geografia do fluxo mais atrativo para

o financiador. Esse mecanismo dialoga com a literatura sobre financeirização da infraestrutura e sobre os limites da securitização em serviços essenciais, e oferece explicação para um resultado recorrente e pouco intuitivo: a ampliação da oferta de instrumentos financeiros, isoladamente, não redistribui investimento na direção de quem mais precisa dele.

Do ponto de vista prático, a implicação tem consequência sobre a sequência das decisões. A escolha do veículo financeiro deve vir depois da construção do *funding*, e não no lugar dela. Em concessões maduras, com base consolidada e arrecadação previsível, a securitização pode antecipar fluxos, reduzir custo financeiro e reorganizar passivos com ganho real. Em fases de expansão intensa, sua efetividade depende de receitas futuras robustas e, sobretudo, de arranjos que distribuam risco e capacidade de pagamento entre territórios. É nesse espaço que regionalização, subsídios cruzados, garantias públicas e transferências deixam de ser complemento e passam a ser condição de viabilidade, sempre com atenção à acessibilidade tarifária e à sustentabilidade econômica do prestador. Para o regulador, decorre uma agenda específica de transparência sobre recebíveis já vinculados, cobertura do serviço da dívida e limites prudenciais de comprometimento de receita.

As limitações do estudo delimitam a agenda futura. O indicador operacional aqui utilizado é uma aproximação da densidade da base tarifária e precisa ser complementado por receita efetiva, arrecadação, inadimplência, contas a receber, margem operacional, tarifas sociais e posição das garantias em nível municipal ou de concessão. A ampliação da amostra e o uso de dados em painel permitiriam testar validade externa e persistência temporal. A reconstrução dos fluxos de caixa dos blocos regionalizados do Rio de Janeiro possibilitaria estimar diretamente renda comprometida e capacidade de securitização. Esses avanços são condição prévia para qualquer inferência causal ou recomendação sobre a participação ótima dos FIDCs no financiamento setorial.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVSKY, L. *et al.* Sanitation marketing in Nigeria. World Development, v. 195, 107022, 2025. DOI: 10.1016/j.worlddev.2025.107022.

ANBIMA. Ofertas no mercado de capitais atingem R$ 838,8 bilhões e batem recorde em 2025. São Paulo: Associação Brasileira das Entidades dos Mercados Financeiro e de Capitais, 22 jan. 2026. Disponível em: https://www.anbima.com.br/pt_br/imprensa/ofertas-no-mercado-de-capitais-atingem-r-838-8-bilhoes-e-batem-recorde-em-2025.htm. Acesso em: 10 set. 2026.

AZAMBUJA, V. Fundos de investimento em direitos creditórios como veículo de financiamento do setor de saneamento. 2022. Trabalho de conclusão de curso (Pós-graduação) - Insper, São Paulo, 2022.

BELSLEY, D. A.; KUH, E.; WELSCH, R. E. Regression diagnostics: identifying influential data and sources of collinearity. Nova York: John Wiley, 1980. DOI: 10.1002/0471725153.

BNDES. Rio de Janeiro - saneamento (blocos 1, 2 e 4). Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2021. Disponível em: https://hubdeprojetos.bndes.gov.br/pt/projetos/Rio-de-Janeiro-Saneamento/95ee1cd5-7e8d-11ea-8ee4-0242ac11002b. Acesso em: 10 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Nota Técnica nº 6/2025/CGPM-DCOT-MCID/DCOT-MCID/SNSA-MCID-MCID: atualização do Modelo de Cálculo de Necessidades de Investimentos para Universalização do Saneamento Básico e as estimativas de valor considerando as informações do Censo IBGE 2022 e melhorias nos parâmetros. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025c. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/processo-de-revisao-ano-base-2022-em-curso/arquivos-plansab/NotaTcnican6_AtualizaodoModelodeClculodeNecessidadesdeInvestimentos.pdf. Acesso em: 10 set. 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA 2025: abastecimento de água, ano de referência 2024. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025a. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/008_RELATORIO_SINISA_ABASTECIMENTO_AGUA_2025_defeso.pdf/view. Acesso em: 10 set. 2026.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico - SINISA 2025: esgotamento sanitário, ano de referência 2024. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025b. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa/resultados-sinisa/009_RELATORIO_SINISA_ESGOTAMENTO_SANITARIO_2025_defeso.pdf/view. Acesso em: 10 set. 2026.

BREALEY, R. A.; COOPER, I. A.; HABIB, M. A. Using project finance to fund infrastructure investments. Journal of Applied Corporate Finance, v. 9, n. 3, p. 25-39, 1996. DOI: 10.1111/j.1745-6622.1996.tb00296.x.

BRITTO, A. L. Neoliberal changes and perspectives for financialization in the management of Brazil's water and sanitation services. Geoforum, v. 160, 104220, 2025. DOI: 10.1016/j.geoforum.2025.104220.

CHOUMERT-NKOLO, J.; PHÉLINAS, P. The economics of household water access: a review and research roadmap for Water for All. Annual Review of Resource Economics, v. 17, p. 167-187, 2025. DOI: 10.1146/annurev-resource-121223-014639.

COMPESA. Demonstrações financeiras do exercício de 2018: notas explicativas sobre o FIDC Compesa. Diário Oficial do Estado de Pernambuco, Recife, 3 abr. 2019. Disponível em: https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2019/04/Balanco-Compesa-2019-Diario-Oficial.pdf. Acesso em: 10 set. 2026.

COOK, R. D. Detection of influential observation in linear regression. Technometrics, v. 19, n. 1, p. 15-18, 1977. DOI: 10.1080/00401706.1977.10489493.

CVM. Resolução CVM nº 175, de 23 de dezembro de 2022. Dispõe sobre a constituição, o funcionamento e a divulgação de informações dos fundos de investimento. Rio de Janeiro: Comissão de Valores Mobiliários, 2022. Disponível em: https://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/resolucoes/resol175.html. Acesso em: 10 set. 2026.

CVM. Resolução CVM nº 240, de 5 de março de 2026. Altera o Anexo Normativo II da Resolução CVM nº 175. Rio de Janeiro: Comissão de Valores Mobiliários, 2026. Disponível em: https://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/resolucoes/resol240.html. Acesso em: 10 set. 2026.

DUNCAN, O. D.; DUNCAN, B. A methodological analysis of segregation indexes. American Sociological Review, v. 20, n. 2, p. 210-217, 1955. DOI: 10.2307/2088328.

FAGUNDES, T. S.; MARQUES, R. C. Water privatization in Brazil: is the private sector making the same mistakes as in the past? Water International, v. 50, n. 6, p. 583-603, 2025. DOI: 10.1080/02508060.2025.2497742.

FAGUNDES, T. S.; MARQUES, R. C.; FERREIRA, D. F. C.; MALHEIROS, T. F. Exploring water affordability through subsidy policies. Water Research, v. 286, 124251, 2025. DOI: 10.1016/j.watres.2025.124251.

FAGUNDES, T. S.; MARQUES, R. C.; MALHEIROS, T. F. A comprehensive framework for water affordability analysis. Water Resources Management, v. 39, p. 2527-2549, 2025. DOI: 10.1007/s11269-024-04076-4.

FAGUNDES, T. S.; MARQUES, R. C.; MALHEIROS, T. F. Are Brazilian water auction prices affordable for vulnerable families? Utilities Policy, v. 88, 101749, 2024. DOI: 10.1016/j.jup.2024.101749.

GALIANI, S.; GERTLER, P.; SCHARGRODSKY, E. Water for life: the impact of the privatization of water services on child mortality. Journal of Political Economy, v. 113, n. 1, p. 83-120, 2005. DOI: 10.1086/426041.

GALLARDO-ALBARRÁN, D. The global sanitary revolution in historical perspective. Journal of Economic Surveys, v. 39, n. 2, p. 567-598, 2025. DOI: 10.1111/joes.12607.

GAUTAM, S. Quantifying welfare effects in the presence of externalities: an ex-ante evaluation of sanitation interventions. Journal of Development Economics, v. 164, 103083, 2023. DOI: 10.1016/j.jdeveco.2023.103083.

GORTON, G.; SOULELES, N. Special purpose vehicles and securitization. In: CAREY, M.; STULZ, R. (org.). The risks of financial institutions. Chicago: University of Chicago Press, 2007. p. 549-602. DOI: 10.7208/chicago/9780226092980.003.0013.

GUASCH, J. L.; LAFFONT, J.-J.; STRAUB, S. Renegotiation of concession contracts in Latin America: evidence from the water and transport sectors. International Journal of Industrial Organization, v. 26, n. 2, p. 421-442, 2008. DOI: 10.1016/j.ijindorg.2007.05.003.

HOLMSTRÖM, B.; TIROLE, J. Financial intermediation, loanable funds, and the real sector. The Quarterly Journal of Economics, v. 112, n. 3, p. 663-691, 1997. DOI: 10.1162/003355397555316.

INEA. Sistemas de abastecimento público de água Guandu - Lajes - Acari. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, 2021. Disponível em: https://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/seguranca-hidrica/sistemas-de-abastecimento/guandu-lajes-acari/. Acesso em: 10 set. 2026.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Faltam R$ 431 bilhões para o Brasil alcançar a universalização do saneamento até 2033. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 16 jul. 2026a. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/faltam-430bi-brasil-universalizacao-saneamento/. Acesso em: 10 set. 2026.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do saneamento 2026: ano-base 2024. 18. ed. São Paulo: Instituto Trata Brasil; GO Associados, 2026b. Disponível em: https://tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2026/. Acesso em: 10 set. 2026.

KETKAR, S.; RATHA, D. Development financing during a crisis: securitization of future receivables. Washington, DC: World Bank, 2001. (Policy Research Working Paper, n. 2582). DOI: 10.1596/1813-9450-2582.

KRESCH, E. P.; LIPSCOMB, M.; SCHECHTER, L. Externalities and spillovers from sanitation and waste management in urban and rural neighborhoods. Applied Economic Perspectives and Policy, v. 42, n. 3, p. 395-420, 2020. DOI: 10.1093/aepp/ppz024.

LONG, J. S.; ERVIN, L. H. Using heteroscedasticity consistent standard errors in the linear regression model. The American Statistician, v. 54, n. 3, p. 217-224, 2000. DOI: 10.1080/00031305.2000.10474549.

MACKINNON, J. G.; WHITE, H. Some heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimators with improved finite sample properties. Journal of Econometrics, v. 29, n. 3, p. 305-325, 1985. DOI: 10.1016/0304-4076(85)90158-7.

MENG, Z. Infrastructure project finance and investment management: bankability, risk allocation, and capital recycling. Journal of Economic Surveys, 2026. DOI: 10.1111/joes.70150.

MOTOHASHI, K. Unintended consequences of sanitation investment: negative externalities on water quality and health in India. Journal of Development Economics, v. 182, 103793, 2026. DOI: 10.1016/j.jdeveco.2026.103793.

MOTTA NUNES, C.; MARQUES, R. C. Privatization pathways in Brazilian water utilities: the role of financial standing. Utilities Policy, v. 97, 102052, 2025. DOI: 10.1016/j.jup.2025.102052.

PAPKE, L. E.; WOOLDRIDGE, J. M. Econometric methods for fractional response variables with an application to 401(k) plan participation rates. Journal of Applied Econometrics, v. 11, n. 6, p. 619-632, 1996. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1255(199611)11:6<619::AID-JAE418>3.0.CO;2-1.

PIMENTEL, L. B.; MITERHOF, M. T. O financiamento dos serviços de água e esgoto: análise do passado recente (2016-2019) e desafios da diversificação de fontes para chegar à universalização. BNDES Setorial, v. 27, n. 53, p. 7-81, 2021.

S&P GLOBAL RATINGS. Standard & Poor's atribui rating preliminar 'brAA- (sf)' às cotas seniores do FIDC Compesa. São Paulo: S&P Global Ratings, 17 fev. 2014. Disponível em: https://www.spglobal.com/ratings/pt/regulatory/article/-/view/type/HTML2/id/1544637. Acesso em: 10 set. 2026.

SANTOS, G. R.; KUWAJIMA, J. I.; SANTANA, A. S. Regulação e investimento no setor de saneamento no Brasil: trajetórias, desafios e incertezas. Brasília, DF: Ipea, 2020. (Texto para Discussão, n. 2587).

SANTOS, G. R.; MENDES, A. T. Financiamento do saneamento básico no Brasil: a opção debêntures incentivadas. Brasília, DF: Ipea, 2024. 35 p. (Texto para Discussão, n. 2965). DOI: 10.38116/td2965-port.

TIROLE, J. The theory of corporate finance. Princeton: Princeton University Press, 2006.

WORLD BANK; INTERNATIONAL MONETARY FUND. PPP Fiscal Risk Assessment Model (PFRAM) 2.0: user manual. Washington, DC: World Bank; IMF, 2019.