



FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE)

SERVIÇO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

PIRACICABA — SEMAE

**ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO DA SOLUÇÃO CONSENSUAL DE REVISÃO
DO CONTRATO DE PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA Nº 48/2012 (V2)**

SEMAE / ÁGUAS DO MIRANTE S.A.

SÃO PAULO

JUNHO / 2026

SUMÁRIO EXECUTIVO

Este relatório apresenta uma Análise Custo-Benefício que avalia a vantajosidade econômica da Solução Consensual proposta para atualização do Contrato de Parceria Público-Privada nº 48/2012, celebrado entre o Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE) e a concessionária Águas do Mirante S.A.

Contexto. O Contrato de PPP nº 48/2012 passou por discussão motivada por demandas técnicas supervenientes (sobretudo a solução estrutural para o tratamento do lodo da ETA Luiz de Queiroz e a expansão de redes de esgotamento), no contexto da regularização ambiental exigida em juízo e da universalização prevista no Marco Legal do Saneamento. Diante desse quadro, SEMAE e Águas do Mirante S.A. negociaram uma Solução Consensual de atualização contratual, cuja vantajosidade econômica frente à alternativa de execução direta pelo Poder Público (Solução Separada) este relatório avalia.

Ponto de partida. A análise toma como base o estudo de vantajosidade conduzido pela GO Associados (Estudo Complementar de março de 2026), cujos valores foram reconstruídos e conferidos pela equipe da FIPE. Sob as premissas originais do estudo, a reconstrução reproduz os resultados publicados com diferença residual, atribuível a arredondamentos: a Solução Separada apresenta custo de R\$ 494 milhões e a Solução Consensual, de R\$ 366 milhões, configurando vantajosidade líquida de +R\$ 127,4 milhões.

Metodologia. A avaliação emprega Análise Custo-Benefício, tendo o Benefício Social Líquido (BSL), a diferença entre os custos sociais líquidos das duas alternativas, em valor presente líquido, como métrica-síntese. A estratégia analítica organiza-se em quatro níveis progressivos: a construção do cenário central, as sensibilidades determinísticas univariadas, a simulação estocástica de *Monte Carlo* e os testes de estresse paramétrico. Adota-se o ano 15 como ano-base efetivo e dezembro de 2025 como data de referência dos valores presentes.

Resultados. Sob a configuração paramétrica do cenário central, a Solução Consensual é economicamente preferível à Solução Separada por +R\$ 155,9 milhões em valor presente

líquido (a dezembro de 2025). A vantagem decorre do menor custo social da Solução Consensual (–R\$ 204,9 milhões) frente ao da Solução Separada (–R\$ 360,8 milhões): em ambas as alternativas o Poder Concedente incorre em custo líquido, mas aditar o contrato custa, em valor presente, menos do que internalizar diretamente as obras e serviços.

Cenário-Base. A partir desse ponto de partida, o cenário central é construído de forma progressiva e auditável, em quatro blocos sucessivos: (i) o estudo original da GO (+R\$ 127,4 milhões); (ii) o refinamento técnico das premissas de custo do lodo e do OPEX do sistema de esgotamento sanitário, que reduz o custo da Solução Separada (passando a +R\$ 8,6 milhões na vantajosidade acumulada); (iii) a incorporação do reequilíbrio parcial implicitamente absorvido pela concessionária, que reduz o custo da Solução Consensual (+R\$ 178,0 milhões na vantajosidade acumulada); e (iv) o ajuste do *cronograma* contratual, com o ano 15 adotado como ano-base efetivo. Consolidados os quatro blocos, a vantajosidade líquida da Solução Consensual fixa-se em +R\$ 155,9 milhões em valor presente líquido a dezembro de 2025, valor que serve de ponto central para as análises de sensibilidade, simulação estocástica e testes de estresse subsequentes.

Análise de sensibilidade determinística univariada. Sob variação isolada do parâmetro mais material (a TIR de referência do Modelo de Partida, no intervalo de 10,73% a 11,98%), a vantajosidade permanece positiva em toda a faixa, variando de +R\$ 46 milhões a +R\$ 338 milhões. O veredito é, portanto, estável sob qualquer sensibilidade univariada testada.

Testes de estresse paramétrico determinístico. Nos cenários determinísticos extremos, o BSL varia de –R\$ 195,6 milhões, no limite teórico pessimista (S8), a +R\$ 368,0 milhões, no limite otimista (S10). Como referência crítica intermediária, o cenário conservador regulatório (S9) resulta em –R\$ 51,3 milhões. A inversão de sinal só ocorre sob confluência simultânea de múltiplas premissas em direções desfavoráveis, de baixa probabilidade conjunta (inferior a 2% no cenário S9), o que delimita a fronteira de robustez do resultado.

Análise estocástica (*Monte Carlo*). Na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações), o BSL médio é de +R\$ 109,5 milhões (mediana de +R\$ 108,3 milhões), com probabilidade

de vantajosidade de aproximadamente 93%, VaR a 5% de –R\$ 9,3 milhões e CVaR a 5% de –R\$ 35,3 milhões. As três camadas de evidência, determinística, probabilística e de estresse paramétrico, convergem para o mesmo veredito de vantajosidade. O fator dominante da variabilidade é a TIR de referência do Modelo de Partida (cerca de 68% da variância), seguida do tratamento contábil do OPEX de Lodo (cerca de 15%).

Limitações. A análise restringe-se à dimensão econômica quantificável e adota a TIR consensual de 10,4386% (Anexo V do Aditivo) como dado, sem avaliar sua adequação técnica. Benefícios relevantes da Solução Consensual, ambientais, de expansão de redes, de modernização da gestão comercial e de redução de litígios, entram apenas pelo lado dos custos. Sua internalização elevaria a vantajosidade calculada, de modo que o BSL apurado deve ser lido como piso analítico da vantagem.

Conclusão. A análise conclui pela vantajosidade econômica da Solução Consensual frente à Solução Separada, com probabilidade de aproximadamente 93% no horizonte de incerteza modelado e magnitude esperada da vantagem entre R\$ 108 e R\$ 156 milhões em valor presente líquido a dezembro de 2025, e recomenda a sua celebração. Pode-se afirmar que a análise validou a base metodológica, os cálculos e as conclusões gerais do estudo de vantajosidade da GO Associados, tanto sob a dimensão quantitativa quanto qualitativa, incorporando refinamentos técnicos já identificados no processo regulatório.

Apêndices. O relatório é complementado por apêndices técnicos que detalham as premissas e parâmetros, a memória de cálculo do BSL, a reconciliação analítica com o estudo da GO Associados, a decomposição do reequilíbrio parcial, as sensibilidades estendidas, a especificação técnica da simulação de *Monte Carlo* e os resultados completos dos testes de estresse.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	CONTEXTO	11
2.1.	O Contrato de Parceria Público-Privada nº 48/2012	11
2.2.	Demandas técnicas supervenientes.....	12
2.3.	Marco normativo aplicável.....	13
2.4.	Trajectoria negocial e configuração da Solução Consensual	14
2.5.	A pergunta econômica que motiva a análise	15
3.	METODOLOGIA	17
3.1.	Análise Custo-Benefício e o Benefício Social Líquido como métrica-síntese.....	18
3.2.	Formalização do BSL e regra de decisão sob incerteza	19
3.3.	Definição das alternativas e horizonte de análise	21
3.4.	Convenção temporal: o ano 15 como ano-base efetivo	22
3.5.	Premissas determinísticas e variáveis estocásticas	23
3.6.	Estratégia analítica em quatro níveis	26
4.	RESULTADOS	28
4.1.	Construção do cenário base em quatro blocos progressivos	29
4.2.	Análise de sensibilidade determinística univariada	33
4.3.	Análise estocástica: simulação de <i>Monte Carlo</i>	37
4.4.	Testes de estresse paramétrico determinístico	44
4.5.	Síntese dos resultados	48
4.6.	Limitações reconhecidas da análise.....	48
4.7.	Reequilíbrio econômico-financeiro em extensões inferiores a 14 anos	50
4.8.	Sensibilidade da TIR à extensão do prazo contratual.....	53
5.	CONCLUSÃO	56
6.	APÊNDICES.....	58
6.1.	Apêndice A — Detalhamento das Premissas e Parâmetros.....	58
6.2.	Apêndice B — Memória de Cálculo do BSL síntese por faixas de anos	60
6.3.	Apêndice C — Reconciliação Analítica com o Estudo de Vantajosidade da GO Associados	62
6.4.	Apêndice D — Decomposição do Reequilíbrio Parcial	63
6.5.	Apêndice E — Sensibilidades Estendidas	64
6.6.	Apêndice F — Especificação Técnica da Simulação de <i>Monte Carlo</i>	67
6.7.	Apêndice G — Resultados Completos dos Testes de Estresse.....	69
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
7.1.	Marco normativo	72
7.2.	Documentos do processo regulatório.....	72
7.3.	Jurisprudência	73
7.4.	Literatura acadêmica e técnica.....	74

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ACB — Análise Custo-Benefício
BDI — Benefícios e Despesas Indiretas
BSL — Benefício Social Líquido
CAPEX — Despesas de Capital (Capital Expenditure)
CEPP — Centro de Estudos Público-Privado
CSL — Custo Social Líquido
CVaR — Valor em Risco Condicional (*Conditional Value at Risk*)
ETA — Estação de Tratamento de Água
FIPE — Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
IGP-M — Índice Geral de Preços — Mercado
INCC — Índice Nacional de Custo da Construção
IPCA — Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IRPJ/CSLL — Imposto de Renda da Pessoa Jurídica / Contribuição Social sobre o Lucro Líquido
MCID — Ministério das Cidades
NTN-B — Nota do Tesouro Nacional — série B
OPEX — Despesas Operacionais (Operational Expenditure)
PIS/COFINS — Programa de Integração Social / Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
PPP — Parceria Público-Privada
SEMAE — Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba
SES — Sistema de Esgotamento Sanitário
SINISA — Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico
STL — Sistema de Tratamento de Lodo
TAC — Termo de Ajustamento de Conduta
TCE-SP — Tribunal de Contas do Estado de São Paulo
TIR — Taxa Interna de Retorno
VaR — Valor em Risco (*Value at Risk*)
VPL — Valor Presente Líquido

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Premissas determinísticas do cenário central.....	23
Tabela 2. Variáveis estocásticas e respectivas distribuições	24
Tabela 3. Construção do cenário base: trajetória em quatro blocos (VPL em dez/2025, R\$ MM).....	32
Tabela 4. Sensibilidade do BSL à TIR de referência do Modelo de Partida	34
Tabela 5. Sensibilidade do BSL à taxa social de desconto	34
Tabela 6. Sensibilidade do BSL ao BDI público aplicado.....	35
Tabela 7. Sensibilidade do BSL ao tratamento do OPEX de Lodo	36
Tabela 8. Estatísticas descritivas da distribuição do BSL (<i>Monte Carlo</i> , 10.000 iterações)	38
Tabela 9. Quantis da distribuição do BSL	39
Tabela 10. Probabilidades de superação de limiares de vantajosidade.....	40
Tabela 11. Métricas de risco de cauda	41
Tabela 12. Contribuição dos parâmetros à variabilidade do BSL	42
Tabela 13. Estresse univariado nos extremos das distribuições	44
Tabela 14. Estresse combinado: cenários multivariados	45
Tabela 15. Ajuste tarifário necessário por prazo de extensão, sob as TIRs de 10,4386% e 11,2296%.....	51
Tabela 16. Sensibilidade da TIR à extensão do prazo contratual: ganho marginal decrescente por horizonte de prorrogação	54
Tabela 17. Premissas determinísticas do cenário central.....	59
Tabela 18. Variáveis estocásticas, distribuições e justificativas.....	60
Tabela 19. Componentes anuais da Solução Consensual, em R\$ MM em jan/2011	61
Tabela 20. Componentes anuais da Solução Separada, em R\$ MM em jan/2011.....	61
Tabela 21. Renúncia anual em função da TIR de referência (sem <i>gross-up</i> , jan/11).....	64
Tabela 22. Renúncia anual com <i>gross-up</i> , em função da TIR de referência (jan/11).....	64
Tabela 23. Sensibilidade do BSL à TIR de referência (relação convexa, com <i>gross-up</i>)	65
Tabela 24. Sensibilidade do BSL à taxa social de desconto	65
Tabela 25. Sensibilidade do BSL ao BDI público	66
Tabela 26. Sensibilidade ao tratamento do OPEX de Lodo.....	67
Tabela 27. Estresse univariado nos extremos das distribuições	69
Tabela 28. Cenários combinados	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxo líquido anual da Solução Consensual em valor presente (R\$ MM em dez/2025)	33
Figura 2. Tornado de sensibilidade do BSL aos fatores univariados (P10 ↔ P90).....	33
Figura 3. Distribuição empírica do BSL — Histograma (10.000 iterações <i>Monte Carlo</i>).....	39
Figura 4. Quantis empíricos do BSL.....	40
Figura 5. Função de Distribuição Acumulada empírica do BSL (CDF).....	42
Figura 6. Contribuição relativa dos fatores à variância do BSL	43
Figura 7. Dispersão BSL × TIR de referência	43
Figura 8. Testes de estresse — BSL por cenário	46
Figura 9. Decomposição em cascata: cenário central → estresse agregado S7.....	47
Figura 10. Curva de equivalência: ajuste tarifário por anos de extensão (TIR fixa em 11,2296%)	52
Figura 11. Sensibilidade da TIR à extensão do prazo contratual.....	54

1. INTRODUÇÃO

Este relatório tem por objeto a avaliação econômica da Solução Consensual proposta para atualização do Contrato de Parceria Público-Privada nº 48/2012, celebrado entre o Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE) e a concessionária Águas do Mirante S.A., no contexto da incorporação superveniente de obrigações contratuais relativas à implantação do Sistema de Tratamento de Lodo (STL) na Estação de Tratamento de Água Luiz de Queiroz e à expansão da rede de esgotamento sanitário.

A **Solução Consensual** configura-se como arranjo contratual que combina extensão do prazo da concessão em quatorze anos, desconto de 4,80% sobre o Preço de Referência da contraprestação durante o período remanescente do contrato original e contraprestação adicional durante os anos de extensão, calculado pelo modelo de Fluxo de Caixa Original (FCO) com Taxa Interna de Retorno (TIR) de 10,4386%. O arranjo alternativo, designado **Solução Separada**, corresponde ao cenário contrafactual em que o Poder Concedente, optando por não celebrar o Aditivo, internalizaria diretamente, via contratação pública direta ou licitação na forma da Lei nº 14.133/2021, as obrigações que seriam assumidas pela concessionária no âmbito da Solução Consensual.

Pergunta de pesquisa. A **pergunta econômica** que esta análise busca responder é: a Solução Consensual proposta apresenta vantajosidade econômica frente à Solução Separada, sob a perspectiva do Poder Concedente, no horizonte de planejamento do contrato e considerando as incertezas paramétricas materiais ao processo de decisão? A resposta envolve três dimensões analíticas complementares: a magnitude esperada da vantagem em termos de valor presente líquido sob configuração paramétrica central; a probabilidade de vantajosidade econômica sob distribuições estocásticas das variáveis incertas; e a robustez do veredito sob testes de estresse paramétrico.

Escopo e limites da Análise. A análise restringe-se à **dimensão econômica** da comparação entre as duas alternativas, em conformidade com o conceito do Benefício

Social Líquido (BSL)¹ como métrica-síntese da Análise Custo-Benefício com tratamento estocástico de incertezas² para renegociações de concessões e Parcerias Público-Privadas no contexto brasileiro³.

Dimensões fora do escopo. A análise não examina (i) a adequação jurídica formal da proposta, matéria de competência dos pareceres jurídicos do processo; (ii) o mérito técnico das obras incorporadas, analisado em camadas técnicas especializadas; (iii) a adequação do parâmetro técnico de reequilíbrio em si (TIR consensuada de 10,4386% e TIR de referência do Modelo de Partida), adota-se a TIR consensuada como dado e avalia-se a vantajosidade incremental do arranjo institucional decorrente; (iv) as dimensões qualitativas da vantajosidade institucional (redução de riscos de descontinuidade, mitigação de passivos ambientais, aceleração da universalização) que demandam análise multicritério complementar.

Organização do relatório. Para cumprir com o objetivo proposto, o relatório está estruturado em sete partes principais.

- **Seção 1. Introdução.** Trata-se da presente seção, que apresenta o objeto e o objetivo da análise, delimita seu escopo e seus limites, formula a pergunta econômica que a motiva e expõe a organização do relatório.
- **Seção 2. Contexto.** Apresenta o contexto contratual e regulatório da Solução Consensual, descrevendo o Contrato de PPP nº 48/2012 em sua configuração original, as demandas técnicas supervenientes que motivaram o processo de revisão extraordinária, o marco normativo aplicável e a trajetória negocial que resultou na proposta consensual.

¹ Benefício Social Líquido (BSL): métrica-síntese da Análise Custo-Benefício, definida como a diferença entre os custos sociais em valor presente das duas alternativas comparadas. Um BSL positivo indica que a Solução Consensual impõe menor custo social ao Poder Concedente do que a Solução Separada, sendo, portanto, a alternativa economicamente preferível.

² Tratamento estocástico de incertezas: abordagem em que os parâmetros incertos do modelo não são fixados em um único valor, mas representados por distribuições de probabilidade. Por meio de simulação (no caso, Monte Carlo), geram-se milhares de cenários que produzem uma distribuição de resultados possíveis para o Benefício Social Líquido, permitindo quantificar não apenas o valor central esperado, mas também a probabilidade de cada desfecho e o risco associado.

³ Adota-se como referência metodológica a proposta de Assumpção Silva, Caio and Cavalcante Filho, Elias and Figueiroa, Caio and Gregorini, Matheus and Sande, Felipe, UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DE VANTAJOSIDADE EM RENEGOCIAÇÃO DE CONCESSÕES EM CENÁRIO DE INCERTEZAS (A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR ASSESSING ADVANTAGE IN THE RENEGOTIATION OF CONCESSIONS UNDER UNCERTAINTY) (October 02, 2025). Disponível em: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5556898>.

- **Seção 3. Metodologia.** Detalha a metodologia da Análise Custo-Benefício, formalizando o conceito do Benefício Social Líquido, definindo as alternativas e o horizonte temporal, explicitando a convenção temporal adotada e listando as premissas determinísticas e variáveis estocásticas relevantes.
- **Seção 4. Resultados.** Apresenta os resultados em quatro blocos: a construção progressiva do cenário central, as sensibilidades determinísticas univariadas, a simulação de *Monte Carlo* e os testes de estresse paramétrico, a síntese dos resultados e as limitações reconhecidas.
- **Seção 5. Conclusão.** Apresenta a conclusão, com a recomendação econômica e as implicações regulatórias;
- **Seção 6. Apêndices.** Reúne os apêndices técnicos que detalham as premissas e parâmetros, a memória de cálculo do BSL ano a ano, a reconciliação analítica com o estudo de vantajosidade da consultoria GO Associados, a decomposição do reequilíbrio parcial, as sensibilidades estendidas, a especificação técnica da simulação de *Monte Carlo* e os resultados completos dos testes de estresse.
- **Seção 7. Referências Bibliográficas.** Reúne o marco normativo, os documentos do processo regulatório, a jurisprudência e a literatura acadêmica e técnica que fundamentam a análise.

2. CONTEXTO

Esta seção estabelece o contexto fático, normativo e negocial da Solução Consensual: o Contrato de Parceria Público-Privada nº 48/2012 em sua configuração original, as demandas técnicas supervenientes que motivaram a revisão extraordinária, o marco normativo aplicável e a trajetória negocial que conduziu à proposta. Não se avalia o mérito econômico das alternativas (objeto das Seções 3 e 4), mas delimitam-se o objeto contratual, as obrigações em discussão e o arranjo resultante.

Para cumprir com o objetivo proposto, a seção se organiza da seguinte forma:

- **Subseção 2.1. O Contrato de Parceria Público-Privada nº 48/2012.** Descreve o desenho original do Contrato de PPP nº 48/2012 e sua trajetória contratual até o cenário regulatório imediato.
- **Subseção 2.2. Demandas técnicas supervenientes.** Detalha as demandas técnicas supervenientes: tratamento de lodo, expansão de redes, modernização da gestão comercial e operação em Núcleos de Interesse Social.
- **Subseção 2.3. Marco normativo aplicável.** Sistematiza o marco normativo aplicável e as bases contratuais do reequilíbrio econômico-financeiro.
- **Subseção 2.4. Trajetória negocial e configuração da Solução Consensual.** Reconstrói a trajetória negocial e a configuração dos quatro elementos da Solução Consensual.
- **Subseção 2.5. A pergunta econômica que motiva a análise.** Formula a pergunta econômica, a troca intertemporal, que motiva a análise.

2.1. O Contrato de Parceria Público-Privada nº 48/2012

Desenho original. O Contrato de PPP nº 48/2012, celebrado em 1º de julho de 2012 entre o Município de Piracicaba, por meio do SEMAE, e a concessionária Águas do Mirante S.A., estabelece concessão administrativa de serviços de esgotamento sanitário, com prazo de 30 anos e remuneração por contraprestação pública mensal calibrada para Taxa Interna de Retorno (TIR) de 11,98%, sob a perspectiva da concessionária. A convenção

de ano contratual é de julho a junho, com data-base dos fluxos em janeiro de 2011 e reajuste anual pela Fórmula Paramétrica do contrato⁴.

2.2. Demandas técnicas supervenientes

Sistema de Tratamento de Lodo (STL) na ETA Luiz de Queiroz. Durante a operação da ETA Luiz de Queiroz I e II, equipamento de tratamento de água sob responsabilidade do SEMAE, identifica-se passivo ambiental decorrente do descarte inadequado dos resíduos sólidos (lodo) gerados nas etapas de coagulação, floculação, decantação e lavagem de filtros. A ausência de sistema estruturado de tratamento e destinação ambientalmente adequada do lodo configura desconformidade objeto de ação civil pública e de termo de ajustamento de conduta vigentes, com implicações de natureza ambiental, sanitária e regulatória.⁵ A implantação de Sistema de Tratamento de Lodo em caráter permanente passa a ser elemento prioritário de regularização ambiental do Município, formalmente comunicada pelo Ofício 119/2025/PPP, exarado conjuntamente pelo Município de Piracicaba e pelo SEMAE.

Expansão da rede de esgotamento sanitário. O contrato original previa investimentos em redes de esgotamento sanitário com diâmetro até 150 mm. Ao longo da operação, identificou-se necessidade de implantação e substituição de redes públicas e coletores superiores a 150 mm de diâmetro, obras essenciais para a redução de extravasamentos de esgotos no Município⁶ e para o atendimento ao crescimento vegetativo da população em conformidade com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Piracicaba. A obrigação de execução dessas obras, anteriormente atribuída ao SEMAE, é objeto de proposta de transferência à concessionária no âmbito da Solução Consensual.

Modernização da gestão comercial. As atividades de gestão comercial (atualização e manutenção do cadastro de usuários, substituição, aferição e manutenção de hidrômetros, identificação e combate a fraudes) encontram-se compreendidas no escopo contratual da

⁴ A Fórmula Paramétrica de reajuste tarifário do contrato compõe-se de IPCA, IGP-M, INCC e variação tarifária da energia elétrica, com aplicação em janeiro de cada ano.

⁵ Ação Civil Pública nº 1028356-56.2024.8.26.0451 e Termo de Ajustamento de Conduta nº 22/2019.

⁶ Foram registrados 7.801 eventos de extravasamento em 2024 e 6.653 em 2025, conforme informações declaradas pelo SEMAE via Sistema SONAR.

concessão original. A Solução Consensual contempla, no contexto da revisão consensual, a reafirmação e o aperfeiçoamento operacional dessas atividades, com efeito esperado de redução do índice de perdas comerciais, atualmente superior a 50%, em consonância com as metas setoriais aplicáveis. Por já se encontrar no escopo do contrato vigente, a atividade não é contabilizada como economia diferencial atribuível à Solução Consensual no fluxo da presente análise.⁷

Operação do saneamento em Núcleos de Interesse Social. A proposta consensual contempla a assunção, pela concessionária, da operação do sistema de saneamento em áreas de Núcleos de Interesse Social, preservando-se a responsabilidade do Município pelas obras de regularização fundiária e pela execução das ligações prediais, e do SEMAE pela emissão das respectivas certidões de viabilidade técnica. O arranjo busca compatibilizar a universalização do serviço com a estrutura institucional originalmente prevista para a regularização fundiária urbana.

2.3. Marco normativo aplicável

A análise da Solução Consensual transcorre no quadro normativo definido pela Lei nº 11.079/2004, que disciplina a contratação de Parcerias Público-Privadas no âmbito da administração pública; pela Lei nº 11.445/2007, com as alterações promovidas pela Lei nº 14.026/2020, que estabelece o Marco Legal do Saneamento Básico; e pela Lei nº 14.133/2021, que disciplina a contratação pública direta nas hipóteses em que a alternativa à Solução Consensual exigiria licitação pública.

No plano contratual, a Cláusula 15.2 do Contrato de PPP nº 48/2012 prevê as hipóteses de direito ao reequilíbrio econômico-financeiro e a Cláusula 15.4 dispõe sobre os mecanismos para sua recomposição⁸. A Solução Consensual utiliza primordialmente a

⁷ Índice de perdas comerciais superior a 50% segundo dados declarados ao SINISA referentes a 2024. A meta de redução para 25% até 2033 é estabelecida pela Portaria MCID nº 788/2024 e pelas Normas de Referência da ANA aplicáveis ao setor.

⁸ A Cláusula 15.2 prevê o direito ao reequilíbrio com particular incidência das alíneas i (modificação do contrato com alteração significativa dos custos ou da receita) e v (fato ou ato do contratante que altere substancialmente os pressupostos das projeções financeiras). A Cláusula 15.4 prevê quatro mecanismos de recomposição: prorrogação ou redução do prazo; revisão do Preço de Referência da contraprestação; adequação do cronograma de investimentos; e indenização direta entre as partes.

prorrogação do prazo, complementada pela revisão do Preço de Referência por meio do desconto de 4,80%.

Complementam o quadro normativo a jurisprudência do Tribunal de Contas (com destaque para o Acórdão TCE-SP nº 13777.989.17-9, que valida o BDI de 28,32% da Sabesp como referência de contratação pública direta no saneamento) e a literatura sobre regulação econômica de contratos de infraestrutura de longo prazo.

2.4. Trajetória negocial e configuração da Solução Consensual

Trajetória de formalização. A trajetória negocial que conduziu à Solução Consensual envolveu sucessivos Termos de Anuência entre as partes e Ofícios conjuntos do Município de Piracicaba e do SEMAE, que constituíram medidas de colaboração pontuais, as quais serviram para refinar o escopo da proposta e compatibilizar os investimentos pretendidos com a capacidade de pagamento do Poder Concedente da presente Solução Consensual.⁹

Estudos econômico-financeiros prévios. A proposta consensual encontra-se instruída por estudos prévios das partes (o Relatório Econômico-Financeiro e o Estudo de Vantajosidade Técnica e Econômica da consultoria GO Associados) e pelo Estudo Complementar de março de 2026. Esses estudos compõem a base do processo regulatório e são o ponto de partida da reconstrução analítica realizada nesta Análise Custo-Benefício independente.

Configuração da Solução Consensual. A Solução Consensual proposta combina quatro elementos contratuais. O primeiro é a extensão do prazo da concessão em quatorze anos, passando o horizonte contratual de 30 para 44 anos. O segundo é a contraprestação adicional paga pelo SEMAE à concessionária durante os 14 anos de extensão (anos 31 a 44), calibrada para Taxa Interna de Retorno de 10,4386%, inferior à TIR de 11,23% adotada como referência do Modelo de Partida. O terceiro é o reconhecimento, pelo Poder

⁹ Termo de Anuência nº 01/2024 (anuência de SEMAE e Águas do Mirante com a execução de serviços de lodo no escopo da PPP); Termo de Anuência nº 04/2024 (consolidação da inserção dos serviços no ambiente contratual da concessão); Termo Aditivo nº 01/2025 ao Termo de Anuência nº 04/2024 (operação em regime contínuo, 24 horas por dia, para retirada, tratamento e destinação final do lodo remanescente); Termo de Anuência nº 02/2025 (remoção completa do lodo acondicionado em 18 bags no entorno das ETAs Luiz de Queiroz I e II); e Ofícios 119/2025/PPP e 182/2025/PPP.

Concedente, dos investimentos correspondentes aos novos escopos contratuais: implantação e operação do Sistema de Tratamento de Lodo, expansão de redes e coletores superiores a 150 mm, operação do sistema de saneamento em Núcleos de Interesse Social, modernização da gestão comercial e desativação de fossas filtro sem licenciamento ambiental. O quarto é o desconto de 4,80% sobre o Preço de Referência da contraprestação durante o período remanescente do contrato original, com efeito caixa a partir de 1º de julho de 2026 (ano contratual 15).

Natureza do desconto de 4,80%. O desconto de 4,80% sobre o Preço de Referência não integra originalmente o conjunto de medidas de reequilíbrio econômico-financeiro do contrato. A medida foi pactuada de forma superveniente entre as partes durante a evolução das tratativas, conforme formalizado no Ofício nº 76/2026/PPP - AMICC-JUR-2026/0000087 (Protocolo 612/2026), de 29 de abril de 2026¹⁰. Trata-se, portanto, de ajuste consensual entre as partes na construção do arranjo global, e não de invocação dos mecanismos formais de recomposição do equilíbrio econômico-financeiro previstos na Cláusula 15.4 do Contrato.

2.5. A pergunta econômica que motiva a análise

A configuração descrita posiciona o Poder Concedente diante de uma decisão econômica de natureza intertemporal: assumir compromisso de contraprestação adicional ao longo dos quatorze anos de extensão da concessão (custo futuro distribuído entre 2042 e 2056) em troca de captação imediata e contínua dos benefícios contratuais da Solução Consensual durante a vigência remanescente do contrato original (benefícios distribuídos entre 2026 e 2042). A decisão é qualitativamente distinta da alternativa contrafactual, em que o Poder Concedente assumiria diretamente os custos de internalização das obras e da operação dos sistemas envolvidos, com perfil temporal próprio.

¹⁰ Nos seguintes termos: "Supervenientemente, no curso das tratativas mantidas entre as Partes durante a evolução da presente instrução, foi pactuada a incorporação ao fluxo econômico-financeiro da premissa de redução tarifária de 4,80% a partir de 01/07/2026, medida consensualmente ajustada como elemento adicional da solução global em construção".



A questão central é, portanto, se a troca intertemporal proposta pela Solução Consensual é economicamente vantajosa para o Poder Concedente, pergunta que a Introdução formaliza e cujas evidências as seções subsequentes desenvolvem.

3. METODOLOGIA

Esta seção estabelece o instrumental analítico empregado para responder à pergunta econômica formulada na Seção 2. Adota-se a Análise Custo-Benefício, tendo o Benefício Social Líquido (BSL) como métrica-síntese, e trata-se a incerteza paramétrica de forma explícita por meio de simulação de *Monte Carlo* e de testes de estresse. O objetivo é deixar transparentes as alternativas comparadas, o horizonte e as convenções temporais, as premissas determinísticas e as variáveis estocásticas, bem como a estratégia analítica que organiza os resultados apresentados na Seção 4.

Para cumprir com o objetivo proposto, a seção se organiza da seguinte forma:

- **Subseção 3.1. Análise Custo-Benefício e o Benefício Social Líquido como métrica-síntese.** Apresenta a Análise Custo-Benefício e o conceito do BSL como métrica-síntese.
- **Subseção 3.2. Formalização do BSL e regra de decisão sob incerteza.** Formaliza o BSL e a regra de decisão sob incerteza, complementada por métricas de risco.
- **Subseção 3.3. Definição das alternativas e horizonte de análise.** Define as duas alternativas (Solução Separada e Solução Consensual) e o horizonte de análise.
- **Subseção 3.4. Convenção temporal: o ano 15 como ano-base efetivo.** Explicita a convenção temporal que adota o ano 15 como ano-base efetivo.
- **Subseção 3.5. Premissas determinísticas e variáveis estocásticas.** Detalha as premissas determinísticas do cenário central e a especificação das sete variáveis estocásticas.
- **Subseção 3.6. Estratégia analítica em quatro níveis.** Descreve a estratégia analítica em quatro níveis (cenário base, sensibilidades univariadas, simulação de *Monte Carlo* e testes de estresse) e os critérios de robustez adotados.

3.1. Análise Custo-Benefício e o Benefício Social Líquido como métrica-síntese

Fundamento conceitual. A Análise Custo-Benefício (ACB), em sua formulação clássica¹¹, estrutura-se na identificação e quantificação dos custos e benefícios sociais atribuíveis a cada alternativa de política ou projeto, convertidos em valor presente por meio de uma taxa social de desconto¹². A alternativa de maior resultado líquido é considerada a mais eficiente sob o ponto de vista econômico (Harberger, 1972)¹³. A ACB tem sido amplamente empregada na avaliação de investimentos em infraestrutura e, mais recentemente, na comparação de arranjos contratuais em concessões e parcerias público-privadas, com destaque para o conceito de *Value for Money* (VfM), adotado em diversas jurisdições para subsidiar a decisão sobre estruturas contratuais (Godinho e Dias, 2012; Kumar et al., 2017)¹⁴.

Limitação determinística e abordagem estocástica. Em contratos de longa duração e alta incerteza, a ACB clássica determinística enfrenta limitações relevantes: os fluxos de custos e benefícios são sensíveis a premissas que podem variar substancialmente ao longo de horizontes de 30 ou mais anos. A literatura contemporânea tem avançado na incorporação de técnicas estocásticas, notadamente simulação de *Monte Carlo*, para estimar distribuições de resultados esperados sob diferentes cenários de incerteza (Liang e Hu, 2017; Salci e Jenkins, 2016)¹⁵. Essa abordagem permite não apenas comparar valores esperados, mas também avaliar a dispersão, os riscos de cauda e a dominância estocástica entre alternativas.

Referencial normativo. A proposta metodológica de Assumpção Silva e colaboradores (2025)¹⁶, desenvolvida no Centro de Estudos Público-Privado da FIPE (CEPP),

¹¹ MISHAN, E. J.; QUAH, E. Cost-Benefit Analysis. 5. ed. London: Routledge, 2007; BOARDMAN, A. E.; GREENBERG, D. H.; VINING, A. R.; WEIMER, D. L. Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice. 5. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

¹² Taxa social de desconto: taxa utilizada para trazer a valor presente custos e benefícios futuros de projetos de interesse público. Reflete o custo de oportunidade dos recursos ao longo do tempo; quanto maior a taxa, menor o peso atribuído a valores distantes no futuro. Adota-se aqui 6,85% ao ano, referenciada na NTN-B 2055.

¹³ HARBERGER, A. C. Project Evaluation: Collected Papers. London: Macmillan, 1972.

¹⁴ GODINHO, P.; DIAS, J. Value for Money assessment and risk analysis in public-private partnerships. International Journal of Public Sector Management, v. 25, n. 6/7, p. 537-556, 2012; KUMAR, L.; JINDAL, A.; VELAGA, N. R. Financial risk assessment and modelling of PPP based Indian highway infrastructure projects. Transport Policy, v. 62, p. 2-11, 2017.

¹⁵ LIANG, X.; HU, J. Monte Carlo simulation in PPP-VfM analysis. Journal of Risk and Financial Management, v. 10, n. 4, p. 1-23, 2017; SALCI, S.; JENKINS, G. P. Stochastic Cost-Benefit Analysis for Urban Water Supply Projects. Development Discussion Paper, Cambridge Resources International, 2016.

¹⁶ ASSUMPÇÃO SILVA, C. et al. Análise Custo-Benefício sob Incerteza em Renegociações de Concessões e Parcerias Público-Privadas no Brasil. Centro de Estudos Público-Privado (CEPP), Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), 2025.

sistematiza essa abordagem para o contexto específico de renegociações de concessões e PPPs no Brasil. A metodologia compara alternativas mutuamente excludentes (renegociar, rellicitar, executar diretamente) com base no Benefício Social Líquido (BSL), empregando simulação de *Monte Carlo* e critérios de dominância estocástica para apoiar a decisão sob incerteza. A presente análise adota integralmente esse referencial, adaptando-o às especificidades do Contrato de PPP nº 48/2012.

Conceito do BSL. O Benefício Social Líquido (BSL) é a métrica-síntese da ACB que agrega, em valor presente, os fluxos de benefícios e custos sociais atribuíveis a cada alternativa ao longo do horizonte de análise. A alternativa com maior BSL esperado é a que maximiza o retorno social líquido dos recursos comprometidos. Formalmente, o BSL corresponde à diferença entre os valores presentes dos benefícios e dos custos, descontados à taxa social de desconto.

Métrica comparativa. No contexto desta análise, o BSL é empregado como métrica comparativa entre as duas alternativas (Solução Consensual e Solução Separada). A grandeza relevante é o diferencial $\Delta BSL = BSL(\text{Consensual}) - BSL(\text{Separada})$, que captura exclusivamente o custo-benefício incremental de cada arranjo institucional, abstraindo elementos comuns às duas alternativas (notadamente a contraprestação original da PPP nos anos remanescentes do contrato).

3.2. Formalização do BSL e regra de decisão sob incerteza

Equação do BSL. Seja $x_i \in X$ uma alternativa do conjunto $X = \{x_1, x_2\}$ de cenários mutuamente excludentes (Solução Separada e Solução Consensual), e ω uma realização das incertezas subjacentes. O Benefício Social Líquido do cenário x_i é dado por:

Equação 1 — Benefício Social Líquido

$$BSL(x_i, \omega) = \sum_{t=0}^T [B_t(x_i, \omega) - C_t(x_i, \omega)] / (1 + r)^t$$

onde B_t e C_t são os fluxos de benefícios e custos sociais no período t , T é o horizonte de análise¹⁷ e $r = 6,85\%$ é a taxa social de desconto.

Dependência estocástica. Na presente análise, os custos e benefícios são funções estocásticas de variáveis cuja incerteza é tratada explicitamente: a taxa interna de retorno do reequilíbrio parcial, a taxa social de desconto, o BDI público aplicável na alternativa de contratação separada, a massa de lodo a ser tratada, o multiplicador paramétrico dos custos operacionais pós-extensão e o tratamento contábil do OPEX e do CAPEX de tratamento de lodo. O BSL resultante é, portanto, uma variável aleatória cuja distribuição é estimada por simulação de *Monte Carlo*.

Regra de escolha neutra ao risco. A escolha ótima sob incerteza, no caso neutro ao risco, corresponde ao cenário que maximiza o valor esperado do BSL:

Equação 2 — Critério de escolha sob incerteza

$$x^* = \operatorname{argmax}_{x_i \in X} E_{\omega} [BSL(x_i, \omega)]$$

Complementação por métricas de risco. Em situações de incerteza relevante, a regra de maximização do BSL esperado é complementada por ferramentas analíticas que permitem ao decisor avaliar a robustez do resultado (Assumpção Silva et al., 2025)¹⁸: (i) probabilidade de vantajosidade, $P(BSL > 0)$, como medida de sinal-veredito; (ii) métricas de cauda, *Value at Risk* (VaR) e *Conditional Value at Risk* (CVaR ou *Expected Shortfall*), que quantificam o risco de perda nos cenários mais adversos; (iii) análise da contribuição de cada parâmetro à variabilidade do BSL, identificando o fator dominante para fins de monitoramento regulatório.

¹⁷ Adota-se $T = 30$, correspondente aos anos contratuais 14 a 44 (31 períodos anuais, com t variando de 0 a 30). O ano 14 ($t = 0$) é o ano-base de referência dos fluxos, conforme a convenção temporal detalhada na Subseção 3.4.

¹⁸ ASSUMPÇÃO SILVA, C. et al. Análise Custo-Benefício sob Incerteza em Renegociações de Concessões e Parcerias Público-Privadas no Brasil. Centro de Estudos Público-Privado (CEPP), Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), 2025.

3.3. Definição das alternativas e horizonte de análise

Definição das alternativas. A análise compara duas alternativas mutuamente excludentes à disposição do Poder Concedente, definidas a seguir, e adota um horizonte temporal comum que assegura a comparabilidade dos fluxos econômicos.

- **Alternativa 1 — Solução Separada (Não Aditar).** Cenário contrafactual em que o Poder Concedente, optando por não celebrar o Aditivo, deve internalizar diretamente, via contratação pública direta ou licitação na forma da Lei nº 14.133/2021, as obrigações que seriam assumidas pela concessionária no âmbito da Solução Consensual. Os fluxos econômicos compreendem cinco componentes: (i) CAPEX de Redes de esgotamento sanitário; (ii) CAPEX de implantação do Sistema de Tratamento de Lodo (STL); (iii) OPEX anual do STL; (iv) CAPEX do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) nos anos posteriores ao término da PPP original; e (v) OPEX do SES nos mesmos anos.
- **Alternativa 2 — Solução Consensual (Aditar).** Cenário em que o Poder Concedente celebra o Aditivo Contratual com a concessionária, configurando: (i) extensão do prazo contratual em 14 anos; (ii) desconto de 4,80% sobre o Preço de Referência da contraprestação durante os anos remanescentes do contrato original (anos 15 a 30); (iii) economia operacional para o SEMAE decorrente da assunção, pela concessionária, dos custos de hidrometria; (iv) reequilíbrio parcial implícito, correspondente à renúncia da concessionária à TIR do Modelo de Partida (11,23%) em favor da TIR consensuada de 10,4386%; e (v) contraprestação adicional paga pelo SEMAE à concessionária durante os 14 anos de extensão (anos 31 a 44).

Horizonte temporal. A análise adota horizonte de 31 anos contratuais, compreendendo os anos 14 a 44 da concessão. O ano 14 (julho de 2025 a junho de 2026) é o ano contratual em curso na data do estudo. O ano 30 (julho de 2041 a junho de 2042) corresponde ao término originalmente pactuado da PPP. O ano 44 (julho de 2055 a junho de 2056) corresponde ao término sob o cenário de extensão contratual da Solução Consensual. O

horizonte espelha o utilizado pelos estudos prévios do processo, garantindo comparabilidade dos resultados.

Exclusão da contraprestação original. A contraprestação pública remanescente do contrato original (anos 14 a 30) é comum às duas alternativas, pois em ambos os cenários o SEMAE permanece obrigado ao pagamento mensal contratado em 2012 durante a vigência da PPP original. Sua inclusão simétrica no fluxo de cada alternativa cancela-se no cálculo do Δ BSL, motivo pelo qual é excluída do perímetro de análise, em conformidade com a convenção metodológica adotada pelos estudos econômico-financeiros prévios do processo.

3.4. Convenção temporal: o ano 15 como ano-base efetivo

Diagnóstico. O cronograma econômico-financeiro adotado nos estudos prévios do processo regulatório posicionou o início dos fluxos diferenciais entre as alternativas no ano contratual 14 (julho de 2025 a junho de 2026). Esta convenção apresenta uma imprecisão metodológica em relação ao desenho contratual da Solução Consensual: o Aditivo entra em vigor a partir de julho de 2026, início do ano contratual 15, em conformidade com o cronograma de aplicação dos reajustes tarifários previstos no contrato original (cláusula de reajuste em janeiro, com revisão tarifária na linha do calendário regulatório). O Anexo V do Aditivo, na configuração do Preço de Referência ano a ano, materializa essa convenção: a redução de 4,80% no Preço de Referência aparece no ano contratual 15 (com Preço de R\$ 1,3804/m³, equivalente a R\$ 1,45/m³ $\times$ (1 – 4,80%)), enquanto o ano 14 mantém o Preço cheio de R\$ 1,45/m³.

Implicação metodológica. A presente análise adota o **ano contratual 15** como ano-base efetivo dos fluxos diferenciais. No ano 14, nenhum dos componentes da Solução Consensual ou da Solução Separada se materializa: o Aditivo não está em vigor (não há desconto sobre o Preço de Referência, não há renúncia implícita à TIR de referência); e na alternativa de contratação separada, nenhuma obra ou serviço terá sido executado (não há CAPEX de Redes, não há CAPEX nem OPEX de Lodo). Em conformidade com essa convenção, os cronogramas de investimentos da Solução Separada são deslocados em um ano à frente: CAPEX de Redes nos anos 15 a 22 (preservando os oito anos de cronograma

físico), CAPEX de Lodo nos anos 15 a 16, OPEX de Lodo nos anos 17 a 44; e a economia da gestão comercial e o desconto sobre o Preço de Referência da Solução Consensual passam a vigorar dos anos 15 a 30.

Reconhecimento contábil dos reequilíbrios. O reequilíbrio parcial implícito, decorrente da aceitação pela concessionária da TIR de 10,4386%, inferior à TIR de 11,23% do Modelo de Partida, ingressa no fluxo da Solução Consensual no horizonte integral do contrato aditado (anos 15 a 44), uma vez que a renúncia se materializa formalmente com a assinatura do Aditivo e se mantém pela vigência da extensão contratual. A contraprestação adicional, paga pelo SEMAE durante os 14 anos de extensão (anos 31 a 44), preserva o cronograma originalmente pactuado.

3.5. Premissas determinísticas e variáveis estocásticas

Convenções metodológicas adotadas. Os fluxos econômicos são expressos em valor presente líquido na data-base de dezembro de 2025, com conversão a partir de valores nominais em janeiro de 2011 pela aplicação da Fórmula Paramétrica do contrato (fator multiplicador 2,4803). A taxa social de desconto adotada é de 6,85% ao ano, correspondente à média da NTN-B com vencimento em 2055 negociada entre 2021 e 2025. O horizonte temporal de análise é de 31 anos contratuais, compreendendo os anos 14 a 44 da concessão (julho de 2025 a julho de 2056). A contraprestação original da PPP nos anos remanescentes do contrato (anos 14 a 30) é excluída do perímetro de análise por neutralidade entre alternativas.

O cenário-base adota a configuração mostrada na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Premissas determinísticas do cenário central

Parâmetro	Valor
Taxa social de desconto	6,85% a.a.
Horizonte de análise	31 anos (jul/2025 a jul/2056)
Conversão de valores (jan/2011 → dez/2025)	2,4803 (Fórmula Paramétrica)
Desconto sobre o Preço de Referência	4,80%
TIR de referência do Modelo de Partida	11,23%
Aplicação de <i>gross-up</i> tributário	Sim (fator 1,6696)

Parâmetro	Valor
BDI público aplicado	28,32% (referência TCE-SP)
BDI da concessionária (orçamento Alvarez e Marsal)	9%
Massa de lodo a tratar (refinada)	919 t/ano
Custo unitário do tratamento de lodo	R\$ 2.262/t (refinado)

Elaboração: Equipe Fipe com base nas premissas e fontes documentais do processo regulatório.

Taxa social de desconto. Adota-se 6,85% como média da NTN-B com vencimento em 2055 negociada entre 2021 e 2025, conforme convenção dos estudos econômico-financeiros prévios do processo. Em conformidade com a literatura sobre desconto social em contratos de longo prazo (Stern, 2007; Arrow et al., 2014)¹⁹, a taxa reflete um indexador observável de baixo risco em horizonte equivalente ao da análise.

Conversão entre datas-bases. Os valores nominais do orçamento original do contrato encontram-se na data-base de janeiro de 2011 (data de referência da Proposta Comercial original). A conversão para a data-base de dezembro de 2025, referência canônica dos estudos econômico-financeiros do processo, utiliza o fator 2,4803, derivado da Fórmula Paramétrica de reajuste tarifário do contrato (composição ponderada de IPCA, IGP-M, INCC e variação tarifária da energia elétrica).

Variáveis estocásticas. A simulação de *Monte Carlo* trata sete variáveis como estocásticas, com as seguintes distribuições da Tabela 2:

Tabela 2. Variáveis estocásticas e respectivas distribuições

Variável	Distribuição	Parâmetros
TIR de referência do Modelo de Partida	Triangular	10,73% / 11,23% / 11,98%
Taxa social de desconto	Triangular	5,50% / 6,85% / 8,50%
BDI público aplicado	Triangular	0% / 9% / 28,32%
Massa de lodo	Uniforme	919 t / 1.500 t
Multiplicador CAPEX/OPEX SES pós-extensão	Triangular	0,80 / 1,00 / 1,20
OPEX Lodo coberto pela tarifa da concessão	Binária	P = 30%
CAPEX de Lodo coberto pela tarifa da concessão	Binária	P = 70%

¹⁹ STERN, N. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge: Cambridge University Press, 2007; ARROW, K. J.; CROPPER, M. L.; GOLLIER, C.; et al. Should governments use a declining discount rate in project analysis? Review of Environmental Economics and Policy, v. 8, n. 2, p. 145-163, 2014.

Elaboração: Equipe Fipe com base nas premissas e fontes documentais do processo regulatório.

Justificativas das distribuições. A TIR do Modelo de Partida segue distribuição triangular²⁰ entre os três valores tecnicamente disputados no processo (10,73%, limite inferior; 11,98%, limite superior; 11,23%, convergência das partes na construção da Solução Consensual). A taxa social de desconto adota intervalo histórico observado da NTN-B 2055 entre 2021 e 2025, com moda no valor canônico de 6,85%. O BDI público varia de zero (cenário teórico de paridade absoluta com a contratação privada) à referência Sabesp de 28,32% reconhecida pelo TCE-SP, com moda em 9%, equivalente ao BDI da concessionária, representando hipótese intermediária de eficiência da contratação pública. A massa de lodo varia uniformemente entre o valor refinado pela ARES-PCJ (919 t, calibrado em medições operacionais) e o valor do orçamento original (1.500 t). O multiplicador dos custos do SES pós-extensão reflete incerteza paramétrica de $\pm 20\%$, típica de projeções operacionais em horizonte de quatorze anos. A variável binária do OPEX de Lodo captura a interpretação econômica de que o custo de tratamento do lodo gerado na Estação de Tratamento de Água Luiz de Queiroz já se encontra contemplado entre os recursos tarifários captados pelo SEMAE, em razão de tratamento dado na Revisão Tarifária Extraordinária de 2025. Sob esta hipótese, o OPEX de Lodo deixa de constituir custo incremental atribuível à Solução Separada. A probabilidade *a priori* de 30% reflete o caráter institucionalmente plausível, embora não plenamente consensuado, dessa interpretação no processo regulatório. De forma análoga, a variável binária do CAPEX de Lodo captura a hipótese de que o investimento no sistema de tratamento de lodo já se encontre coberto pela tarifa, com probabilidade *a priori* de 70%, refletindo o maior grau de consenso quanto ao tratamento do componente de capital.

Independência das variáveis. Adota-se hipótese de independência entre as sete variáveis estocásticas, em conformidade com prática usual em análise de risco paramétrico de

²⁰ Distribuições de probabilidade adotadas: a triangular descreve uma variável incerta por três valores — mínimo, mais provável (moda) e máximo —, concentrando peso em torno da moda; a uniforme atribui igual probabilidade a qualquer valor entre um mínimo e um máximo, quando não há um valor preferencial; e a de Bernoulli (rotulada “Binária” na Tabela 2) modela um evento de dois resultados — ocorre ou não ocorre —, com probabilidade fixa atribuída a um deles.

contratos de infraestrutura e ausência de evidência empírica robusta de correlações sistemáticas entre os parâmetros considerados.²¹

3.6. Estratégia analítica em quatro níveis

A análise organiza-se em quatro níveis complementares de evidência, que progridem do cenário central determinístico à caracterização da incerteza e à delimitação da fronteira de inversão do veredito. Os níveis são descritos a seguir e estruturam a apresentação dos resultados na Seção 4.

- **Nível 1: Construção do cenário base.** O cenário central é construído de forma incremental em quatro blocos progressivos, refletindo a trajetória de refinamento das premissas econômico-financeiras ao longo do processo regulatório: (i) reconstrução do estudo de vantajosidade da consultoria GO Associados como ponto de partida; (ii) refinamento das premissas técnicas do custo do lodo (massa e custo unitário); (iii) incorporação do reequilíbrio parcial implícito decorrente da renúncia parcial à TIR de referência; e (iv) ajuste de cronograma contratual para o ano-base efetivo.
- **Nível 2: Sensibilidade determinística univariada.** Para cada uma das variáveis estocásticas relevantes (TIR do Modelo de Partida, taxa social de desconto, BDI público, hipótese de OPEX de Lodo no escopo tarifário), apresenta-se uma tabela de sensibilidade do BSL, mantendo as demais variáveis no respectivo cenário central. A finalidade é identificar o intervalo de variação do BSL atribuível isoladamente a cada premissa, sem confluência entre cenários adversos.
- **Nível 3: Análise estocástica probabilística.** Realiza-se simulação de *Monte Carlo* com 10.000 iterações independentes²², sorteando simultaneamente todas as sete variáveis conforme distribuições especificadas. Os resultados são caracterizados por: (i) distribuição empírica do BSL (média, mediana, desvio-padrão, quantis); (ii) probabilidade de vantajosidade econômica, $P(\text{BSL} > 0)$; (iii)

²¹ Análises mais sofisticadas de dependência — como cópulas ou decomposição de Sobol' de segunda ordem — ficam fora do escopo da presente análise e seriam recomendadas em refinamentos subsequentes do estudo.

²² Simulação de Monte Carlo: técnica que estima o resultado de um modelo sujeito a incerteza repetindo o cálculo milhares de vezes, sorteando a cada repetição um valor para cada parâmetro incerto a partir de sua distribuição de probabilidade. O conjunto dos resultados forma a distribuição empírica do indicador de interesse — aqui, o Benefício Social Líquido.

métricas de cauda, VaR 5% e CVaR 5%²³; e (iv) decomposição da variabilidade por parâmetro (correlação de Spearman²⁴ e contribuição relativa à variância).

- **Nível 4: Testes de estresse paramétrico determinístico.** Como complemento à análise estocástica, apresenta-se um conjunto de cenários determinísticos extremos (sensibilidades univariadas, cenários combinados conservadores e o estresse agregado pessimista), com o objetivo de delimitar a fronteira de inversão de sinal do BSL e identificar a configuração paramétrica sob a qual a Solução Consensual deixaria de ser preferível à Solução Separada.

Crítérios de robustez. Considera-se a vantajosidade da Solução Consensual robusta quando: (i) o BSL determinístico no cenário base é positivo; (ii) o BSL permanece positivo sob qualquer sensibilidade univariada nos limites extremos das distribuições; (iii) a probabilidade de vantajosidade na simulação de *Monte Carlo* é superior a 90%; (iv) o CVaR 5%, perda esperada nos 5% piores cenários²⁵, encontra-se em magnitude controlada e em conformidade com a tolerância usual em decisões regulatórias; e (v) a inversão de sinal observada em testes de estresse exige confluência simultânea de premissas no extremo desfavorável, de baixa probabilidade conjunta.

²³ Valor em Risco (VaR), no nível de 5%: o valor do Benefício Social Líquido que só é ultrapassado para baixo nos 5% piores cenários da simulação. Funciona como um piso estatístico — em 95% dos cenários o resultado é igual ou melhor do que ele.

²⁴ Correlação de Spearman: medida estatística, entre -1 e +1, do grau em que duas variáveis se movem na mesma direção (sem exigir que a relação seja linear). Aqui é usada para identificar quais parâmetros incertos mais influenciam a variação do Benefício Social Líquido.

²⁵ Conditional Value at Risk (CVaR), também chamado Expected Shortfall, no nível de 5%: a perda média esperada considerando apenas os 5% piores cenários da simulação. Enquanto o VaR indica o limiar desses cenários extremos, o CVaR mede a magnitude média da perda dentro deles.

4. RESULTADOS

Esta seção apresenta os resultados da Análise Custo-Benefício segundo a estratégia em quatro níveis definida na Seção 3. Parte-se da construção do cenário central, prossegue-se com as sensibilidades determinísticas e a simulação estocástica, e encerra-se com os testes de estresse que delimitam a fronteira de inversão do veredito. O conjunto das evidências converge para a vantajosidade econômica da Solução Consensual, com vantagem líquida central de R\$ 155,9 milhões em valor presente a dezembro de 2025 e probabilidade de vantajosidade de aproximadamente 93% no horizonte de incerteza modelado.

Para cumprir com o objetivo proposto, a seção se organiza da seguinte forma:

- **Subseção 4.1. Construção do cenário base em quatro blocos progressivos.** Constrói o cenário base em quatro blocos progressivos, dos estudos prévios ao ajuste de cronograma contratual.
- **Subseção 4.2. Análise de sensibilidade determinística univariada.** Examina a sensibilidade determinística univariada aos parâmetros mais materiais.
- **Subseção 4.3. Análise estocástica: simulação de *Monte Carlo*.** Apresenta a simulação de *Monte Carlo*: distribuição do BSL, probabilidade de vantajosidade, métricas de cauda e decomposição da variabilidade.
- **Subseção 4.4. Testes de estresse paramétrico determinístico.** Submete o resultado a testes de estresse paramétrico, univariados e combinados.
- **Subseção 4.5. Síntese dos resultados.** Sintetiza os resultados das quatro camadas analíticas.
- **Subseção 4.6. Limitações reconhecidas da análise.** Explicita as limitações metodológicas do exercício e o alcance interpretativo dos resultados.
- **Subseção 4.7. Reequilíbrio econômico-financeiro em extensões inferiores a 14 anos.** Demonstra que, sob a TIR coerente de 11,2296%, qualquer extensão inferior a 14 anos exige acréscimo tarifário, afastando o suposto desconto de prazos reduzidos.

- **Subseção 4.8. Sensibilidade da TIR à extensão do prazo contratual.** Mensura o impacto da prorrogação do prazo sobre a TIR do projeto, com ganhos marginais decrescentes, e estima o teto teórico sob perpetuidade do fluxo terminal.

4.1. Construção do cenário base em quatro blocos progressivos

A construção do cenário central de análise segue uma trajetória incremental que espelha o refinamento das premissas econômico-financeiras ao longo do processo regulatório. Cada bloco corresponde a uma camada analítica adicional sobre a anterior, permitindo identificar com clareza a contribuição material de cada decisão metodológica para o resultado final.

4.1.1. Bloco 1 — Ponto de partida: o estudo de vantajosidade da consultoria GO Associados

A análise parte da reconstrução integral do estudo de vantajosidade conduzido pela GO Associados no Estudo Complementar de março de 2026, base canônica do processo regulatório. Sob as premissas adotadas no estudo original (massa de lodo de 1.500 t/ano conforme orçamento Alvarez e Marsal, BDI Sabesp de 28,32% como referência de contratação pública direta²⁶ validada pelo TCE-SP, taxa social de desconto de 6,85%, média da NTN-B 2055 entre 2021 e 2025, horizonte de 31 anos contratuais e exclusão da contraprestação original por neutralidade entre alternativas), a Solução Separada apresenta custo total em valor presente líquido de R\$ 493,7 milhões e a Solução Consensual apresenta custo de R\$ 366,4 milhões em VPL a dezembro de 2025, configurando vantajosidade líquida da Solução Consensual de R\$ 127,4 milhões.

A reconstrução reproduz com aderência os valores publicados no estudo original, com diferença residual inferior a R\$ 0,2 milhão atribuível a arredondamentos. Esta calibragem fundamenta a confiabilidade analítica das etapas subsequentes: cada refinamento que se seguirá pode ser interpretado como variação isolada sobre uma base reconhecida.

²⁶ BDI (Benefícios e Despesas Indiretas): percentual aplicado sobre o custo direto de uma obra ou serviço para cobrir despesas indiretas (administração central, tributos, riscos e remuneração da contratada). Um BDI mais alto eleva o custo final da contratação; adota-se como referência o BDI de 28,32% da Sabesp, validado pelo TCE-SP para contratação pública no setor de saneamento.

4.1.2. Bloco 2 — Refinamento técnico das premissas do custo do lodo

A revisão técnica das premissas do tratamento de lodo da Estação de Tratamento de Água Luiz de Queiroz constitui o primeiro refinamento material sobre o cenário inicial. A massa de lodo é recalibrada de 1.500 t/ano para 919 t/ano com base em medições operacionais reais, parâmetro adotado como convergência metodológica posterior à proposta original da Solução Consensual, no contexto do refinamento técnico das premissas econômico-financeiras ao longo da instrução do processo regulatório. Em paralelo, o custo unitário do orçamento Alvarez e Marsal é revisado para excluir itens redundantes, caindo de R\$ 3.347/t para R\$ 2.262/t, redução de 32,4%. A combinação dos dois efeitos reduz o OPEX de Lodo anual de R\$ 5,02 milhões para R\$ 2,08 milhões em valores anuais de referência, uma queda de 58,6%. Em paralelo ao recálculo do OPEX de Lodo, procede-se à revisão do OPEX do Sistema de Esgotamento Sanitário pós-extensão (anos 31 a 44), extraindo-se os componentes de lodo previamente embutidos para evitar dupla contagem.

O efeito conjunto do refinamento reduz o custo total da Solução Separada em R\$ 118,7 milhões em valor presente líquido a dez/2025, sendo 72% do ajuste atribuído ao OPEX de Lodo (+R\$ 85,1 MM) e 28% ao OPEX do SES (+R\$ 33,6 MM). A Solução Separada passa a custar R\$ 375,0 milhões e a vantajosidade da Solução Consensual estreita-se para **R\$ 8,6 milhões**. O CAPEX (Redes, Lodo, SES) não sofre alteração: o ajuste é integralmente operacional. Ressalva-se que o parâmetro de massa de lodo refinado (919 t/ano), embora aceito pelas partes como referência de convergência metodológica, não fez parte das premissas originais da proposta de Solução Consensual.

4.1.3. Bloco 3 — Incorporação do reequilíbrio parcial absorvido pela concessionária

A terceira camada analítica reconhece, no fluxo da Solução Consensual, o benefício implícito decorrente da aceitação pela concessionária da Taxa Interna de Retorno de 10,4386% pactuada no Anexo V do Aditivo. Esta TIR é inferior à TIR de 11,23% do Modelo de Partida adotada como referência regulatória do reequilíbrio econômico-financeiro do contrato, configurando renúncia parcial da concessionária a aproximadamente 0,79 ponto percentual de remuneração contratualmente devida. Em

termos econômicos, essa renúncia representa transferência implícita de valor da concessionária ao Poder Concedente: recursos que, sob a regra de reequilíbrio integral, deveriam ser pagos à concessionária (via prorrogação adicional, revisão tarifária ou indenização direta) e que, sob a Solução Consensual, são absorvidos pela própria concessionária como parte do arranjo consensual.

A magnitude da renúncia é estimada em R\$ 3,25 milhões anuais em valores de janeiro de 2011 (equivalentes a R\$ 8,05 milhões anuais em dezembro de 2025), considerando o cenário convergencial de TIR de referência de 11,23%. Sobre este valor aplica-se *gross-up* tributário com fator multiplicador de 1,6696²⁷. O valor bruto resultante é de R\$ 5,42 milhões anuais em janeiro de 2011 (R\$ 13,45 milhões anuais em dezembro de 2025), reconhecido ao longo do horizonte integral do contrato aditado (anos 15 a 44).

Em valor presente, o reequilíbrio parcial agrega benefício de **R\$ 169,4 milhões** em VPL a dezembro de 2025, elevando a vantajosidade da Solução Consensual para **R\$ 178,0 milhões**.

4.1.4. Bloco 4 — Ajuste do cronograma contratual: o ano 15 como ano-base efetivo

A quarta e última camada implementa a convenção temporal exposta na Subseção 3.4, deslocando os fluxos econômicos de ambas as alternativas para o ano contratual 15 como ano-base efetivo, em conformidade com a vigência material do Aditivo (julho de 2026). Os cronogramas físicos da Solução Separada deslocam-se um ano à frente, preservando a duração e o perfil temporal das obras²⁸. Os cronogramas dos componentes contratuais da Solução Consensual também se deslocam: o desconto sobre o Preço de Referência e a economia da gestão comercial passam a vigorar dos anos 15 a 30 (perdendo o ano 14 inicialmente atribuído nos estudos prévios). A contraprestação adicional dos anos de extensão (31 a 44) é preservada.

O efeito líquido do ajuste reduz o BSL em R\$ 22 milhões: a Solução Separada beneficia-se do maior desconto temporal dos CAPEX deslocados (Alt.1 passa de –R\$ 375,0 MM

²⁷ O fator de gross-up de 1,6696 combina PIS/COFINS (9,25%) e IRPJ/CSLL (34%) e converte o valor líquido da renúncia no custo bruto que o Poder Concedente precisaria desembolsar para gerar o equivalente líquido no resultado da concessionária.

²⁸ Cronograma físico da Solução Separada após o deslocamento: CAPEX de Redes nos anos 15 a 22 (oito anos), CAPEX de Lodo nos anos 15 a 16 e OPEX de Lodo nos anos 17 a 44.

para –R\$ 360,8 MM), enquanto a Solução Consensual perde um ano integral de benefícios anuais (desconto, gestão comercial e reequilíbrio parcial) que estavam contabilizados no ano-base sem desconto (Alt.2 passa de –R\$ 197,0 MM para –R\$ 204,9 MM).

4.1.5. Síntese da construção em quatro blocos

A Tabela 3 a seguir sintetiza a trajetória analítica.

Tabela 3. Construção do cenário base: trajetória em quatro blocos (VPL em dez/2025, R\$ MM)

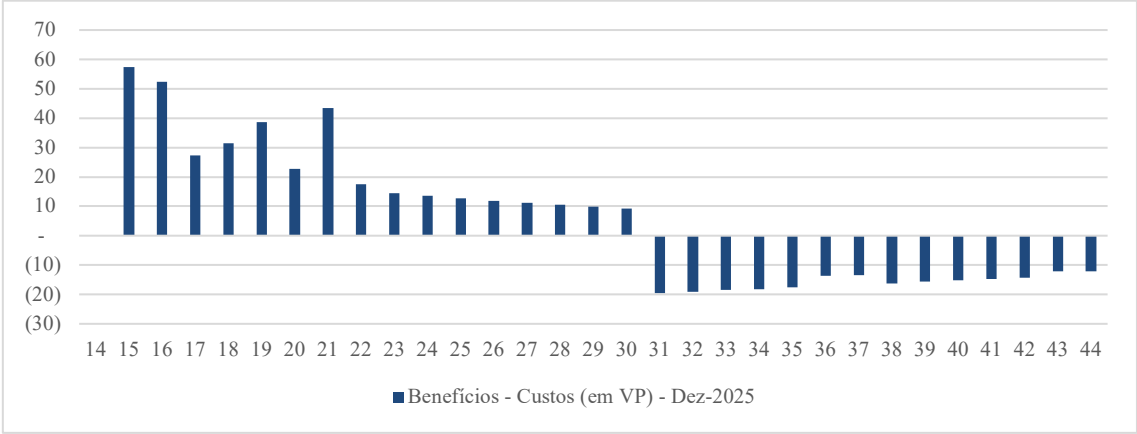
Bloco	Descrição	Solução Consensual	Solução Separada	Vantajosidade líquida (BSL)
1	Estudo de vantajosidade GO original	–R\$ 366,4	–R\$ 493,7	+R\$ 127,4
2	+ Refinamento OPEX Lodo e OPEX SES	–R\$ 366,4	–R\$ 375,0	+R\$ 8,6
3	+ Reequilíbrio parcial implícito da concessionária	–R\$ 197,0	–R\$ 375,0	+R\$ 178,0
4	+ Ajuste de cronograma contratual (ano 15 como base)	–R\$ 204,9	–R\$ 360,8	+R\$ 155,9

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

O cenário base consolidado da Análise Custo-Benefício posiciona a vantajosidade líquida da Solução Consensual em **R\$ 155,9 milhões** em valor presente líquido a dezembro de 2025. Este valor configura o ponto central das análises de sensibilidade, simulação estocástica e testes de estresse que se seguem.

A distribuição temporal dessa vantajosidade é ilustrada na figura a seguir, que apresenta o fluxo líquido anual da Solução Consensual em valor presente (dezembro de 2025). O perfil evidencia a lógica da troca intertemporal: nos anos 15 a 30, durante a vigência remanescente da PPP original, o fluxo é positivo (combinando o desconto sobre a contraprestação e o reequilíbrio parcial), com pico no ano 15 e decaimento gradual; a partir do ano 31, com o início da contraprestação adicional do período de extensão (anos 31 a 44), o fluxo torna-se negativo. O valor presente líquido do conjunto desses fluxos é positivo, o que sustenta a vantajosidade de +R\$ 155,9 milhões, conforme demonstrado na Figura 1 a seguir:

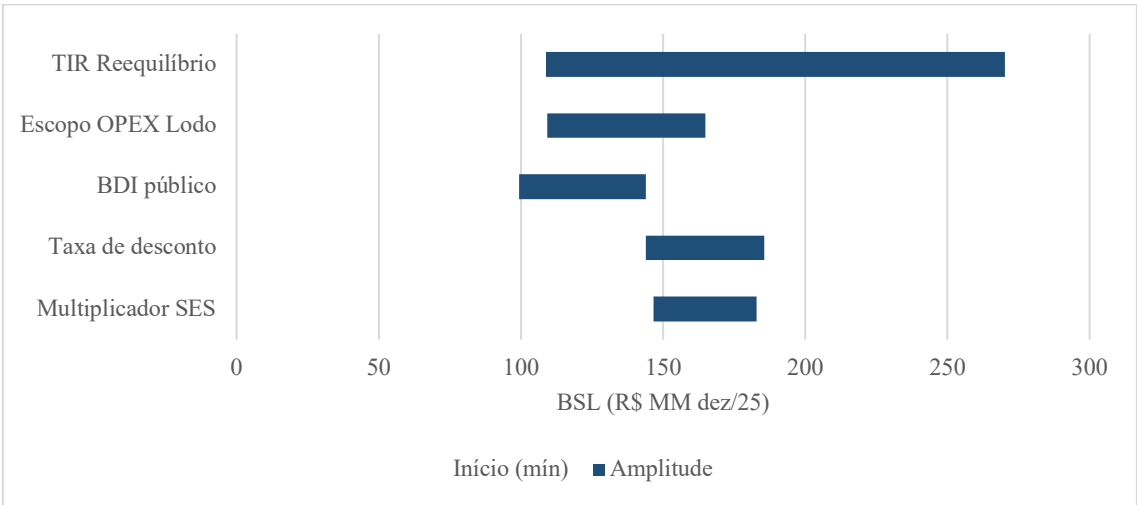
Figura 1. Fluxo líquido anual da Solução Consensual em valor presente (R\$ MM em dez/2025)



4.2. Análise de sensibilidade determinística univariada

O impacto isolado de cada variável estocástica sobre o BSL é sintetizado na figura a seguir, com cada barra representando o intervalo de variação do BSL quando a respectiva variável se desloca entre os percentis 10 e 90 de sua distribuição, mantidas as demais no cenário central. A leitura sugere imediatamente a hierarquia dos fatores: a TIR de referência do Modelo de Partida domina o impacto univariado, seguida pelo tratamento contábil do OPEX de Lodo, conforme demonstrado na Figura 2 a seguir:

Figura 2. Tornado de sensibilidade do BSL aos fatores univariados (P10 ↔ P90)



Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

4.2.1. Sensibilidade à TIR de referência do Modelo de Partida

A TIR de referência do Modelo de Partida, fundamento para o cálculo do reequilíbrio parcial, é objeto de divergência metodológica entre as partes contratantes ao longo do processo, com três valores tecnicamente sustentáveis: 10,73% (limite inferior); 11,23% (valor de convergência das partes na construção da Solução Consensual); e 11,98% (limite superior, vinculado à Proposta Comercial original defendida pela concessionária).

Tabela 4. Sensibilidade do BSL à TIR de referência do Modelo de Partida

Cenário TIR	BSL em dez/2025
10,73% (limite inferior)	+R\$ 46,1 MM
11,23% (convergência das partes)	+R\$ 155,9 MM
11,98% (limite superior)	+R\$ 338,5 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

A vantajosidade líquida da Solução Consensual permanece estritamente positiva em todos os cenários testados, variando de R\$ 46,1 milhões no extremo inferior a R\$ 338,5 milhões no extremo superior. A convergência das partes em torno do valor de 11,23%, adotado na construção do Anexo V do Aditivo, sustenta a magnitude central de R\$ 155,9 milhões adotada nesta análise, conforme demonstrado na Tabela 4.

4.2.2. Sensibilidade à taxa social de desconto

A taxa social de desconto adotada (6,85% a.a.) corresponde à média da NTN-B 2055 entre 2021 e 2025.²⁹ A Tabela 5 seguinte apresenta a variação do BSL para um intervalo de taxas compatível com a variação histórica do título-referência.

Tabela 5. Sensibilidade do BSL à taxa social de desconto

Taxa	BSL em dez/2025
5,00%	+R\$ 88,6 MM
5,50%	+R\$ 110,9 MM
6,00%	+R\$ 129,9 MM

²⁹ O intervalo de sensibilidade testado para a taxa social de desconto (5,00% a 8,50%) abrange o valor de referência oficial para análises custo-benefício de infraestrutura no Brasil — 8,5% real ao ano, recomendado na Nota Técnica SEI nº 19911/2020/ME da Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura (SDI) do Ministério da Economia. A taxa de 6,85% adotada no cenário central, por refletir o custo de oportunidade corrente de um título público de longo prazo (NTN-B 2055), situa-se abaixo desse teto, o que torna a escolha conservadora quanto à magnitude da vantajosidade.

Taxa	BSL em dez/2025
6,85% (base — NTN-B 2055)	+R\$ 155,9 MM
7,00%	+R\$ 159,8 MM
7,50%	+R\$ 171,3 MM
8,00%	+R\$ 181,0 MM
8,50%	+R\$ 189,0 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

O BSL é monotonicamente crescente em relação à taxa de desconto: vai de R\$ 88,6 milhões a 5,00% até R\$ 189,0 milhões a 8,50%. A monotonicidade decorre da distribuição temporal assimétrica dos componentes: a contraprestação adicional da Solução Consensual (anos 31 a 44) é mais distante do ano-base do que os custos de investimento da Solução Separada (concentrados nos anos 15 a 22), de modo que taxas de desconto mais elevadas penalizam proporcionalmente mais os fluxos distantes da Consensual, ampliando a vantajosidade líquida.

4.2.3. Sensibilidade ao BDI público aplicado

O BDI público de 28,32% (Sabesp, validado pelo TCE-SP) representa a referência canônica para contratação pública direta. A sensibilidade explora o intervalo entre o valor nulo, cenário teórico de paridade absoluta entre contratação pública e privada, e o limite superior plausível, conforme demonstrado na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6. Sensibilidade do BSL ao BDI público aplicado

BDI público	BSL em dez/2025
0,00% (paridade teórica)	+R\$ 76,3 MM
5,00%	+R\$ 90,4 MM
9,00% (= BDI Alvarez e Marsal)	+R\$ 101,6 MM
15,00%	+R\$ 118,5 MM
20,00%	+R\$ 132,5 MM
25,00%	+R\$ 146,6 MM
28,32% (base — Sabesp/TCE-SP)	+R\$ 155,9 MM
30,00%	+R\$ 160,7 MM
35,00%	+R\$ 174,7 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

A vantajosidade da Solução Consensual permanece estritamente positiva em todo o intervalo analisado. O limite inferior, BDI público nulo, corresponde a uma hipótese contrafactual extrema (Poder Concedente sem nenhum *markup* administrativo, contingência ou margem); sob essa hipótese, a vantajosidade ainda é de R\$ 76,3 milhões. Sob o BDI da própria concessionária (9%), a vantajosidade é de R\$ 101,6 milhões. A taxa de variação é praticamente linear, com R\$ 2,8 milhões de variação no BSL por ponto percentual de BDI.

4.2.4. Sensibilidade ao tratamento contábil do OPEX de Lodo

O tratamento contábil dos custos de lodo na Solução Separada admite duas hipóteses independentes: a de que o custo operacional (OPEX) de tratamento já estaria coberto pelos recursos tarifários do SEMAE e a de que o custo de implantação (CAPEX) do Sistema de Tratamento de Lodo também já estaria contemplado. Esta subseção examina a primeira hipótese, OPEX de Lodo coberto pela tarifa, deixando de constituir custo incremental atribuível à Solução Separada; as Subseções 4.2.5 e 4.2.6 examinam, respectivamente, a hipótese do CAPEX coberto e a hipótese conjunta, conforme demonstrado na Tabela 7 a seguir:

Tabela 7. Sensibilidade do BSL ao tratamento do OPEX de Lodo

Hipótese	Solução Consensual	Solução Separada	BSL
Base — OPEX Lodo incremental à Solução Separada	–R\$ 204,9	–R\$ 360,8	+R\$ 155,9
OPEX Lodo já coberto pela tarifa do SEMAE	–R\$ 204,9	–R\$ 305,2	+R\$ 100,3
Δ	0	+R\$ 55,6	–R\$ 55,6

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Sob a hipótese de OPEX coberto, a vantajosidade da Solução Consensual reduz-se de R\$ 155,9 milhões para R\$ 100,3 milhões, mas mantém-se positiva. O efeito recai integralmente sobre a Solução Separada, lado que detinha o custo, e não altera o sinal do veredito. A hipótese relativa ao CAPEX de Lodo é examinada na Subseção 4.2.5 e a hipótese conjunta (OPEX e CAPEX cobertos) na Subseção 4.2.6.

4.2.5. Sensibilidade ao tratamento contábil do CAPEX de Lodo

A análise regulatória do processo identifica que o custo de implantação (CAPEX) do Sistema de Tratamento de Lodo da Estação de Tratamento de Água Luiz de Queiroz conta com previsão explícita entre os recursos tarifários captados pelo SEMAE, conforme verificação conduzida no curso do processo. Sob esta hipótese, o CAPEX de Lodo deixa de constituir custo incremental atribuível à Solução Separada. O CAPEX de implantação corresponde a R\$ 6,17 milhões por ano (anos 15 e 16, em valores pré-BDI), equivalentes a R\$ 14,53 milhões nominais no total, cujo valor presente à taxa social de 6,85% é de R\$ 13,16 milhões.

Sob a hipótese de CAPEX coberto, a vantajosidade da Solução Consensual reduz-se de R\$ 155,9 milhões para R\$ 123,3 milhões, uma diferença de R\$ 32,7 milhões. O efeito recai integralmente sobre a Solução Separada e não altera o sinal do veredito.

4.2.6. Sensibilidade ao tratamento conjunto do OPEX e do CAPEX de Lodo

A hipótese mais conservadora combina as duas anteriores: tanto o OPEX quanto o CAPEX de Lodo já estariam cobertos pelos recursos tarifários do SEMAE, retirando ambos os dispêndios do fluxo da Solução Separada. É a configuração de menor custo do contrafactual público e, portanto, a de menor vantajosidade da Solução Consensual entre as testadas no nível univariado.

Sob a hipótese conjunta, a vantajosidade da Solução Consensual reduz-se de R\$ 155,9 milhões para R\$ 67,6 milhões, uma diferença de R\$ 88,3 milhões. Ainda assim, a Solução Consensual permanece economicamente preferível à Solução Separada, não havendo inversão do sinal do veredito mesmo sob o tratamento contábil mais favorável à alternativa de contratação separada.

4.3. Análise estocástica: simulação de *Monte Carlo*

4.3.1. Especificação da simulação

A simulação de *Monte Carlo* é conduzida com 10.000 iterações independentes, sorteando simultaneamente as sete variáveis estocásticas conforme as distribuições especificadas na

Subseção 3.5. A semente aleatória é fixada para reprodutibilidade dos resultados. A cada iteração, calcula-se o BSL pela aplicação direta do modelo paramétrico calibrado contra o cenário base, com desvio máximo de calibragem inferior a R\$ 0,01 milhão.

4.3.2. Distribuição empírica do BSL

A tabela a seguir resume as estatísticas descritivas da distribuição do BSL obtida nas 10.000 iterações da simulação, caracterizando sua tendência central, sua dispersão e a amplitude entre os valores extremos.

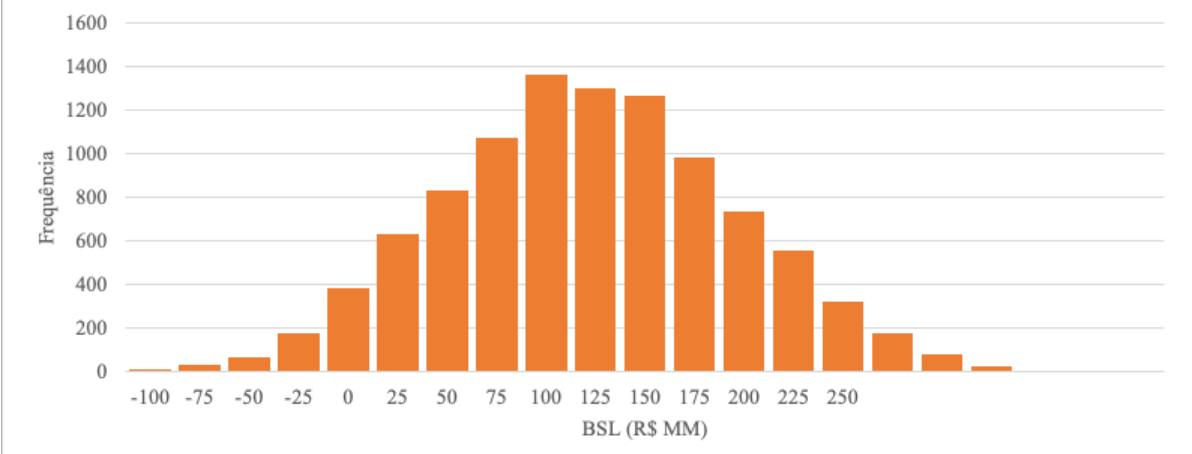
Tabela 8. Estatísticas descritivas da distribuição do BSL (*Monte Carlo*, 10.000 iterações)

Estatística	Valor
Média	+R\$ 109,5 MM
Mediana	+R\$ 108,3 MM
Desvio-padrão	R\$ 72,9 MM
Mínimo	–R\$ 119,5 MM
Máximo	+R\$ 355,0 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

A distribuição empírica do BSL é levemente assimétrica à direita, com média e mediana próximas (R\$ 109,5 e R\$ 108,3 milhões respectivamente). O desvio-padrão de R\$ 72,9 milhões indica dispersão moderada em torno do valor central, e a amplitude, de R\$ –119,5 a R\$ +355,0 milhões, reflete a sensibilidade combinada do BSL às sete variáveis estocásticas modeladas. A média estocástica (R\$ 109,5 milhões) situa-se em patamar próximo à magnitude central de vantagem (R\$ 155,9 milhões) porque a simulação incorpora conjuntamente os cenários adversos de escopo, em particular a hipótese de cobertura tarifária do OPEX de Lodo e os valores mais altos do multiplicador dos custos do SES, que deslocam a massa da distribuição para baixo sem, contudo, inverter o sinal predominante da vantajosidade. A Figura 3 a seguir apresenta o histograma da distribuição do BSL nas 10.000 iterações da simulação, evidenciando a forma da distribuição, a concentração de massa em torno da mediana e a assimetria leve à direita.

Figura 3. Distribuição empírica do BSL — Histograma (10.000 iterações *Monte Carlo*)



Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

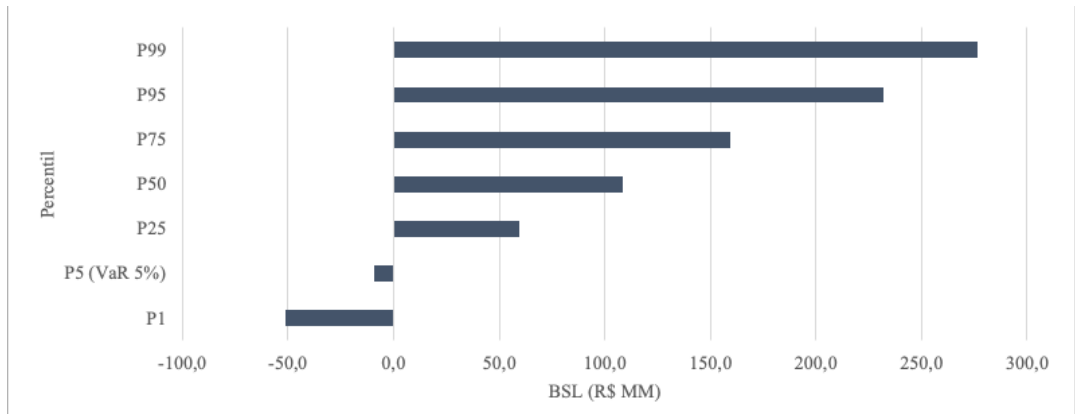
Tabela 9. Quantis da distribuição do BSL

Percentil	BSL
P1	−R\$ 51,2 MM
P5 (VaR)	−R\$ 9,3 MM
P25	+R\$ 59,5 MM
P50 (mediana)	+R\$ 108,3 MM
P75	+R\$ 159,2 MM
P95	+R\$ 232,1 MM
P99	+R\$ 276,3 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

A representação gráfica, Figura 4 e Tabela 9, dos quantis facilita a leitura do espalhamento percentil-a-percentil e evidencia a concentração da distribuição em torno da mediana de R\$ 108,3 milhões.

Figura 4. Quantis empíricos do BSL



Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

4.3.3. Probabilidades de vantajosidade

A probabilidade de vantajosidade econômica, definida como a fração de iterações em que a Solução Consensual supera a Solução Separada em valor presente, é de aproximadamente 93%. A vantajosidade supera os R\$ 100 milhões em cerca de 54% das simulações e os R\$ 150 milhões em cerca de 29%, conforme os percentuais demonstrados na Tabela 10 a seguir.

Tabela 10. Probabilidades de superação de limiares de vantajosidade

Evento	Probabilidade
P(BSL > 0) — vantajosidade econômica	≈93,4%
P(BSL > +R\$ 50 MM)	78,7%
P(BSL > +R\$ 100 MM)	54,4%
P(BSL > +R\$ 150 MM)	28,8%
P(BSL > +R\$ 200 MM)	11,6%

Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

4.3.4. Métricas de cauda

Métricas de cauda. Além da tendência central, a avaliação do risco exige examinar o comportamento da distribuição do BSL em seus piores cenários. A Tabela 11 a seguir reporta duas métricas usuais de risco de cauda (o Valor em Risco, VaR, e o *Conditional*

Value at Risk, CVaR, ambos ao nível de 5%), estimadas sobre as 10.000 iterações da simulação de *Monte Carlo*.

Tabela 11. Métricas de risco de cauda

Nível α	VaR	CVaR
5%	–R\$ 9,3 MM	–R\$ 35,3 MM
10%	+R\$ 14,1 MM	–R\$ 15,9 MM
15%	+R\$ 32,5 MM	–R\$ 2,9 MM
20%	+R\$ 46,5 MM	+R\$ 7,7 MM
25%	+R\$ 59,5 MM	+R\$ 16,8 MM
30%	+R\$ 70,9 MM	+R\$ 24,9 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

A tabela reporta o Valor em Risco (VaR) e o *Conditional Value at Risk* (CVaR) em seis níveis de significância. No nível de 5%, o VaR é de R\$ 9,3 milhões negativos e o CVaR, perda média esperada nos 5% piores cenários, é de R\$ 35,3 milhões negativos. O VaR torna-se positivo a partir do nível de 10% (R\$ 14,1 milhões), ao passo que o CVaR permanece negativo até o nível de 15% e só se torna positivo a partir do nível de 20%, evidenciando que a exposição a perdas se concentra no extremo inferior da distribuição. A interpretação econômica é direta: a probabilidade de resultado desfavorável é baixa (cerca de 7%), mas, quando materializada, a perda esperada na cauda inferior não é desprezível, da ordem de R\$ 35 milhões nos 5% piores cenários, o que recomenda o monitoramento dos parâmetros de maior alavancagem ao longo da vigência.

Função de Distribuição Acumulada empírica do BSL. A Figura 5 a seguir apresenta a Função de Distribuição Acumulada empírica do BSL, ferramenta canônica de leitura de risco-retorno. A curva torna explícita a posição do limiar de vantajosidade (BSL = 0), do Valor em Risco a 5% (intersecção da curva com a probabilidade acumulada de 5%) e da probabilidade de vantajosidade econômica (intersecção da curva com BSL = 0).

Figura 5. Função de Distribuição Acumulada empírica do BSL (CDF)

Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

4.3.5. Decomposição da variabilidade

A análise da contribuição relativa de cada parâmetro à variabilidade do BSL é apresentada na Tabela 12³⁰.

Tabela 12. Contribuição dos parâmetros à variabilidade do BSL

Parâmetro	Correlação de Spearman	Contribuição relativa
TIR de referência do Modelo de Partida	+0,806	67,7%
OPEX de Lodo no escopo tarifário	-0,385	15,5%
Taxa social de desconto	+0,248	6,4%
CAPEX de Lodo no escopo tarifário	-0,183	3,5%
BDI público aplicado	+0,188	3,7%
Multiplicador CAPEX/OPEX SES	+0,153	2,4%
Massa de lodo	+0,085	0,8%

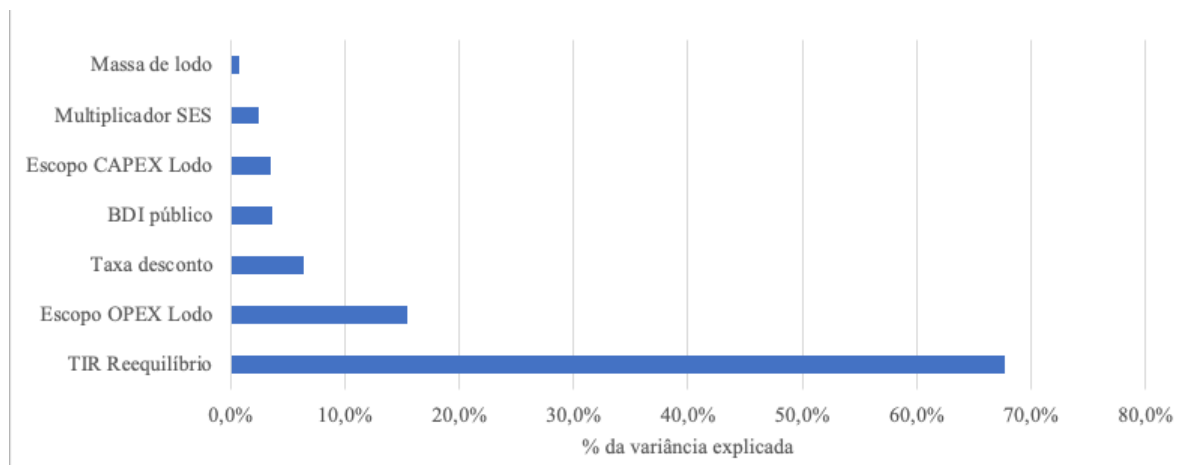
Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

A TIR de referência do Modelo de Partida é o fator dominante, respondendo por aproximadamente 68% da variabilidade total do BSL. A interpretação contábil (adotar a TIR de 11,23% como referência convergencial das partes ou, alternativamente, 10,73% como limite inferior tecnicamente defensável) concentra a maior parte da incerteza analítica relevante. O tratamento contábil do OPEX de Lodo é a segunda fonte material de variabilidade, respondendo por cerca de 15% da variância.

Contribuição relativa dos fatores à variância do BSL. A figura 6 a seguir representa graficamente a contribuição relativa de cada fator à variância do BSL, comunicando visualmente a hierarquia dos parâmetros e a concentração da incerteza analítica em torno da TIR de referência do Modelo de Partida.

³⁰ A contribuição relativa é medida pela correlação de Spearman entre cada variável estocástica e o BSL, expressa em termos do coeficiente de determinação (rho-quadrado) normalizado.

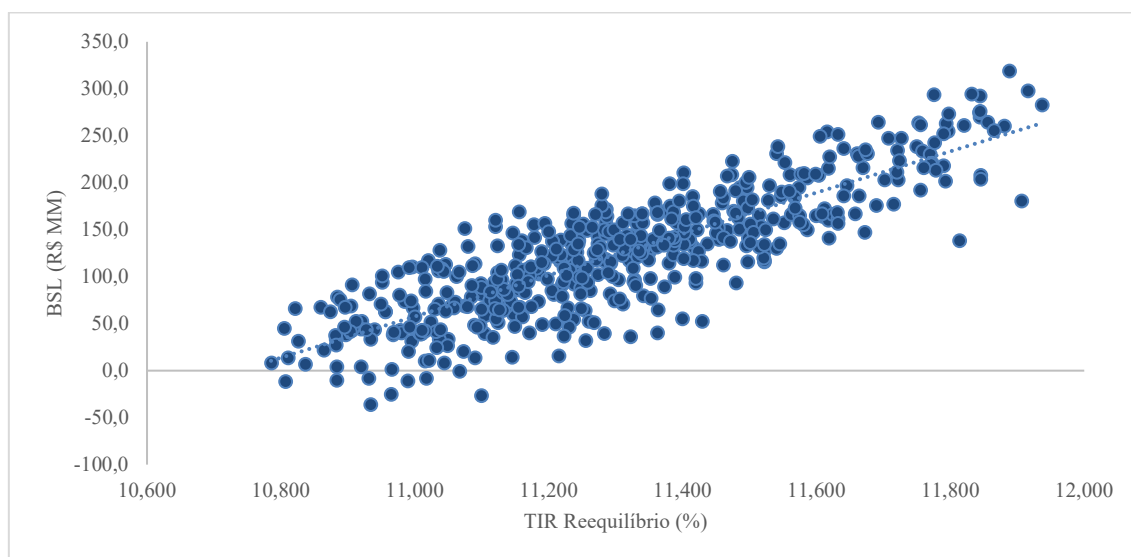
Figura 6. Contribuição relativa dos fatores à variância do BSL



Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo* (10.000 iterações).

Dispersão BSL × TIR de referência. A figura a seguir materializa visualmente o papel central da TIR de referência por meio de um diagrama de dispersão de uma amostra de 500 iterações da simulação. A nuvem de pontos inclina-se fortemente em torno do eixo da TIR, refletindo a correlação de Spearman de +0,806 reportada na Figura 7 a seguir:

Figura 7. Dispersão BSL × TIR de referência



Elaboração: Equipe Fipe com base na simulação de *Monte Carlo*.

4.4. Testes de estresse paramétrico determinístico

Esta subseção submete o cenário central a testes de estresse paramétrico, deslocando as premissas até seus extremos para delimitar a fronteira de robustez do resultado: o estresse univariado (4.4.1), o estresse combinado (4.4.2), o cenário conservador regulatório como referência crítica (4.4.3) e os extremos teóricos S8 e S10 (4.4.4). Como se demonstra a seguir, nenhum parâmetro isolado inverte o sinal do BSL; as inversões surgem apenas sob a confluência simultânea de múltiplas premissas adversas, de baixa probabilidade conjunta.

4.4.1. Estresse univariado nos extremos das distribuições

Como verificação inicial da robustez, testa-se cada parâmetro isoladamente no respectivo extremo da distribuição, mantendo as demais variáveis no cenário central. Para a maioria dos parâmetros, o extremo testado é o desfavorável ao BSL; a única exceção é a massa de lodo, cujo extremo superior (1.500 t) eleva o custo de tratamento evitado pela Solução Consensual e, portanto, aumenta o BSL — daí o cenário S4 superar a linha-base. O objetivo é caracterizar a magnitude do efeito marginal de cada parâmetro sobre o BSL, conforme demonstrado na Tabela 13 a seguir:

Tabela 13. Estresse univariado nos extremos das distribuições

Cenário	Configuração	BSL em dez/2025
Base	Cenário central	+R\$ 155,9 MM
S1 — TIR mínima	TIR = 10,73%, demais base	+R\$ 46,1 MM
S2 — Taxa de desconto mínima	Taxa = 5,5%, demais base	+R\$ 110,9 MM
S3 — BDI público nulo	BDI = 0%, demais base	+R\$ 76,3 MM
S4 — Massa de lodo máxima	Massa = 1.500 t, demais base	+R\$ 191,1 MM
S5 — Multiplicador SES mínimo	Mult = 0,80, demais base	+R\$ 123,2 MM
S6 — OPEX Lodo no escopo tarifário	Sem OPEX Lodo na Alt.1, demais base	+R\$ 100,3 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

A vantajosidade líquida da Solução Consensual permanece estritamente positiva em todos os cenários univariados. O menor BSL isolado decorre da TIR mínima (S1) e ainda corresponde a R\$ 46,1 milhões.

4.4.2. Estresse combinado: cenários multivariados

Os testes combinados exploram a confluência simultânea de premissas em direções desfavoráveis, identificando a fronteira de inversão de sinal do BSL. A Tabela 14 a seguir apresenta os cenários multivariados:

Tabela 14. Estresse combinado: cenários multivariados

Cenário	Configuração	BSL em dez/2025
S7 — Estresse agregado pessimista	TIR=10,73 / Tx=5,5% / BDI=0% / Massa=1.500 / Mult=0,80	–R\$ 112,4 MM
S8 — S7 + OPEX Lodo no escopo	Idem S7, OPEX Lodo zerado da Solução Separada	–R\$ 195,6 MM
S9 — Conservador regulatório	TIR=10,73 / Tx=6,0% / BDI=9% / Massa=1.200 / Mult=0,90	–R\$ 51,3 MM
S10 — Cenário otimista	TIR=11,98 / Tx=8,5% / BDI=28,32% / Massa=919 / Mult=1,20	+R\$ 368,0 MM

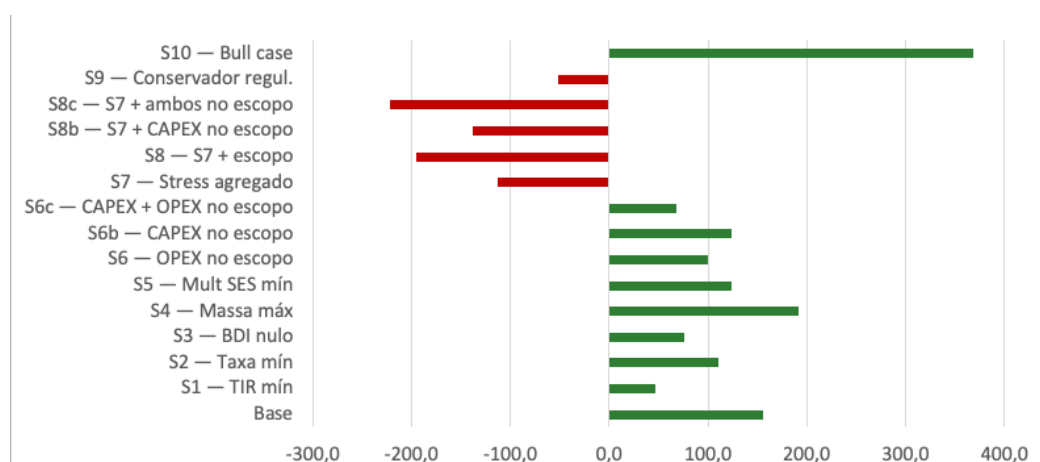
Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Três cenários combinados produzem BSL negativo (S7, S8, S9). Esses cenários compartilham característica estrutural comum: a confluência simultânea de TIR mínima do Modelo de Partida com taxa de desconto reduzida e BDI público próximo ou inferior ao da concessionária privada. A probabilidade de configurações de estresse dessa natureza é baixa: o cenário conservador regulatório (S9), o menos extremo dos três, tem probabilidade conjunta inferior a 2% na simulação de *Monte Carlo*, sendo S7 e S8 ainda menos plausíveis. Registre-se que o cenário agregado pessimista (S7) mantém a massa de lodo em seu valor máximo (1.500 t), embora esse extremo, isoladamente, eleve o BSL: a opção preserva a coerência com a hipótese de orçamento original adotada nos demais parâmetros de custo e torna o teste conservador, pois o resultado negativo do S7 se verifica apesar do efeito favorável da massa elevada — com a massa no piso (919 t), a inversão de sinal seria ainda mais pronunciada.

Testes de estresse — BSL por cenário. A Figura 8 consolida a leitura visual dos cenários de estresse, organizados em dois grupos, os onze cenários univariados (um parâmetro por vez) e os quatro cenários combinados (multifator), com codificação cromática por sinal do BSL: vantajosidade positiva em verde e inversão de sinal em vermelho. Sob estresse univariado, todos os cenários permanecem positivos, evidenciando que nenhum

parâmetro, movido isoladamente até seu extremo, inverte o sinal do veredito; as inversões de sinal concentram-se nos cenários combinados, de baixíssima probabilidade conjunta.

Figura 8. Testes de estresse — BSL por cenário³¹



Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

4.4.3. O cenário conservador regulatório como referência crítica

O cenário S9, designado como "conservador regulatório", merece destaque por agregar premissas isoladamente razoáveis em uma configuração de estresse moderado. Combina TIR de 10,73% (limite inferior disputado entre as partes), taxa de desconto de 6% (NTN-B 2055 em ciclo de queda dos juros reais), BDI público de 9% (alinhado ao BDI da concessionária), massa de lodo de 1.200 t (centro do intervalo refinado e do intervalo original) e multiplicador SES de 0,90 (revisão técnica para baixo). Cada premissa isolada é plausível; a confluência simultânea das cinco não é estritamente improvável, mas implica condição agregada de eficiência integral do Poder Concedente combinada com mínima renúncia da concessionária. Sob esta configuração, o BSL é de –R\$ 51,3 milhões: a Solução Separada passa a ser marginalmente preferível.

A leitura adequada do cenário S9 é como **fronteira de razoabilidade de inversão**: a Solução Consensual deixa de ser preferível precisamente quando se admite, simultaneamente, que (i) o Modelo de Partida converge para o limite inferior das disputas; (ii) a taxa social de desconto cede em meio ponto percentual; (iii) a contratação pública

³¹ Sinal codificado por cor

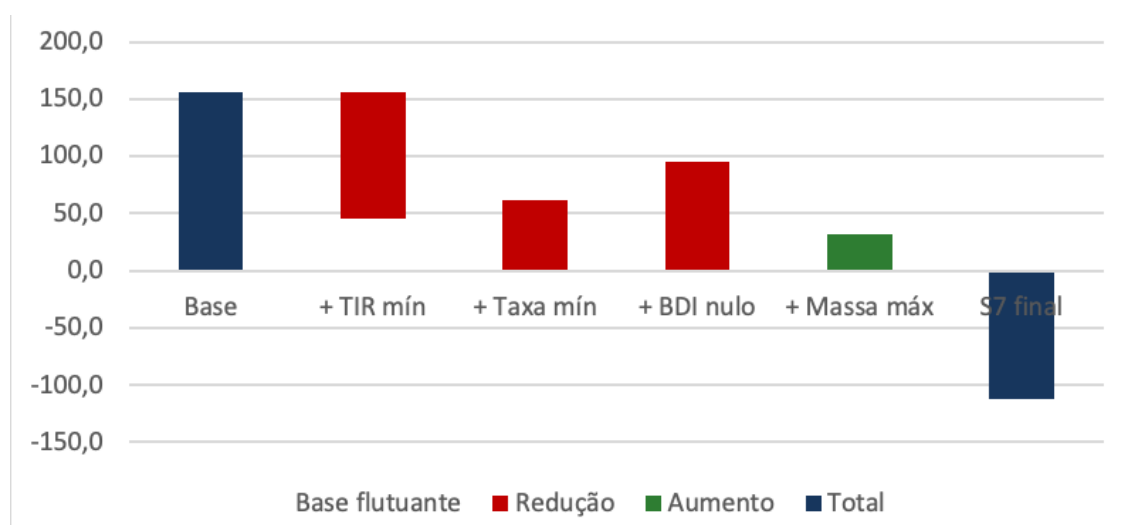
atinge eficiência equivalente ao orçamento da concessionária privada; (iv) a massa de lodo está acima do refinado pelo consultor técnico independente; e (v) os custos do SES pós-extensão são revisados para baixo em 10%. Trata-se de configuração coerente, porém demandante, cuja probabilidade conjunta na simulação estocástica está abaixo de 2%.

4.4.4. Os extremos S8 e S10 como limites teóricos

Os cenários S8 (BSL = -R\$ 195,6 MM) e S10 (BSL = +R\$ 368,0 MM) constituem **limites teóricos** da análise, delimitando o intervalo completo do que seria observável sob confluência das premissas em direções opostas. S8 combina o estresse agregado pessimista (S7) com a hipótese de OPEX de Lodo coberto pela tarifa, com probabilidade conjunta inferior a 0,1% na simulação. S10 é o espelho otimista, com todas as premissas nos limites superiores compatíveis com as distribuições adotadas. Servem como parâmetros de orientação da magnitude do risco caudal em cada direção, sem propor leitura probabilística como cenário central.

Decomposição em cascata. A Figura 9 a seguir decompõe analiticamente a trajetória do BSL desde o cenário central (+R\$ 155,9 milhões) até o estresse agregado pessimista S7 (-R\$ 112,4 milhões), atribuindo a cada fator a parcela do deslocamento total. A representação em cascata permite identificar a contribuição marginal de cada parâmetro à inversão de sinal e materializa a leitura forense do cenário extremo.

Figura 9. Decomposição em cascata: cenário central → estresse agregado S7



Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

4.5. Síntese dos resultados

A vantajosidade econômica da Solução Consensual é confirmada com três níveis convergentes de evidência. Em termos determinísticos, o cenário central calibrado pela trajetória de quatro blocos progressivos posiciona o BSL em R\$ 155,9 milhões em valor presente líquido a dezembro de 2025. Em termos estocásticos, a simulação de *Monte Carlo* com 10.000 iterações estima probabilidade de vantajosidade de aproximadamente 93%, com VaR 5% de R\$ 9,3 milhões negativos e CVaR 5% de R\$ 35,3 milhões negativos, exposição concentrada na cauda inferior da distribuição. Em termos de estresse paramétrico, a vantajosidade permanece estritamente positiva sob qualquer sensibilidade univariada nos extremos, com inversão de sinal observada apenas sob confluência simultânea de premissas em direções desfavoráveis, configurando baixíssima probabilidade conjunta no horizonte regulatório.

A análise da contribuição relativa dos parâmetros à variabilidade do BSL identifica a TIR de referência do Modelo de Partida como fator dominante (68% da variância), seguida pelo tratamento contábil do OPEX de Lodo (15%). A convergência das partes em torno do valor de 11,23%, adotado na construção do Anexo V do Aditivo, é, portanto, o elemento central para a robustez do veredito regulatório. Os demais parâmetros (taxa social de desconto, tratamento contábil do CAPEX de Lodo, BDI público, multiplicador dos custos do SES pós-extensão e massa de lodo) apresentam contribuição combinada de cerca de 17% da variância total, indicando que a decisão regulatória pode ser tomada com confiança substancial sob a configuração paramétrica do cenário central.

4.6. Limitações reconhecidas da análise

Esta subseção apresenta limitações reconhecidas que delimitam a interpretação dos resultados e que, ao serem explicitadas, indicam dimensões adicionais que poderiam reforçar a vantajosidade da Solução Consensual caso fossem incorporadas ao escopo analítico. As limitações decorrem da delimitação metodológica da Análise Custo-

Benefício à dimensão estritamente econômica e quantificável, abstraindo elementos qualitativos relevantes para a avaliação integral da decisão regulatória.

Limitações metodológicas. Duas opções metodológicas delimitam a interpretação dos resultados, sem viés quanto ao sinal do veredito. Primeiro, a simulação de *Monte Carlo* adota hipótese de independência entre as sete variáveis estocásticas, em conformidade com a prática usual em análise de risco paramétrico; tratamentos de dependência mais sofisticados ficam fora do escopo e seriam recomendados em refinamentos subsequentes. Segundo, a análise adota como dado a TIR de 10,4386% pactuada no Anexo V do Aditivo, sem questionar sua adequação técnica em relação ao Modelo de Partida: a discussão do parâmetro de reequilíbrio em si está fora do escopo da Análise Custo-Benefício, que assume a TIR consensuada como dado e avalia a vantajosidade incremental do arranjo dela decorrente.

Benefícios não quantificados. A delimitação da análise à dimensão econômica quantificável deixa de fora quatro classes de benefícios da Solução Consensual, todos contabilizados aqui apenas pelo lado dos custos. (i) Benefícios ambientais: a solução estrutural de tratamento do lodo da ETA Luiz de Queiroz viabiliza a regularização ambiental exigida pela Ação Civil Pública nº 1028356-56.2024.8.26.0451 e pelo Termo de Ajustamento de Conduta nº 22/2019, evitando a manutenção da poluição do Rio Piracicaba e de infraestrutura sem licença regular. (ii) Ganhos sistêmicos da expansão de redes: a execução estruturada dos coletores superiores a 150 mm reduz os extravasamentos de esgoto (7.801 eventos em 2024 e 6.653 em 2025) e acelera a universalização em conformidade com o Plano Municipal de Saneamento Básico e o Marco Legal do Saneamento. (iii) Eficiência operacional da gestão comercial: o aperfeiçoamento das atividades comerciais tende a reduzir o índice de perdas comerciais, hoje superior a 50%, em linha com a Portaria MCID nº 788/2024 e as Normas de Referência da ANA. (iv) Redução de litígios e previsibilidade: a consolidação consensual de matérias disputadas e a governança contratual do período de extensão geram previsibilidade, menor custo de transação e mitigação de riscos contingentes. A internalização de qualquer dessas dimensões operaria no sentido de elevar a vantajosidade calculada, não de reduzi-la.

Conclusão sobre as limitações. A consideração integrada dessas limitações reforça a leitura do BSL calculado como piso analítico da vantajosidade: a internalização das dimensões qualitativas indicadas operaria no sentido de elevar a vantagem econômica, não de reduzi-la.

4.7. Reequilíbrio econômico-financeiro em extensões inferiores a 14 anos

A Solução Consensual pactuada entre o SEMAE e a concessionária Águas do Mirante prevê o reequilíbrio econômico-financeiro do contrato mediante (i) extensão do prazo contratual por 14 anos e (ii) desconto de 4,8% sobre as contraprestações a partir do ano 15.

Esse arranjo recompõe a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto à chamada "taxa de equilíbrio" de 10,4386%. É possível, nesse contexto, que seja proposta uma "solução alternativa" tida como mais eficiente: uma extensão de prazo menor que 14 anos, combinada com descontos inferiores a 4,8% nas contraprestações.

Nesse contexto, esta seção discute um elemento de possível questionamento no modelo de análise de vantagem: seria mais barato para o Poder Concedente pensar em uma solução alternativa, com uma extensão de menos de 14 anos com descontos inferiores a 4,8%?

De início, convém rememorar que a TIR de 10,4386% não é um parâmetro livre do modelo: ela é o resultado de uma negociação. A Solução Consensual só reduziu a rentabilidade da taxa do Modelo de Partida (11,23%) para 10,44% como contrapartida da extensão de 14 anos. Ou seja, é uma taxa de equilíbrio resultante diretamente do arranjo de assunção de obrigações que emerge da Solução Consensual, válida apenas dentro do pacote dos 14 anos. Tanto a Concessionária quanto o SEMAE, em seus documentos, não admitem que o parâmetro de 10,44% seja utilizado em outras discussões.

Um exercício hipotético, por exemplo, seria: se o desconto no preço de referência fosse de 1% ao invés de 4,8%, e a prorrogação de prazo fosse reduzida de 14 para 5,6 anos, isso, à primeira vista, manteria a TIR de 10,44%. Contudo, há um ponto equivocado na análise: a taxa de 10,44%, pelas informações sobre os trâmites de negociação, não está

disponível para um prazo de 5,6 anos, ou qualquer outro prazo. Para qualquer prazo diferente de 14 anos, a referência de rentabilidade volta a ser o Modelo de Partida (11,23%).

Os documentos do processo indicam que, para qualquer prazo de extensão inferior a 14 anos, a Solução Consensual aponta a TIR de 11,23% (a do Modelo de Partida) como referência de reequilíbrio, e não a taxa de equilíbrio de 10,4386%, restrita ao pacote de 14 anos. Para dimensionar o efeito, simulou-se no modelo econômico-financeiro, para cada extensão de 1 a 14 anos, o ajuste tarifário que equilibra o contrato sob cada uma das duas réguas de TIR:

- À TIR de 10,44% (vantajosidade): o equilíbrio da Solução Consensual se dá com um desconto de 4,8% e 14 anos de prazo, outros cenários são apresentados a título de exemplo, mas não são aplicáveis no âmbito da Solução Consensual.
- À TIR de 11,2296% (Modelo de Partida, aplicável a qualquer prazo inferior a 14 anos): como a TIR-alvo é mais alta que a rentabilidade entregue pela extensão isolada, o equilíbrio exige acréscimo tarifário em todos os prazos, e nunca um desconto. O acréscimo varia de +14,52% (extensão de 1 ano) a +6,13% (extensão de 14 anos), conforme a Tabela 15.

A diferença entre as duas réguas é de aproximadamente 11 pontos percentuais de tarifa. Em outras palavras: o "desconto de 1%" que poderia se atribuir ao cenário de 5,6 anos só é possível se a TIR não fosse resultante da Solução Consensual. No prazo de 5,6 anos, a tarifa teria de subir 10,07%, onerando o usuário.

Tabela 15. Ajuste tarifário necessário por prazo de extensão, sob as TIRs de 10,4386% e 11,2296%

Extensão (anos)	Último ano	Ajuste p/ TIR 10,4386%	Tipo (TIR 10,4386%)	Ajuste p/ TIR 11,2296%	Tipo (TIR 11,2296%)
1	31	2,80%	Acréscimo	14,52%	Acréscimo
2	32	1,81%	Acréscimo	13,35%	Acréscimo
3	33	0,93%	Acréscimo	12,30%	Acréscimo
4	34	0,12%	Acréscimo	11,46%	Acréscimo
5	35	-0,61%	Desconto	10,65%	Acréscimo
6	36	-1,15%	Desconto	10,03%	Acréscimo
7	37	-1,63%	Desconto	9,39%	Acréscimo

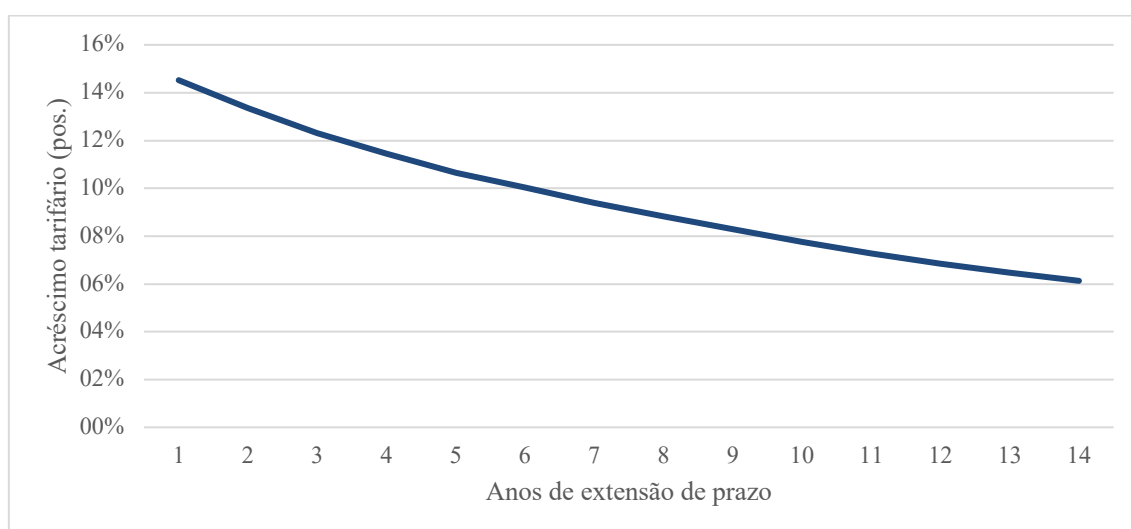
Extensão (anos)	Último ano	Ajuste p/ TIR 10,4386%	Tipo (TIR 10,4386%)	Ajuste p/ TIR 11,2296%	Tipo (TIR 11,2296%)
8	38	-2,17%	Desconto	8,82%	Acréscimo
9	39	-2,68%	Desconto	8,29%	Acréscimo
10	40	-3,17%	Desconto	7,76%	Acréscimo
11	41	-3,64%	Desconto	7,28%	Acréscimo
12	42	-4,08%	Desconto	6,84%	Acréscimo
13	43	-4,45%	Desconto	6,47%	Acréscimo
14	44	-4,79%	Desconto	6,13%	Acréscimo

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Portanto, qualquer comparação de vantajosidade que considere uma extensão inferior a 14 anos deve aplicar a TIR do Modelo de Partida, e não a taxa resultante da Solução Consensual, restrita ao pacote de 14 anos. Sob essa régua coerente, não existe o "desconto" que tornaria a solução de prazo reduzido aparentemente mais barata: em todos os prazos de 1 a 14 anos, o reequilíbrio exige acréscimo tarifário, que onera o usuário.

A figura a seguir resume, para cada extensão de prazo (1 a 14 anos), o ajuste tarifário que faz a TIR atingir 11,2296%. Como a TIR-alvo é mais alta que a entregue pela extensão isolada, todos os casos exigem acréscimo de tarifa (valores positivos). A curva mantém a forma decrescente, pois cada ano extra reduz o acréscimo necessário em ~0,5 a 0,8 p.p. Portanto, atingir 11,2296% não é viável apenas com prazo e/ou desconto — requer recomposição tarifária positiva (aumento de receita) em qualquer cenário de prazo.

Figura 10. Curva de equivalência: ajuste tarifário por anos de extensão (TIR fixa em 11,2296%)



Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

4.8. Sensibilidade da TIR à extensão do prazo contratual

Esta subseção tem por objeto mensurar o impacto, sobre a Taxa Interna de Retorno (TIR) do projeto, da prorrogação do prazo contratual além do horizonte de 44 anos da Solução Consensual³². O exercício identifica (i) a TIR projetada para cada horizonte adicional de 1 a 26 anos e (ii) o teto teórico para a TIR sob perpetuidade do fluxo do ano 44.

Premissas. Adotam-se: (i) o fluxo de caixa livre original do projeto, com TIR-base de 10,4386% a.a.; (ii) cada ano adicional de prazo gera fluxo de caixa livre igual ao do ano 44 (R\$ 28,75 milhões), em termos constantes; (iii) prazo máximo de simulação de 70 anos, equivalente a 26 anos de prorrogação; e (iv) estrutura tributária, regulatória e operacional da concessão mantida inalterada.

Metodologia. Para cada cenário de extensão de 1 a 26 anos, estende-se a série de fluxos com a repetição do fluxo terminal do ano 44 e recalcula-se a TIR do projeto. O teto teórico sob perpetuidade é obtido resolvendo, por busca de raiz, a equação de valor presente líquido nulo com o fluxo terminal tratado como perpetuidade. O mesmo procedimento, aplicado em sentido inverso, sustenta o exercício simétrico de encurtamento de prazo apresentado adiante.

Resultados e leitura econômica. A TIR é monotonicamente crescente no prazo, porém com ganhos marginais decrescentes. O primeiro ano adicional acrescenta cerca de 3,4 pontos-base à TIR; ao quinto ano, o ganho médio cai para 2,6 p.b./ano; e, a partir do décimo, fica abaixo de 1,5 p.b./ano. O comportamento decorre de o fluxo marginal (R\$ 28,75 milhões) ser descontado, em cada período adicional, a uma taxa próxima à própria TIR, o que aproxima de zero a contribuição de cada ano novo à medida que o prazo se estende.

³² Sob a hipótese de manutenção do fluxo de caixa livre observado no último ano.

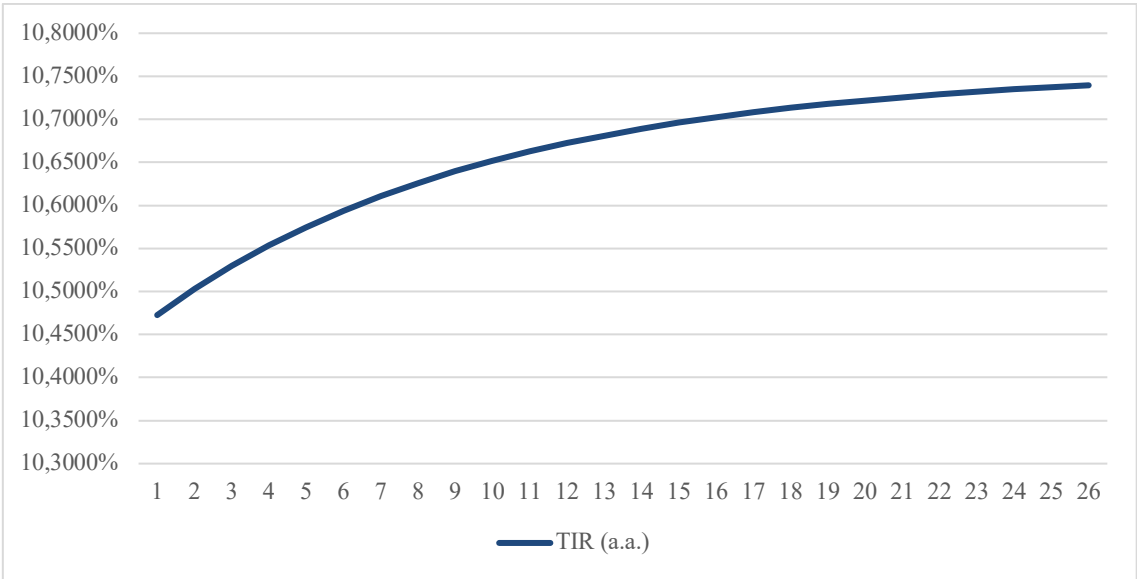
Tabela 16. Sensibilidade da TIR à extensão do prazo contratual: ganho marginal decrescente por horizonte de prorrogação

Cenário	Último ano	TIR (a.a.)	Δ vs. base (p.b.)	Ganho marginal anual (p.b.)
Caso-base	44	10,4386%	—	—
+1 ano	45	10,4725%	3,4	3,4
+5 anos	49	10,5747%	13,6	2,6
+10 anos	54	10,6517%	21,3	1,5
+20 anos	64	10,7220%	28,3	0,7
+26 anos (limite simulado)	70	10,7395%	30,1	0,3
Perpetuidade (teto)	∞	10,7599%	32,1	→ 0

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Teto teórico e implicações. Sob perpetuidade do fluxo terminal, a TIR converge para 10,7599% a.a. O intervalo máximo de variação da TIR atribuível à extensão de prazo é, portanto, de apenas 32,1 pontos-base (de 10,4386% a 10,7599%), dos quais 30,1 p.b. já são capturados nos 26 anos simulados. Duas implicações revelam-se para a discussão contratual: (i) ainda que se conceda prazo adicional ilimitado, a TIR não ultrapassa 10,76% sob fluxo constante, de modo que alcançar TIRs superiores exige incremento de fluxo, não mero alongamento de prazo; (ii) após os primeiros dez anos de prorrogação, o ganho de TIR torna-se economicamente irrelevante para fins de calibração contratual, de modo que o prazo não substitui a recomposição tarifária nem a contraprestação adicional.

Figura 11. Sensibilidade da TIR à extensão do prazo contratual



Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Sensibilidade ao encurtamento do prazo. Sob a mesma metodologia, avaliou-se o efeito simétrico do encerramento antecipado, truncando-se o fluxo de caixa antes do ano 44. Diferentemente da extensão, o encurtamento produz queda não linear e acentuada da TIR: a perda anualizada por ano suprimido cresce de 3,8 p.b./ano, na supressão de um ano, para 19,0 p.b./ano, na supressão de 26 anos. A comparação dos dois exercícios revela forte assimetria — estender o prazo em 26 anos eleva a TIR em apenas 30,1 p.b., ao passo que encurtá-lo na mesma magnitude a reduz em cerca de 495 p.b. (de 10,44% para 5,49%). O peso dos fluxos da fase operacional madura na composição do retorno explica essa assimetria.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se, a partir do exposto, que a Análise Custo-Benefício independente confirma a vantajosidade econômica da Solução Consensual frente à Solução Separada, com três níveis convergentes de evidência analítica.

- **Evidência determinística.** O cenário central, construído pela trajetória progressiva de refinamentos sobre o estudo de vantajosidade da GO Associados, posiciona o Benefício Social Líquido em R\$ 155,9 milhões em valor presente líquido a dezembro de 2025. O resultado permanece estritamente positivo em todas as sensibilidades univariadas testadas, da TIR mínima de 10,73% ao BDI público nulo: nenhum parâmetro, movido isoladamente até seu extremo desfavorável, inverte o sinal da vantajosidade.
- **Evidência probabilística.** A simulação de Monte Carlo com 10.000 iterações das sete variáveis estocásticas estima probabilidade de vantajosidade de aproximadamente 93%, com BSL médio de R\$ 109,5 milhões e mediana de R\$ 108,3 milhões. O risco de cauda concentra-se no extremo inferior: o VaR a 5% é de R\$ 9,3 milhões negativos e o CVaR a 5%, de R\$ 35,3 milhões negativos.
- **Evidência de fronteira.** Os testes de estresse delimitam a região de inversão de sinal do BSL. A inversão só ocorre sob confluência simultânea de múltiplas premissas em direções desfavoráveis: a configuração conservadora regulatória (S9) leva o BSL a -R\$ 51,3 milhões, com probabilidade conjunta inferior a 2% na simulação, e o limite teórico pessimista (S8) atinge -R\$ 195,6 milhões. Trata-se de fronteira teórica, não de cenário central.

A decisão como troca intertemporal sob incerteza. Em termos econômicos substantivos, a Solução Consensual representa uma troca de benefício presente por compromisso futuro. O Município captura no curto e médio prazo (anos 15 a 30) uma economia composta pela redução de 4,80% sobre o Preço de Referência da contraprestação, pela economia operacional com gestão comercial e pelo reequilíbrio parcial implícito que a concessionária absorve em troca da extensão contratual. Em contrapartida, assume no longo prazo (anos 31 a 44) a contraprestação adicional de

quatorze anos correspondente à extensão da PPP. Descontada à taxa social de 6,85%, essa troca é favorável em R\$ 155,9 milhões sob as premissas do cenário central, e permanece favorável com probabilidade de aproximadamente 93% sob a distribuição estocástica das variáveis incertas.

A TIR de referência do Modelo de Partida responde por 68% da variabilidade do BSL e o tratamento contábil do OPEX de Lodo por 15%; os demais parâmetros combinados respondem por cerca de 17%. A convergência das partes em torno da TIR de 11,23% é, portanto, o elemento mais relevante para a estabilidade do veredito.

Recomendação econômica. Ante o conjunto da análise, e em conformidade com os critérios de robustez estabelecidos na Subseção 3.6, a presente Análise Custo-Benefício recomenda a Solução Consensual como **alternativa economicamente preferível** sob a configuração paramétrica do cenário central, com probabilidade de vantajosidade de aproximadamente 93% no horizonte de incerteza modelado e magnitude monetária esperada de vantagem em torno de R\$ 108 a R\$ 156 milhões em valor presente líquido a dezembro de 2025. A recomendação é fundamentada na convergência das três camadas de evidência (determinística, probabilística e de estresse paramétrico) e permanece estável sob as sensibilidades univariadas testadas, com inversão de sinal apenas sob confluência simultânea de premissas em direções desfavoráveis, de baixa probabilidade conjunta no horizonte regulatório. A consideração das dimensões qualitativas não internalizadas no modelo, conforme descritas na Subseção 4.6, opera no sentido de reforçar a magnitude e a robustez da vantajosidade calculada.

A presente análise finda por validar e aprofundar as premissas e os fundamentos técnicos do estudo de vantajosidade da GO Associados tanto em sua dimensão quantitativa quanto qualitativa. Houve confirmação da precisão do cenário inicial do qual o Estudo da GO partiu, incorporando-se refinamentos que decorrem naturalmente da evolução do processo regulatório. A recalibração do custo operacional do lodo, a explicitação econômica do reequilíbrio parcial absorvido pela concessionária e o ajuste da convenção temporal constituem camadas analíticas complementares que demonstram a solidez metodológica sobre a qual repousa a vantajosidade da Solução Consensual.

6. APÊNDICES

Esta seção reúne o material de suporte que fundamenta os resultados apresentados no corpo do relatório. Seu propósito é assegurar plena rastreabilidade e reprodutibilidade da análise: cada premissa, cada fluxo e cada métrica reportada pode ser reconstruída a partir do detalhamento aqui disponibilizado. A leitura dos apêndices não é necessária para a compreensão das conclusões, mas é indispensável para sua auditoria técnica.

Os apêndices estão organizados em sete blocos. O Apêndice A detalha as premissas determinísticas e a especificação completa das variáveis estocásticas do cenário central. O Apêndice B apresenta a memória de cálculo do Benefício Social Líquido (BSL) ano a ano, com os fluxos da Solução Consensual e da Solução Separada. O Apêndice C reconcilia analiticamente os resultados com o estudo de vantajosidade da GO Associados. O Apêndice D decompõe o reequilíbrio parcial absorvido pela concessionária. O Apêndice E reúne as sensibilidades determinísticas em intervalos estendidos. O Apêndice F especifica a arquitetura técnica da simulação de *Monte Carlo*. Por fim, o Apêndice G consolida os resultados completos dos testes de estresse paramétrico.

6.1. Apêndice A — Detalhamento das Premissas e Parâmetros

A.1. Premissas determinísticas do cenário central. A Tabela 17 consolida todos os parâmetros fixos que sustentam o cenário central da análise, organizados por categoria: convenções temporais, parâmetros financeiros, termos da Solução Consensual, economia de OPEX em gestão comercial, custo do OPEX de lodo na Solução Separada, BDI aplicado e reequilíbrio parcial absorvido pela concessionária. Para cada parâmetro indicam-se o valor adotado e a respectiva fonte, de modo a permitir a reconstrução integral dos fluxos apresentados no Apêndice B. Salvo indicação em contrário, os valores monetários estão expressos na data-base de janeiro de 2011 e são convertidos para dezembro de 2025 pelo fator paramétrico contratual de 2,4803.

Tabela 17. Premissas determinísticas do cenário central

Categoria	Parâmetro	Valor	Fonte
Temporais	Horizonte de análise	31 anos (anos 14 a 44)	Convenção do processo regulatório
	Ano-base efetivo	Ano contratual 15 (jul/2026)	Vigência do Aditivo; Anexo V
	Convenção ano contratual	jul a jun	Cláusula 17 do Contrato
	Data-base canônica	dezembro de 2025	Padrão do processo regulatório
	Data-base do orçamento original	janeiro de 2011	Proposta Comercial vencedora
Financeiras	Taxa social de desconto	6,85% a.a.	Média da NTN-B 2055 entre 2021-2025
	Fator paramétrico (jan/2011 → dez/2025)	2,4803	Fórmula Paramétrica do Contrato
	Composição da Fórmula Paramétrica	50% IPCA + 20% IGP-M + 15% INCC + 15% Energia A4 CPFL	Cláusula contratual de reajuste
Solução Consensual	Desconto sobre o Preço de Referência	4,80%	Ofício nº 76/2026/PPP (Protocolo 612/2026)
	Vigência do desconto	Anos contratuais 15 a 30	Anexo V do Aditivo
	Preço de Referência sem desconto	R\$ 1,4500/m³ (jan/11)	Contrato original
	Preço de Referência com desconto	R\$ 1,3804/m³ (jan/11)	$1,45 \times (1 - 4,80\%)$
	TIR do Anexo V do Aditivo	10,4386% a.a.	Anexo V (Modelo Solução Consensual)
	TIR de referência do Modelo de Partida	11,23% a.a.	Construção da Solução Consensual
	Extensão do prazo contratual	14 anos	Aditivo (anos 31 a 44)
OPEX Lodo (Solução Separada)	Massa de lodo (refinada)	919 t/ano	Parâmetro de convergência metodológica
	Massa de lodo (orçamento original)	1.500 t/ano	Anexo I do pleito conjunto
	Custo unitário (refinado)	R\$ 2.262/t	Refinamento do orçamento A&M
	Custo unitário (original)	R\$ 3.347/t	Orçamento A&M original
	OPEX anual no cenário central	R\$ 2.078.551/ano (jan/11)	$919 \text{ t} \times \text{R\$ } 2.262/\text{t}$
	Equivalente em dez/2025	R\$ 5.155.380/ano	$\times$ Fator paramétrico
BDI	BDI A&M (orçamento concessionária)	9%	Consultoria Alvarez e Marsal
	BDI Sabesp (referência TCE-SP)	28,32%	Acórdão TCE-SP nº 13777.989.17-9
	BDI aplicado no cenário central	28,32%	Contratação pública direta
	Fator multiplicador BDI (CAPEX)	1,177	$(1 + 28,32\%) / (1 + 9\%)$
Reequilíbrio Parcial	Cenário central da TIR de Partida	11,23%	Convergência das partes
	Renúncia anual (sem gross-up)	R\$ 3.246.760/ano (jan/11)	Diferencial 11,23 vs 10,4386
	Fator de gross-up tributário	1,6696	PIS/COFINS 9,25% + IRPJ/CSLL 34%
	Renúncia anual (com gross-up)	R\$ 5.420.753/ano (jan/11)	$\times 1,6696$
	Vigência	Anos contratuais 15 a 44	Horizonte integral do contrato aditado

Elaboração: Equipe Fipe com base nas premissas e fontes documentais do processo regulatório.

A.2. Variáveis estocásticas — especificação completa. A Tabela 18 especifica as sete variáveis tratadas como incertas na simulação de *Monte Carlo*, indicando, para cada uma, a distribuição de probabilidade adotada, seus parâmetros e a justificativa técnica que

ancora a escolha. As distribuições triangulares capturam incertezas com valor mais provável definido (TIR de referência, taxa social de desconto, BDI e multiplicador de CAPEX/OPEX); a distribuição uniforme reflete a ausência de moda preferencial na massa de lodo; e as distribuições de Bernoulli modelam a cobertura tarifária prévia do OPEX e do CAPEX de lodo como eventos binários. Os limites de cada distribuição derivam de fontes documentais do processo regulatório ou de referências técnicas, conforme detalhado na coluna de justificativa.

Tabela 18. Variáveis estocásticas, distribuições e justificativas

Variável	Distribuição	Parâmetros	Justificativa
TIR de referência do Modelo de Partida	Triangular	Mín 10,73%, moda 11,23%, máx 11,98%	Limite inferior submetido a arbitragem; convergência das partes na construção da Solução Consensual; limite superior da Proposta Comercial original
Taxa social de desconto	Triangular	Mín 5,5%, moda 6,85%, máx 8,5%	Intervalo histórico da NTN-B 2055 observado entre 2021 e 2025
BDI público aplicado	Triangular	Mín 0%, moda 9%, máx 28,32%	Zero como piso teórico; 9% como BDI da concessionária privada; 28,32% como referência Sabesp/TCE-SP
Massa de lodo (t/ano)	Uniforme	Mín 919, máx 1.500	Refinamento técnico (parâmetro de convergência metodológica) a orçamento original
Multiplicador CAPEX/OPEX SES pós-extensão	Triangular	Mín 0,80, moda 1,00, máx 1,20	Incerteza paramétrica de $\pm 20\%$ sobre projeções operacionais de 14 anos
OPEX Lodo no escopo da concessão	Bernoulli	$P = 30\%$	Hipótese de cobertura tarifária prévia em conformidade com tratamento dado na Revisão Tarifária Extraordinária de 2025
CAPEX de Lodo coberto pela tarifa	Bernoulli	$P = 70\%$	Hipótese de cobertura tarifária do investimento em tratamento de lodo; maior grau de consenso quanto ao componente de capital

Elaboração: Equipe Fipe com base nas premissas e fontes documentais do processo regulatório.

6.2. Apêndice B — Memória de Cálculo do BSL síntese por faixas de anos

Fluxos da Solução Consensual (Alt.2) — cenário central. A Tabela 19 dispõe, por faixas de anos, os componentes que compõem o fluxo líquido da Solução Consensual: o desconto sobre a contraprestação, o reequilíbrio parcial e a contraprestação adicional decorrente da extensão contratual. Até o ano 30 prevalecem os ganhos correntes (desconto

e reequilíbrio), gerando fluxo líquido positivo; a partir do ano 31, com o início da contraprestação adicional do período estendido, o fluxo torna-se negativo e crescente em magnitude até o ano 44. Descontados à taxa social, esses fluxos resultam em uma Custo Social Líquido (CSL) da Alternativa 2 de R\$ –82,60 MM em janeiro de 2011, equivalente a R\$ –204,88 MM em dezembro de 2025.

Tabela 19. Componentes anuais da Solução Consensual, em R\$ MM em jan/2011

Ano contratual	Desconto CP	Reequilíbrio Parcial	Contraprestação adicional	Líquido anual
14	0,000	0,000	0,000	0,000
15	2,789	5,421	0,000	+8,210
16-30	2,789	5,421	0,000	+8,210 cada
31	0,000	5,421	–54,958	–49,537
32	0,000	5,421	–55,507	–50,086
33-43	0,000	5,421	crescente	crescente em magnitude
44	0,000	5,421	–62,571	–57,150

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

CSL Alt.2 (jan/11) = R\$ –82,60 MM; CSL Alt.2 (dez/25) = R\$ –204,88 MM.

Fluxos da Solução Separada (Alt.1) — cenário central. A Tabela 20 dispõe, por faixas de anos, os dispêndios que compõem o fluxo da Solução Separada, a alternativa em que o Poder Público executaria diretamente as intervenções: CAPEX de redes, CAPEX e OPEX de lodo e CAPEX e OPEX do sistema de esgotamento sanitário (SES). Os investimentos concentram-se nos primeiros anos (CAPEX de redes e de lodo nos anos 15 e 16) e no período pós-extensão (CAPEX e OPEX de SES a partir do ano 31), enquanto o OPEX de lodo recorre ao longo de todo o horizonte. Descontados à taxa social, esses fluxos resultam em uma Custo Social Líquido (CSL) da Alternativa 1 de R\$ –145,46 MM em janeiro de 2011, equivalente a R\$ –360,78 MM em dezembro de 2025.

Tabela 20. Componentes anuais da Solução Separada, em R\$ MM em jan/2011

Ano	CAPEX Redes	CAPEX Lodo	OPEX Lodo	CAPEX SES	OPEX SES	Total
14	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15	–8,875	–7,266	0,000	0,000	0,000	–16,141

Ano	CAPEX Redes	CAPEX Lodo	OPEX Lodo	CAPEX SES	OPEX SES	Total
16	-8,276	-7,266	0,000	0,000	0,000	-15,542
17	-2,794	0,000	-2,079	0,000	0,000	-4,873
18-22	crescente	0,000	-2,079	0,000	0,000	variável
23-30	0,000	0,000	-2,079	0,000	0,000	-2,079 cada
31	0,000	0,000	-2,079	-4,792	-18,435	-25,306
32-43	0,000	0,000	-2,079	variável	variável	crescente em magnitude
44	0,000	0,000	-2,079	-7,306	-12,384	-21,769

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

$$CSLAlt.1(jan/11) = -145,46MM$$

$$CSL Alt.1 (dez/25) = R\$ - 360,78 MM.$$

Cálculo do BSL. O BSL é a diferença entre as Cifras Sociais Líquidas das duas alternativas:

$$BSL(dez/25) = CSLAlt.2 - CSLAlt.1$$

$$BSL(dez/25) = (-204,88) - (-360,78) = +R\$ 155,90 MM$$

6.3. Apêndice C — Reconciliação Analítica com o Estudo de Vantajosidade da GO Associados

A presente Análise Custo-Benefício parte da reconstrução integral do estudo de vantajosidade conduzido pela consultoria GO Associados, com aderência integral ao perímetro de custos e à metodologia adotada no estudo original. A reconstrução analítica é validada pela reprodução numérica dos resultados publicados pela consultoria, com diferença residual inferior a R\$ 0,2 milhão atribuível a arredondamentos. Os refinamentos posteriores incorporados ao cenário central (recalibragem técnica do custo do lodo, reconhecimento do reequilíbrio parcial implícito e ajuste do cronograma contratual) correspondem a camadas analíticas adicionais que **complementam e qualificam** o estudo original, sem dele divergirem em metodologia, perímetro ou orientação interpretativa.

A trajetória progressiva de refinamentos, descrita na Seção 4.1 do relatório principal, posiciona o cenário base consolidado em R\$ 155,9 milhões de vantajosidade, magnitude consistente com a leitura quantitativa apresentada no Estudo Complementar GO Associados de março de 2026 e com as análises técnicas independentes conduzidas no curso do processo regulatório. As três análises (estudo GO Associados, manifestação técnica do regulador e a presente Análise Custo-Benefício independente) convergem no sinal qualitativo do veredito, reforçando a vantajosidade da Solução Consensual como conclusão metodologicamente robusta.

6.4. Apêndice D — Decomposição do Reequilíbrio Parcial

Fundamentação econômica. O reequilíbrio parcial implícito decorre da aceitação, pela concessionária, da Taxa Interna de Retorno (TIR) de 10,4386% pactuada no Anexo V do Aditivo. Esta TIR é inferior à TIR de 11,23% adotada como referência regulatória do Modelo de Partida (diferencial de 0,79 ponto percentual que configura, em termos econômicos, renúncia parcial da concessionária à remuneração contratualmente devida). Sob a regra de reequilíbrio integral aplicável ao contrato, esse diferencial deveria ser compensado ao concessionário por meio de prorrogação adicional do prazo, revisão tarifária ou indenização direta. Sob a Solução Consensual, a renúncia é absorvida pela própria concessionária como parte do arranjo consensual, configurando transferência implícita de valor ao Poder Concedente.

Quantificação da renúncia. A magnitude da renúncia anual é calculada pela diferença entre o fluxo de caixa que recomporia a TIR de 11,23% e o fluxo efetivamente pactuado na TIR de 10,4386%, distribuída ao longo do horizonte do contrato aditado. Para a TIR de referência de 11,23%, a renúncia anual em valores nominais de janeiro de 2011 é de R\$ 3.246.760/ano. Para os limites inferior e superior do intervalo disputado, os valores são demonstrados na Tabela 21 a seguir:

Tabela 21. Renúncia anual em função da TIR de referência (sem *gross-up*, jan/11)

TIR de referência	Renúncia anual (R\$/ano)
10,73%	1.142.686
11,23% (convergência)	3.246.760
11,98%	6.745.359

Elaboração: Equipe Fipe com base no Anexo V do Aditivo e no modelo de análise da FIPE.

Gross-up tributário. Sobre a renúncia líquida aplica-se *gross-up* tributário com fator multiplicador de 1,6696, refletindo o custo bruto que precisaria ser desembolsado pelo Poder Concedente para gerar o equivalente líquido no resultado da concessionária. O fator decorre da combinação de PIS/COFINS (9,25%) e IRPJ/CSLL (34%), em conformidade com o regime tributário aplicável à concessionária e os valores são demonstrados na Tabela 22 a seguir:

$$\begin{aligned}
 \text{Fator gross-up} &= 1 / [(1 - 0,0925) \times (1 - 0,34)] \\
 &= 1 / 0,5990 = 1,6696
 \end{aligned}$$

Tabela 22. Renúncia anual com *gross-up*, em função da TIR de referência (jan/11)

TIR de referência	Renúncia anual <i>gross-up</i> (R\$/ano)
10,73%	1.907.816
11,23% (convergência)	5.420.753
11,98%	11.261.973

Elaboração: Equipe Fipe com base no Anexo V do Aditivo e no modelo de análise da FIPE.

Horizonte temporal de aplicação. O reequilíbrio parcial é reconhecido ao longo do horizonte integral do contrato aditado (anos 15 a 44), totalizando 30 anos contratuais. A renúncia se materializa formalmente com a assinatura do Aditivo (jul/2026, ano 15) e se mantém pela vigência da extensão contratual (até jul/2056, ano 44).

6.5. Apêndice E — Sensibilidades Estendidas

Sensibilidade à TIR de referência do Modelo de Partida (intervalo estendido). A Tabela 23 estende a análise univariada da Seção 4.2 a todo o intervalo da distribuição triangular adotada para a TIR de referência, do limite inferior submetido à arbitragem (10,73%) ao limite superior da Proposta Comercial original (11,98%). Os valores de BSL

decorrem da sensibilidade univariada à TIR — uma relação levemente convexa, em razão do termo de reequilíbrio quadrático na TIR — e já incorporam o *gross-up* tributário. O BSL permanece positivo em todo o intervalo, variando de +R\$ 46,1 MM no piso a +R\$ 338,5 MM no teto, com +R\$ 155,9 MM no cenário base de 11,23%. A TIR de referência é, assim, o parâmetro de maior alavancagem sobre o resultado, mas sem inverter o sinal da vantajosidade em nenhum ponto do range.

Tabela 23. Sensibilidade do BSL à TIR de referência (relação convexa, com *gross-up*)

TIR	BSL em dez/25
10,73%	+R\$ 46,1 MM
10,90%	+R\$ 82,6 MM
11,00%	+R\$ 103,9 MM
11,10%	+R\$ 125,3 MM
11,23% (base)	+R\$ 155,9 MM
11,50%	+R\$ 213,2 MM
11,70%	+R\$ 262,6 MM
11,98% (limite superior)	+R\$ 338,5 MM

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Sensibilidade à taxa social de desconto (intervalo estendido). A Tabela 24 reporta as Cifras Sociais Líquidas de cada alternativa e o BSL resultante para taxas sociais de desconto de 5,00% a 8,50%. Como ambas as alternativas geram fluxos predominantemente negativos, taxas mais altas reduzem o valor presente dos dois dispêndios; o efeito líquido sobre o BSL é, porém, positivo e monótono, elevando-se de +R\$ 88,6 MM a 5,00% para +R\$ 189,0 MM a 8,50%, com +R\$ 155,9 MM no cenário base de 6,85%. A vantajosidade da Solução Consensual é robusta a toda a faixa de taxas considerada.

Tabela 24. Sensibilidade do BSL à taxa social de desconto

Taxa	Alt.1	Alt.2	BSL
5,00%	-R\$ 461,8	-R\$ 373,2	+R\$ 88,6
5,50%	-R\$ 430,6	-R\$ 319,8	+R\$ 110,9

Taxa	Alt.1	Alt.2	BSL
6,00%	-R\$ 402,5	-R\$ 272,7	+R\$ 129,9
6,85% (base)	-R\$ 360,8	-R\$ 204,9	+R\$ 155,9
7,00%	-R\$ 354,1	-R\$ 194,3	+R\$ 159,8
7,50%	-R\$ 333,3	-R\$ 162,0	+R\$ 171,3
8,00%	-R\$ 314,4	-R\$ 133,4	+R\$ 181,0
8,50%	-R\$ 297,2	-R\$ 108,2	+R\$ 189,0

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Sensibilidade ao BDI público aplicado (intervalo estendido). A Tabela 25 examina o efeito do BDI público sobre o BSL ao longo de toda a faixa considerada, do piso teórico de 0% à referência Sabesp/TCE-SP de 28,32% adotada no cenário base. As colunas intermediárias reportam os fatores multiplicadores aplicados ao CAPEX (Fator C13 e Fator E11) e a Custo Social Líquido da Solução Separada, sobre a qual o BDI incide. Como o BDI onera apenas os investimentos da execução pública direta (Alt.1), valores mais altos ampliam a vantagem da Solução Consensual: o BSL cresce de +R\$ 76,3 MM a 0% para +R\$ 155,9 MM no cenário base. Ainda no piso de 0%, a vantajosidade se mantém positiva.

Tabela 25. Sensibilidade do BSL ao BDI público

BDI	Fator C13	Fator E11	Alt.1	BSL
0,00%	0,9174	0,7793	-R\$ 281,2	+R\$ 76,3
5,00%	0,9633	0,8183	-R\$ 295,2	+R\$ 90,4
9,00%	1,0000	0,8494	-R\$ 306,5	+R\$ 101,6
12,00%	1,0275	0,8728	-R\$ 314,9	+R\$ 110,1
15,00%	1,0550	0,8962	-R\$ 323,3	+R\$ 118,5
18,00%	1,0826	0,9196	-R\$ 331,8	+R\$ 126,9
20,00%	1,1009	0,9352	-R\$ 337,4	+R\$ 132,5
22,00%	1,1193	0,9507	-R\$ 343,0	+R\$ 138,2
25,00%	1,1468	0,9741	-R\$ 351,5	+R\$ 146,6
28,32% (base)	1,1772	1,0000	-R\$ 360,8	+R\$ 155,9

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Sensibilidade ao tratamento contábil do OPEX de Lodo. A Tabela 26 contrasta duas hipóteses sobre o OPEX de lodo na Solução Separada: tratá-lo como custo incremental à

alternativa (cenário base) ou considerá-lo já coberto pela tarifa do SEMAE. A segunda hipótese retira esse dispêndio da Alt.1 — reduzindo sua Custo Social Líquido de –R\$ 360,8 MM para –R\$ 305,2 MM — sem afetar a Solução Consensual. O BSL recua, em consequência, de +R\$ 155,9 MM para +R\$ 100,3 MM, uma diferença de –R\$ 55,6 MM. Trata-se do tratamento contábil mais conservador entre os testados, e ainda assim a vantajosidade permanece amplamente positiva.

Tabela 26. Sensibilidade ao tratamento do OPEX de Lodo

Hipótese	Alt.1	Alt.2	BSL
OPEX Lodo incremental à Solução Separada (base)	–R\$ 360,8	–R\$ 204,9	+R\$ 155,9
OPEX Lodo coberto pela tarifa do SEMAE	–R\$ 305,2	–R\$ 204,9	+R\$ 100,3
Diferença	+R\$ 55,6	0	–R\$ 55,6

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

6.6. Apêndice F — Especificação Técnica da Simulação de *Monte Carlo*

Arquitetura computacional. A simulação de *Monte Carlo* é conduzida por modelo paramétrico em Python que reproduz, com precisão decimal, o cenário central da planilha econômico-financeira de referência. O modelo paramétrico é validado pela comparação do BSL central calculado em Python (R\$ 155,90 MM) com o BSL central da planilha (R\$ 155,90 MM), desvio inferior a R\$ 0,01 milhão, atribuível a arredondamentos internos.

Especificação dos sorteios. A simulação conduz **10.000 iterações independentes**, com semente aleatória fixada para reprodutibilidade. Em cada iteração, sorteia-se conjuntamente o vetor de sete parâmetros conforme as distribuições especificadas no Apêndice A.2, sob hipótese de independência entre eles.

Cálculo do BSL para cada iteração. Para cada conjunto de parâmetros sorteados, computa-se:

- (i) O fluxo anual da Solução Consensual (Alt.2): composto pelo desconto sobre o Preço de Referência (anos 15-30), pela economia da gestão comercial (anos 15-30), pelo reequilíbrio parcial implícito (anos 15-44, com *gross-up* tributário) e pela contraprestação adicional (anos 31-44).

- (ii) O fluxo anual da Solução Separada (Alt.1): composto pelo CAPEX de Redes (anos 15-22), CAPEX de Lodo (anos 15-16, condicionado à variável binária de cobertura tarifária), OPEX de Lodo (anos 17-44, condicionado à variável binária e escalado pela massa de lodo sorteada), CAPEX do SES (anos 31-44) e OPEX do SES (anos 31-44). Os componentes CAPEX de Redes e CAPEX de Lodo são multiplicados pelo fator $C13 = (1 + BDI) / (1 + 9\%)$; os componentes OPEX de Lodo, CAPEX do SES e OPEX do SES são multiplicados pelo fator $E11 = (1 + BDI) / (1 + 28,32\%)$ e pelo multiplicador SES sorteado.
- (iii) As Cifras Sociais Líquidas em janeiro de 2011 são obtidas pela aplicação direta da fórmula de Valor Presente Líquido à taxa social de desconto sorteada; a conversão para dezembro de 2025 é realizada pelo fator paramétrico 2,4803.
- (iv) O BSL é computado como $BSL = CSL \text{ Alt.2} - CSL \text{ Alt.1}$.

Métricas estimadas. A partir das 10.000 amostras, são estimadas as seguintes métricas:

- **Estatísticas descritivas:** média, mediana, desvio-padrão, mínimo e máximo
- **Quantis:** P1, P5, P10, P25, P50, P75, P90, P95, P99
- **Probabilidades:** $P(BSL > 0)$, $P(BSL > 50 \text{ MM})$, $P(BSL > 100 \text{ MM})$, $P(BSL > 150 \text{ MM})$, $P(BSL > 200 \text{ MM})$
- **Métricas de cauda:** VaR 5% (5º percentil) e CVaR 5% (média condicional dos valores na cauda inferior de 5%)
- **Análise de contribuição:** correlação de Spearman entre cada parâmetro e o BSL, e contribuição relativa à variância em termos de rho-quadrado normalizado.

Validação por reprodutibilidade. A reprodutibilidade da simulação é assegurada pela fixação dos sorteios através de colagem de valores na planilha de referência, após geração inicial pela função =ALEATÓRIO() da planilha. Execuções sucessivas sobre o mesmo conjunto de sorteios fixados produzem resultados idênticos. A consistência da implementação paramétrica é validada por triplo cruzamento contra a planilha determinística da aba 01. ABC: o cenário central ($BSL = +R\$ 155,90 \text{ MM}$), o cenário S6

(OPEX Lodo no escopo, BSL = +R\$ 100,30 MM) e o cenário otimista S10 (BSL = +R\$ 368,04 MM) são reproduzidos ao centavo pelo modelo paramétrico.

6.7. Apêndice G — Resultados Completos dos Testes de Estresse

Estresse univariado. A Tabela 27 submete cada parâmetro estocástico, isoladamente, ao seu extremo mais desfavorável, mantendo os demais no cenário central. Para cada cenário reportam-se as Cifras Sociais Líquidas das duas alternativas e o BSL resultante, contrastados com a linha-base de +R\$ 155,9 MM. O resultado é uniforme: o BSL permanece estritamente positivo em todos os onze cenários univariados, com o menor valor observado no extremo de TIR mínima (S1a: +R\$ 46,1 MM) e o maior no de TIR máxima (S1b: +R\$ 338,5 MM). Nenhum parâmetro, movido isoladamente até seu limite adverso, é capaz de inverter o sinal da vantajosidade.

Tabela 27. Estresse univariado nos extremos das distribuições³³

Cenário	Configuração	Alt.1	Alt.2	BSL
Base	TIR=11,23 / Tx=6,85 / BDI=28,32 / M=919 / Mult=1,00 / OPEX em escopo separado	-R\$ 360,8	-R\$ 204,9	+R\$ 155,9
S1a	TIR mínima (10,73%), demais base	-R\$ 360,8	-R\$ 314,6	+R\$ 46,1
S1b	TIR máxima (11,98%), demais base	-R\$ 360,8	-R\$ 22,3	+R\$ 338,5
S2a	Taxa mínima (5,5%), demais base	-R\$ 430,6	-R\$ 319,8	+R\$ 110,9
S2b	Taxa máxima (8,5%), demais base	-R\$ 297,2	-R\$ 108,2	+R\$ 189,0
S3a	BDI público nulo (0%), demais base	-R\$ 281,2	-R\$ 204,9	+R\$ 76,3
S3b	BDI 9% (= A&M), demais base	-R\$ 306,5	-R\$ 204,9	+R\$ 101,6
S4a	Massa mínima (919 t), demais base	-R\$ 360,8	-R\$ 204,9	+R\$ 155,9
S4b	Massa máxima (1.500 t), demais base	-R\$ 396,0	-R\$ 204,9	+R\$ 191,1
S5a	Multiplicador SES mínimo (0,80), demais base	-R\$ 328,1	-R\$ 204,9	+R\$ 123,2
S5b	Multiplicador SES máximo (1,20), demais base	-R\$ 393,5	-R\$ 204,9	+R\$ 188,6
S6	OPEX Lodo no escopo da concessão	-R\$ 305,2	-R\$ 204,9	+R\$ 100,3

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Convenção de nomenclatura. A Tabela 27 desdobra cada variável univariada em seus dois extremos, indicados pelos sufixos "a" (limite inferior) e "b" (limite superior); assim, S1a e S1b correspondem aos extremos mínimo e máximo da TIR de referência, e assim sucessivamente até S5. O cenário S6 isola a hipótese binária de cobertura tarifária do OPEX de Lodo. No corpo do relatório (Tabela 13), reporta-se apenas o extremo desfavorável de cada variável, identificado pelo rótulo-base correspondente (S1 a S6).

³³ Mantendo demais parâmetros no cenário central.

A vantajosidade permanece estritamente positiva em todos os cenários univariados, com menor BSL observado no extremo TIR mínima (S1a: +R\$ 46,1 MM).

Estresse combinado: cenários multivariados. A Tabela 28 abandona a variação isolada e combina simultaneamente os parâmetros em configurações coerentes, expondo o BSL a pressões múltiplas. Diferentemente do estresse univariado, aqui o sinal da vantajosidade pode inverter-se: o estresse agregado pessimista (S7) leva o BSL a –R\$ 112,4 MM, e a hipótese ainda mais severa de OPEX de lodo coberto pela tarifa (S8) o reduz a –R\$ 195,6 MM. O cenário conservador regulatório (S9), que combina premissas adversas, porém plausíveis, resulta em –R\$ 51,3 MM, enquanto o cenário otimista (S10) atinge +R\$ 368,0 MM. As inversões de sinal ocorrem apenas sob a conjunção de múltiplos extremos desfavoráveis simultâneos, combinações cuja probabilidade conjunta é quantificada na Seção G.3 e se mostra muito baixa.

Tabela 28. Cenários combinados

Cenário	Descrição	Configuração	BSL
S7	Estresse agregado pessimista	TIR=10,73 / Tx=5,5 / BDI=0% / M=1.500 / Mult=0,80	–R\$ 112,4
S8	S7 + OPEX Lodo no escopo da concessão	Idem S7 + OPEX zerado	–R\$ 195,6
S9	Conservador regulatório	TIR=10,73 / Tx=6,0 / BDI=9% / M=1.200 / Mult=0,90	–R\$ 51,3
S10	Cenário otimista (limites superiores)	TIR=11,98 / Tx=8,5 / BDI=28,32 / M=919 / Mult=1,20	+R\$ 368,0

Elaboração: Equipe Fipe com base no modelo de análise custo-benefício da FIPE.

Probabilidade conjunta dos cenários de inversão. A frequência empírica observada na simulação de *Monte Carlo* dos cenários que produziram inversão de sinal ($BSL < 0$), todos com TIR de referência abaixo do percentil 25 da distribuição triangular combinada com taxa de desconto e BDI público em quartis inferiores das respectivas distribuições, é de aproximadamente 7,9%, em linha com a $P(BSL < 0)$ de 7,9% observada na distribuição empírica completa. Cabe distinguir as duas grandezas probabilísticas citadas neste relatório: o valor de “inferior a 2%” mencionado na Seção 4.4 refere-se à probabilidade conjunta de uma combinação específica de premissas adversas semelhante à do cenário S9, ao passo que os 7,9% aqui reportados correspondem à probabilidade total de o BSL

ser negativo sob qualquer configuração na distribuição empírica completa. A probabilidade conjunta dos cenários severamente adversos ($BSL < -R\$ 50 \text{ MM}$) é inferior a 1%. As inversões de sinal observadas nos testes de estresse determinísticos correspondem, portanto, a regiões de muito baixa probabilidade na distribuição estocástica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7.1. Marco normativo

BRASIL. **Lei nº 11.079, de 30 de dezembro de 2004.** Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 31 dez. 2004.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 jan. 2007.

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. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021.** Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 1º abr. 2021.

BRASIL. **Portaria MCID nº 788, de 1º de agosto de 2024.** Estabelece os procedimentos gerais para o cumprimento do disposto no inciso IV do caput do art. 50 da Lei nº 11.445/2007. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 ago. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Resolução nº 211, de 19 de setembro de 2024.** Aprova a Norma de Referência nº 9/2024. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 23 set. 2024.

PIRACICABA. **Lei Municipal nº 8.147, de 21 de dezembro de 2015.** Cria o Conselho de Regulação e Controle Social (CRCS).

PIRACICABA. **Lei Municipal nº 10.274, de 2025.** Reorganiza o Conselho de Regulação e Controle Social.

7.2. Documentos do processo regulatório

GO ASSOCIADOS. **Estudo de Vantajosidade Técnica e Econômica: SEMAE/Município de Piracicaba — Novos Escopos da PPP Esgoto.** Janeiro de 2026.



GO ASSOCIADOS. **Estudo Complementar GO Associados**. Março de 2026.

GIANSANTE SERVIÇOS DE ENGENHARIA. **Parecer Técnico Independente — Sistema de Tratamento de Lodo da ETA Luiz de Queiroz**. 2026.

ALVAREZ E MARSAL. **Anexo I — Precificação** (Protocolo 103/2026, com atualização no Protocolo 612/2026).

HIDROSAN. **Parecer Técnico Independente — Lodo ETA Luiz de Queiroz**. 2026.

MUNICÍPIO DE PIRACICABA; SEMAE. **Ofício 119/2025/PPP** — solicitação conjunta de revisão contratual.

MUNICÍPIO DE PIRACICABA; SEMAE. **Ofício 182/2025/PPP** — refinamento de escopo.

PARTES; CONCESSIONÁRIA. **Ofício 76/2026/PPP — AMICC-JUR-2026/0000087** (Protocolo 612/2026), de 29 de abril de 2026.

PARTES; CONCESSIONÁRIA. **Termo de Anuência nº 01/2024, nº 04/2024 e nº 02/2025; Termo Aditivo nº 01/2025 ao Termo de Anuência nº 04/2024**.

7.3. Jurisprudência

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Acórdão nº 13777.989.17-9** — Validação do BDI Sabesp de 28,32%.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Acórdão 2392/2022-Plenário** — Acompanhamento da implementação do Marco Legal do Saneamento Básico.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Acórdão 245/2023-Plenário** — Flexibilidade contratual em desestatizações.

7.4. Literatura acadêmica e técnica

ARROW, K. J.; CROPPER, M. L.; GOLLIER, C.; et al. **Should governments use a declining discount rate in project analysis?** Review of Environmental Economics and Policy, v. 8, n. 2, p. 145-163, 2014.

ASSUMPÇÃO SILVA, C. et al. **Análise Custo-Benefício sob Incerteza em Renegociações de Concessões e Parcerias Público-Privadas no Brasil.** Centro de Estudos Público-Privado (CEPP), Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), 2025.

BOARDMAN, A. E.; GREENBERG, D. H.; VINING, A. R.; WEIMER, D. L. **Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice.** 5. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria de Desenvolvimento da Infraestrutura (SDI). Taxa social de desconto para avaliação de investimentos em infraestrutura: atualização pós-consulta pública. Nota Técnica SEI nº 19911/2020/ME. Brasília, 22 maio 2020.

CORNWELL, D. A.; ROTH, D. K. Water Treatment Plant Residuals Management. In: Water Quality and Treatment: A Handbook of Community Water Supplies, 6. ed. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2011, cap. 22.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B.; VOLTAN, P. E. N. **Métodos e Técnicas de Tratamento e Disposição dos Resíduos Gerados em Estações de Tratamento de Água.** São Carlos: LDiBe, 2012.

GODINHO, P.; DIAS, J. **Value for Money assessment and risk analysis in public-private partnerships.** International Journal of Public Sector Management, v. 25, n. 6/7, p. 537-556, 2012.

HARBERGER, A. C. **Project Evaluation: Collected Papers.** London: Macmillan, 1972.

HM TREASURY. **The Green Book: Central Government Guidance on Appraisal and Evaluation**. Londres, 2022.

KUMAR, L.; JINDAL, A.; VELAGA, N. R. **Financial risk assessment and modelling of PPP based Indian highway infrastructure projects**. Transport Policy, v. 62, p. 2-11, 2017.

LIANG, X.; HU, J. **Monte Carlo simulation in PPP-VfM analysis**. Journal of Risk and Financial Management, v. 10, n. 4, p. 1-23, 2017.

MISHAN, E. J.; QUAH, E. **Cost-Benefit Analysis**. 5. ed. London: Routledge, 2007.

OECD. **Principles for Public Governance of Public-Private Partnerships**. Paris: OECD Publishing, 2012.

RICHTER, C. A. **Tratamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água**. São Paulo: Editora Blucher, 2001.

SALCI, S.; JENKINS, G. P. **Stochastic Cost-Benefit Analysis for Urban Water Supply Projects**. Development Discussion Paper, Cambridge Resources International, 2016.

SECKLER, M. M. M. **Tratamento de Resíduos em Estações de Tratamento de Água**. São Paulo: EDUSP, 2017.

STERN, N. **The Economics of Climate Change: The Stern Review**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

WORLD BANK. **Public-Private Partnerships Reference Guide**. 3. ed. Washington: World Bank Group, 2017.