



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO,
CONTABILIDADE E GESTÃO PÚBLICA - FACE
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ATUARIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS CONTÁBEIS - PPGCont

**MEDINDO O QUE IMPORTA: um índice multidimensional de valor público para o
abastecimento de água no Brasil**

LUCIANA CARVALHO DE SOUZA JUNHO

BRASÍLIA - DF

2026

Professora Doutora Rozana Reigota Naves
Reitora da Universidade de Brasília

Professor Doutor Márcio Muniz de Farias
Vice-Reitor da Universidade de Brasília

Professor Doutor Roberto Goulart Menezes
Decano de Ensino de Graduação

Professor Doutor Roberto Ellery
Diretor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas
Públicas

Professor Doutor Cesar Augusto Tiburcio Silva
Coordenador do PPGCONT

LUCIANA CARVALHO DE SOUZA JUNHO

**MEDINDO O QUE IMPORTA: um índice multidimensional de valor público para o
abastecimento de água no Brasil**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências
Contábeis (PPGCont) da Universidade de
Brasília (UnB), como requisito à obtenção
do título de Mestre em Ciências Contábeis.

Mês/ano de ingresso: 01/2024

Área de concentração: Mensuração Contábil

Linha de pesquisa: Impactos da
Contabilidade no Setor Público, nas
Organizações e na Sociedade.

Orientadora: Profa. Dra. Fátima de Souza Freire

BRASÍLIA - DF

2026

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

CJ95m Carvalho de Souza Junho, Luciana
MEDINDO O QUE IMPORTA: um índice multidimensional de
valor público para o abastecimento de água no Brasil /
Luciana Carvalho de Souza Junho; orientador Fátima de Souza
Freire. Brasília, 2026.
131 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) Universidade
de Brasília, 2026.

1. Valor Público da Água. 2. Saneamento Básico. 3. Novo
Marco Legal do Saneamento Básico. 4. Modelagem de Equações
Estruturais. 5. Método Multicritério AHP Gaussiano. I. de
Souza Freire, Fátima, orient. II. Título.

LUCIANA CARVALHO DE SOUZA JUNHO

**MEDINDO O QUE IMPORTA: um índice multidimensional de valor público para o
abastecimento de água no Brasil**

Trabalho de dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis da Universidade de Brasília como requisito para a obtenção do título de mestre em Ciências Contábeis.

Data da aprovação: 24/02/2026

Fátima de Souza Freire — Orientadora
Doutora em Economia
Professora da Universidade de Brasília (UnB)

Vicente Lima Crisóstomo – Membro Externo
Doutor em Administração
Professor da Universidade Federal do Ceará (UFC)

Hebert Kimura — Membro Interno
Doutor em Finanças
Professor da Universidade de Brasília (UnB)

*“Fala com Deus em oração, e Deus
falará contigo em inspiração.”*

(Santo Agostinho)

AGRADECIMENTOS

A Deus, Alfa e Ômega, minha gratidão pela vida, pela saúde e pela força concedida ao longo desta jornada, que me permitiram perseverar diante dos desafios. A Ti, Senhor, toda honra e toda glória.

Aos meus pais, Terezinha e Raimundo, pelo apoio constante, ainda que silencioso, pela confiança e pela presença firme em todos os momentos da minha trajetória.

Ao meu esposo, Edson, e à minha filha, Mariana, pelo apoio cotidiano, pela compreensão nos momentos de ausência e pelo afeto que tornaram este percurso mais leve.

À minha tia Marlene, pelos gestos de cuidado e apoio no dia a dia, sempre presentes e generosos.

À minha orientadora, Professora Doutora Fátima de Souza Freire, pela orientação atenta, disponível e segura, aliando experiência acadêmica e sensibilidade humana na realização deste trabalho.

Ao colega Daniel Soares, doutorando do PPGCont, pelo incentivo nos momentos decisivos e pelas contribuições metodológicas oferecidas com generosidade.

À Universidade de Brasília e, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis (PPGCont), seus professores e colaboradores.

RESUMO

Esta pesquisa avalia a geração do Valor Público da Água (VPA) no setor de saneamento básico brasileiro durante o decênio 2013-2022, sob a égide do Novo Marco Legal do Saneamento. Fundamentado na perspectiva de Moore (1995), o estudo propõe um índice multidimensional para mensurar o valor gerado. A metodologia combina a Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM), utilizando uma amostra de 270 observações longitudinais, com o método multicritério AHP-Gaussiano, empregado para a construção de um índice sintético, por unidade federativa, em cada ano do período analisado. O modelo de mensuração formativo foi construído sobre cinco dimensões: social, econômica, ambiental, política e intangível. Os resultados demonstram que o índice VPA possui consistência interna e capacidade explicativa moderada na metade do período analisado, atingindo seu ápice em 2019 (R^2 do VPA de 0.745). A análise dos pesos externos evidencia que o VPA é fortemente condicionado pela dimensão política que, à luz do Triângulo Estratégico de Moore (1995), indica que a criação de valor público está ancorada nos índices dessa dimensão, refletidos na segurança jurídica dos contratos, nos mecanismos de equidade tarifária e na configuração dos arranjos público-privados.

Palavras-chave: Valor Público da Água, Saneamento Básico, Novo Marco Legal do Saneamento Básico, Modelagem de Equações Estruturais, Método Multicritério AHP-Gaussiano.

ABSTRACT

This research evaluates the generation of Public Value of Water (PVW) within the Brazilian basic sanitation sector during the 2013-2022 decade, under the aegis of the New Legal Framework for Sanitation. Grounded in Moore's (1995) perspective, the study proposes a multidimensional index to measure the value generated. The methodology combines Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), utilizing a sample of 270 longitudinal observations, with the AHP-Gaussian multicriteria method, employed to construct a synthetic index by federative unit for each year of the analyzed period. The formative measurement model was built upon five dimensions: social, economic, environmental, political, and intangible. The results demonstrate that the PVW index possesses internal consistency and moderate explanatory power in half of the analyzed period, reaching its peak in 2019 (R^2 of 0.745). The analysis of outer weights evidence that the PVW is strongly conditioned by the political dimension which, considering Moore's (1995) Strategic Triangle, indicates that public value creation is anchored in the indices of this dimension, reflected in the legal certainty of contracts, tariff equity mechanisms, and the configuration of public-private arrangements.

Keywords: Public Value of Water (PVW); Basic Sanitation; New Legal Framework for Basic Sanitation, Structural Equation Modeling (SEM), AHP-Gaussian Multicriteria Method.

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ABAR	Agência Brasileira de Agências Reguladoras
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CadÚnico	Cadastro Único para Programas Sociais
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
JASP	Jeffreys' Amazing Statistics Program
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ONU	Organização das Nações Unidas
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PPP	Parcerias Público Privadas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SNSH	Secretaria Nacional de Segurança Hídrica
VPA	Valor Público da Água

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Ranking da distância euclidiana dos vizinhos mais próximos (k) para imputação de dados ao Distrito Federal (DF)	53
Tabela 2	Resultados da Análise Fatorial Confirmatória por dimensão – 2013 a 2022.....	61
Tabela 3	Resultado da Validade Convergente no período de 2013 a 2022	64
Tabela 4	Análise da colinearidade dos indicadores do modelo formativo do VPA	65
Tabela 5	Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2013	67
Tabela 6	Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Social	68
Tabela 7	Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Econômica	69
Tabela 8	Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Ambiental	70
Tabela 9	Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Política	71
Tabela 10	Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Intangível.....	72
Tabela 11	Coeficientes de determinação do Valor Público da Água (VPA).....	73
Tabela 12	Medidas de redundância do Valor Público da Água (VPA)	75
Tabela 13	Coeficientes de caminho (β) da dimensão social	75
Tabela 14	Coeficientes de caminho (β) da dimensão econômica	76
Tabela 15	Coeficientes de caminho (β) da dimensão ambiental.....	76
Tabela 16	Coeficientes de caminho (β) da dimensão política	77
Tabela 17	Coeficientes de caminho (β) da dimensão intangível	77
Tabela 18	Dados brutos dos critérios da dimensão ambiental antes da normalização - 2013	82
Tabela 19	Matriz normalizada da dimensão ambiental e ranqueamento - 2013.....	83
Tabela 20	Cálculo do Fator Gaussiano da dimensão ambiental - 2013	84
Tabela 21	Peso dos critérios na dimensão social (Fator Gaussiano Normalizado)	85
Tabela 22	Valor Público da Água – Dimensão Social	85
Tabela 23	Peso dos critérios na dimensão econômica (Fator Gaussiano Normalizado)	87
Tabela 24	Valor Público da Água – Dimensão Econômica	88
Tabela 25	Índice de investimento em esgoto per capita – AC, RR, TO e SC	89
Tabela 26	Peso dos critérios na dimensão ambiental (Fator Gaussiano Normalizado)	91
Tabela 27	Valor Público da Água – Dimensão Ambiental.....	91
Tabela 28	Peso dos critérios na dimensão política (Fator Gaussiano Normalizado).....	93
Tabela 29	Valor Público da Água – Dimensão Política.....	93
Tabela 30	Peso dos critérios na dimensão intangível (Fator Gaussiano Normalizado).....	96
Tabela 31	Valor Público da Água – Dimensão Intangível.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Modelo Formativo-Formativo do Valor Público da Água (VPA)	58
Figura 2	Representação da validade convergente do Valor Público da Água (VPA)	63
Figura 3	Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Social por Unidade da Federação (2013-2022)	87
Figura 4	Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Econômica por Unidade da Federação (2013-2022)	90
Figura 5	Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Ambiental por Unidade da Federação (2013-2022)	92
Figura 6	Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Política por Unidade da Federação (2013-2022)	95
Figura 7	Distribuição Espacial do Valor Público da Água - Médias da Dimensão Intangível por Unidade da Federação (2013-2022)	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Dimensões do Valor Público da Água (VPA).....	29
Quadro 2	Indicadores da dimensão social do Valor Público da Água	30
Quadro 3	Indicadores da dimensão econômica do Valor Público da Água (VPA).....	36
Quadro 4	Indicadores da dimensão ambiental do Valor Público da Água.....	40
Quadro 5	Indicadores da dimensão política do Valor Público da Água.....	44
Quadro 6	Indicadores da dimensão intangível do Valor Público da Água (VPA).....	47
Quadro 7	Indicador de validação externa do VPA	50
Quadro 8	Diagnóstico de classificação do modelo de mensuração do Valor Público da Água conforme Jarvis et al. (2003).....	57
Quadro 9	Matriz de critérios para exclusão e refinamento teórico dos indicadores formativos.....	59
Quadro 10	Indicadores descontinuados na etapa de refinamento teórico do modelo formativo.....	60
Quadro 11	Procedimentos para execução do método AHP-Gaussiano.....	80
Quadro 12	Modelo de Matriz de Decisão VPA – Modelo AHP-Gaussiano	80
Quadro 13	Classificação dos vetores de cada critério	82
Quadro 14	Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Social do VPA	85
Quadro 15	Ranking das cinco piores UFs na Dimensão Social do VPA	86
Quadro 16	Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Econômica do VPA	88
Quadro 17	Ranking das cinco piores UFs na Dimensão Econômica do VPA	90
Quadro 18	Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Ambiental do VPA	92
Quadro 19	Ranking das cinco piores UFs na Dimensão Ambiental do VPA	92
Quadro 20	Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Política do VPA.....	93
Quadro 21	Ranking das cinco piores UFs na Dimensão Política do VPA	94
Quadro 22	Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Intangível do VPA.....	97
Quadro 23	Ranking das cinco piores UFs na Dimensão Intangível do VPA	97

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	17
1.1	Contextualização	17
1.2	Problematização e Hipótese de Pesquisa	19
1.3	Objetivos	20
1.3.1	Objetivo Geral.....	20
1.3.2	Objetivos Específicos.....	20
1.4	Justificativa do Estudo, Estratégia Analítica e Estrutura da Pesquisa.....	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	Teoria do Valor Público	22
2.2	Valor Público da Água (VPA)	25
2.3	Saneamento Básico no Brasil.....	26
3	DIMENSÕES DO VALOR PÚBLICO DA ÁGUA.....	29
3.1	Indicadores da Dimensão Social	30
3.1.1	População com Acesso Simultâneo à Água e Esgoto	30
3.1.2	Atendimento em Áreas Vulneráveis	31
3.1.3	Impacto Hidrossanitário	32
3.1.4	Desigualdade no Acesso à Água.....	34
3.2	Indicadores da Dimensão Econômica	35
3.2.1	Eficiência Operacional	36
3.2.2	Perda de Água.....	37
3.2.3	Receita per capita	38
3.2.4	Investimentos per capita em Infraestrutura de Água e Esgoto.....	38
3.3	Indicadores da Dimensão Ambiental	39
3.3.1	Potabilidade da Água.....	40
3.3.2	Aproveitamento da Água Captada.....	42
3.3.3	Captação Hídrica per capita	43
3.3.4	Uso Sustentável da Água	43
3.4	Indicadores da Dimensão Política	44
3.4.1	Contratos Vigentes de Água	44
3.4.2	Regulamentação da Tarifa Social	45
3.4.3	Percentual de Participação Privada na Prestação dos Serviços.....	46
3.5	Indicadores da Dimensão Intangível	47
3.5.1	Paralisações no Abastecimento de Água	47

3.5.2	Intermitências no Abastecimento de Água	48
3.5.3	Extravasamentos de Esgoto	49
3.6	Reclamações como Indicador de Validação Externa do Valor Público da Água	50
4	METODOLOGIA.....	51
4.1	Estrutura Metodológica	51
4.2	Fontes	51
4.3	Tratamento dos Dados.....	52
4.3.1	Dados Ausentes (<i>Missing Data</i>)	52
4.3.2	Valores Nulos (Zeros Essenciais)	54
4.3.3	Valores Invertidos.....	54
4.4	Delimitação do Campo de Estudo.....	54
4.5	Métodos de Coleta.....	54
4.6	Softwares.....	54
4.7	Modelos Estatísticos.....	55
4.8	Especificação do Modelo e do Conteúdo.....	56
4.8.1	Especificação do Modelo de Mensuração.....	56
4.8.2	Indicador de Validação Externa.....	58
4.8.3	Especificação de Conteúdo	58
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	61
5.1	Análise Fatorial Confirmatória (AFC)	61
5.2	Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM)	
	63	
5.2.1	Validade Convergente (Análise de Redundância)	63
5.2.2	Colinearidade entre os indicadores - VIF (Variance Inflation Factor)	65
5.2.3	Relevância e Significância - Pesos Externos (Outer Weights)	66
5.2.4	Avaliação do Modelo Estrutural (Inner Model).....	73
5.2.5	Conclusão dos Resultados do PLS-SEM.....	78
5.3	Método Multicritério AHP-Gaussiano	78
5.3.1	Adequação do AHP-Gaussiano ao Valor Público da Água.....	79
5.3.2	Aplicação do Método AHP-Gaussiano	80
5.3.3	Matriz de Decisão - Critérios e Alternativas.....	80
5.3.4	Vetores Monotômico de Custos e de Benefício.....	81
5.3.5	Normalização dos Resultados.....	82
5.3.6	Média, Desvio-padrão e Fator Gaussiano	84

5.3.7	Análise dos Resultados	84
5.3.8	Síntese dos Resultados do Método AHP-Gaussiano	98
6	CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....	99
	REFERÊNCIAS.....	102
	APÊNDICE A.....	117
	APÊNDICE B.....	118
	APÊNDICE C.....	119
	APÊNDICE D.....	120
	APÊNDICE E.....	121
	APÊNDICE F.....	122
	APÊNDICE G.....	123
	APÊNDICE H.....	124
	APÊNDICE I.....	125
	APÊNDICE J.....	126
	APÊNDICE K.....	127
	APÊNDICE L.....	128
	APÊNDICE M.....	129
	APÊNDICE N.....	130
	APÊNDICE O.....	131

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A água é reconhecida como bem essencial à vida e recurso estratégico ao desenvolvimento sustentável. Em setembro de 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou a Agenda 2030, durante a Cúpula para o Desenvolvimento Sustentável, com a presença de cerca de 190 chefes de Estado e de Governo, que juntos, aprovaram a Resolução *Transformando o Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável*. Dentre as metas da Agenda, destaca-se o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), que visa garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento até 2030.

Em termos práticos, isso envolve metas de ampliação do acesso à água potável e ao saneamento, melhor qualidade da água, maior eficiência no uso desse recurso e na redução das perdas, aprimoramento da gestão integrada da água, proteção dos ecossistemas aquáticos e fortalecimento do financiamento, cooperação e participação local.

Em 2019, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) lançou a primeira edição do relatório *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores*, com diagnóstico positivo para aumento da cobertura do saneamento, embora ainda relatando desigualdades regionais e insuficiência no atendimento. O relatório também cita aumento muito discreto do *stress* hídrico entre 2006 e 2016, mostrando que houve alguma gestão no uso eficiente. Em 2022, a segunda edição do relatório indica avanços no atendimento da cobertura, mas mostra um Brasil que ainda enfrenta desafios: 78% da população tem acesso a água potável e 72% dispõe de esgotamento sanitário. Apesar da melhora no uso eficiente (62%), ainda há *stress* hídrico (21%), e a qualidade da água, antes crítica (2019), permaneceu estável em 2022 (63%).

Embora a gestão dos recursos hídricos seja um dos eixos centrais dos serviços prestados pelo estado, a efetividade das políticas públicas de saneamento básico estão longe de colocar o Brasil entre os países com os melhores índices da Agenda 2030 (Leite *et al.* 2022). É um cenário que contradiz o principal instrumento de planejamento de saneamento básico de longo prazo – PLANSAB, que, por meio da Lei do Marco Legal do Saneamento nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, estabeleceu a meta de água potável para 99% da população e coleta e tratamento de esgoto para 90% até 2033 (Ravanello *et al.*, 2024).

Mesmo com os avanços do Marco Legal do Saneamento, persistem desafios relacionados não só à universalização do acesso, mas à redução das desigualdades, à sustentabilidade econômico-financeira dos serviços e à proteção dos ecossistemas hídricos. Esse contexto exige avaliação constante da atuação dos prestadores de serviços públicos de saneamento, superando métricas puramente técnicas e financeiras e incorporando dimensões

sociais, políticas, ambientais e intangíveis que expressem sua relevância estratégica para a sociedade. Mais do que mensurar o preço ou o valor econômico da água, o desafio consiste em representar o valor público associado aos serviços de abastecimento.

Essa dinâmica dialoga com o pensamento de Mark Moore (1995), que afirma que os governos, ao atenderem às demandas da sociedade ou gerar condições públicas para isso, transcendendo interesses individuais, geram valor público. No seu trabalho seminal, intitulado *Criando valor público: gestão estratégica no governo*, Moore (1995) oferece um referencial teórico importante para analisar a capacidade das ações governamentais de gerar benefícios coletivos. O autor argumenta que o valor público é criado quando as ações públicas atendem efetivamente às necessidades da sociedade, promovendo resultados que ultrapassam a entrega de serviços básicos. No saneamento, o valor público está intrinsecamente ligado não somente à capacidade do governo de assegurar a universalização do acesso, mas também de manter a preservação ambiental, a equidade na distribuição da água e a modicidade tarifária.

Nessa direção, a perspectiva do cidadão – e o seu atendimento - é um ponto relevante a ser considerado na construção de valor público (Bozeman, 2007; Lopes et al., 2018), o que é reforçado por Dallagnol & Portulhak (2025), que em estudos recentes, demonstraram como universidades federais brasileiras evidenciam sua contribuição social a partir do modelo proposto por Moore (1995, 2000), centrado na criação de valor coletivo, na construção de legitimidade e apoio institucional e no desenvolvimento da capacidade operacional. Os autores pontuam que instituições públicas geram valor público quando atendem às necessidades coletivas, sendo maior o valor público quanto maior for o grau de satisfação e conquistas sociais desejadas, ou seja: valor público é o que o público valoriza (Talbot, 2006).

Essa perspectiva reforça a importância de aplicar abordagens semelhantes ao setor de saneamento, no qual a água, como bem público essencial, exige instrumentos de mensuração capazes de traduzir sua contribuição multidimensional à sociedade. Mas Fukumoto e Bozeman (2019) alertam que os valores públicos são dinâmicos e moldados por transformações sociais, políticas e tecnológicas, variando conforme contextos históricos e demandas coletivas. No campo hídrico, essa transformação é evidente: a água deixou de ser vista apenas como um recurso natural abundante para ser reconhecida como um ativo estratégico, com valor vinculado à saúde pública, à mitigação de impactos climáticos e à promoção da justiça social.

Isso consolida a ideia de Bozeman (2011), de que valor público não é só uma ideia abstrata, mas pode ser traduzido em métricas. A ideia por trás da teoria de valor público é desenvolver indicadores que compartilhem valores coletivos, comunitários ou públicos (Fukumoto & Bozeman, 2019), como fizeram Bloomberg, Bryson e Crosby (2014), que

definiram o valor público por meio da mensuração de indicadores em toda a cadeia de construção, desde a entrada (*inputs*) até os produtos finais (*outcomes*), passando por interações com partes interessadas (*process*) e pela produção (*output*). Meynhardt (2009), também compartilha o posicionamento de que valor público é mensurável e obedece ao roteiro de entrada, processo, produção e saída. Da revisão da literatura, não é possível extrair uma fórmula específica, mas sim, um verdadeiro mosaico de métodos de mensuração de resultados.

Apesar da relevância do tema, observa-se no Brasil uma lacuna metodológica: não existem instrumentos consolidados que mensurem, de forma integrada e multidimensional, como o setor de saneamento contribui para a geração de valor público por meio da água. Embora o Marco Legal estabeleça princípios de universalização, eficiência, transparência e sustentabilidade, as avaliações permanecem concentradas em indicadores técnicos isolados, sem capturar plenamente as diferentes dimensões do valor público.

Moore (2021) observa que o valor público é, em grande medida, “incognoscível” em sua totalidade, uma vez que decisões governamentais são tomadas sob condições de incerteza, com informações incompletas e resultados imprevisíveis, o que reforça a necessidade de ferramentas analíticas que representem múltiplas dimensões desse valor público e orientem decisões mesmo em ambientes incertos. Nesse sentido, a mensuração do Valor Público da Água (VPA) representa um esforço metodológico para traduzir empiricamente essa complexidade e oferecer um instrumento capaz de mensurar a contribuição social, ambiental, econômica, política e intangível associada aos serviços de abastecimento de água no Brasil.

Para isso, a pesquisa apresenta quais indicadores contribuem para a mensuração do valor público associado aos serviços de abastecimento de água no Brasil e, a partir desses indicadores, elabora um índice sintético que integra as dimensões social, econômica, ambiental, política e intangível, em consonância com os princípios do Marco Legal do Saneamento.

Apesar do saneamento básico compreender um conjunto amplo de serviços, esta pesquisa concentra-se especificamente no abastecimento de água, por ser o serviço mais diretamente associado à geração de valor público relacionado à saúde, à dignidade humana e à segurança hídrica.

1.2 Problematização e Hipótese de Pesquisa

Embora a literatura sobre valor público tenha avançado significativamente e o marco normativo do saneamento no Brasil seja relativamente consistente, observa-se uma lacuna metodológica relevante. As avaliações das políticas públicas de abastecimento de água permanecem concentradas em indicadores técnicos, operacionais ou econômico-financeiros, o que limita

a compreensão dos efeitos sociais, ambientais, políticos e intangíveis associados à prestação desses serviços.

Autores como Fukumoto e Bozeman (2019) destacam que os valores públicos são dinâmicos e estruturados por transformações sociais, políticas e institucionais, o que dificulta sua mensuração. Ainda assim, Bozeman (2011) argumenta que o valor público não se restringe a uma ideia abstrata, podendo ser traduzido em métricas capazes de refletir valores coletivos. Bloomberg, Bryson e Crosby (2014) e Meynhardt (2009) reforçam essa perspectiva ao defenderem abordagens de mensuração baseadas em múltiplas dimensões.

Diante desse contexto, a pesquisa busca testar empiricamente as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: O Valor Público da Água pode ser mensurado empiricamente por meio de um indicador sintético multidimensional composto pelas dimensões social, econômica, ambiental, política e intangível.

Hipótese 2: As dimensões social, econômica, ambiental, política e intangível contribuem de forma distinta para a formação do valor público da água, apresentando diferentes níveis de relevância explicativa ao longo do período analisado (2013-2022).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral da presente pesquisa é investigar o Valor Público da Água no setor de saneamento básico brasileiro, no período de 2013 a 2022, à luz do Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), por meio da construção e validação de um indicador sintético multidimensional.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar indicadores que compõem as dimensões social, econômica, ambiental, política e intangível do valor público da água, à luz da Teoria do Valor Público (Moore, 1995);
- Desenvolver um modelo de mensuração por meio da Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) para o Índice de Valor Público da Água (VPA);
- Ponderar os indicadores que compõem as dimensões do VPA por meio do método multicritério AHP-Gaussiano; e
- Analisar a evolução do VPA entre as unidades federativas brasileiras no período analisado.

1.4 Justificativa do Estudo, Estratégia Analítica e Estrutura da Pesquisa

A relevância deste estudo decorre da centralidade da água como garantia de direitos fundamentais, de saúde pública e de desenvolvimento sustentável. No Brasil, o saneamento básico permanece como um dos setores com maior *déficit* de atendimento, marcado por profundas desigualdades territoriais e socioeconômicas, o que exige políticas públicas integradas que promovam equidade e eficiência.

Estudos indicam que o controle social e a percepção dos usuários exercem papel relevante na orientação das políticas públicas de saneamento, ainda que essa participação seja condicionada por limitações institucionais e informacionais (Paz & Fracalanza, 2020; Nabatchi, 2012). De forma complementar, Lima et al. (2017) destacam que a satisfação dos usuários funciona como uma bússola para os formuladores de políticas públicas, sinalizando quais pontos foram atendidos e quais necessitam de atenção.

Nesse contexto, a Teoria do Valor Público oferece um referencial analítico consistente para avaliar a atuação estatal. Segundo Moore (1995), os governos criam valor público quando suas ações atendem efetivamente às necessidades coletivas, transcendendo interesses individuais. No setor de saneamento, isso implica considerar não apenas a expansão da cobertura, mas também a equidade no acesso, a preservação ambiental e a modicidade tarifária.

A literatura reforça que o valor público deve ser analisado a partir da perspectiva do cidadão e do seu grau de satisfação com os serviços públicos (Bozeman, 2007; Talbot, 2006). Estudos empíricos demonstram que instituições públicas evidenciam sua contribuição social quando articulam criação de valor coletivo, legitimidade institucional e capacidade operacional, conforme o modelo proposto por Moore (1995, 2000) (Dallagnol & Portulhak, 2025).

A pesquisa possui natureza exploratória, com abordagem quantitativa. Inicialmente, realiza-se uma revisão normativa e bibliográfica de valor público, gestão da água e saneamento básico, com o objetivo de fundamentar teoricamente a construção dos modelos propostos.

A etapa empírica baseia-se na coleta e análise de dados secundários provenientes de bases oficiais, como Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS). Os dados são organizados em painéis longitudinais e analisados por meio da Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) e do método multicritério AHP-Gaussiano, utilizados de forma complementar para validação e síntese do indicador.

Além desta introdução, a dissertação está organizada em seis capítulos. O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico, com ênfase na Teoria do Valor Público e no saneamento básico. O Capítulo 3 descreve as dimensões e os indicadores do Valor Público da Água. O Capítulo 4

detalha os procedimentos metodológicos. O Capítulo 5 apresenta e analisa os resultados empíricos. E, por fim, o Capítulo 6 reúne as conclusões do estudo, contribuições, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Teoria do Valor Público

A literatura sobre valor público tem origem em Moore (1995), que o define como a capacidade das organizações públicas de atender às necessidades coletivas, promover legitimidade democrática e produzir resultados socialmente relevantes. Nas organizações privadas, o valor privado é voltado para o retorno financeiro e para os acionistas, e o objetivo primordial é maximizar o lucro, atendendo à demanda de quem paga pelos seus produtos e serviços. É o consumidor quem determina o valor, e o retorno financeiro que a empresa é capaz de gerar é o que define a qualidade de sua atuação.

Por outro lado, o valor público abrange dimensões sociais, políticas, ambientais e intangíveis, refletindo a diversidade de interesses e expectativas sociais (Bryson, Crosby & Bloomberg, 2014). Moore (2000) argumenta que modelos estratégicos tradicionais, inspirados no setor privado, são insuficientes para a ação pública, propondo um modelo baseado em três elementos interdependentes: definição de missão e propósito social, construção de legitimidade junto aos *stakeholders* e desenvolvimento da capacidade operacional necessária para transformar objetivos em resultados concretos. O desempenho das organizações públicas deve ser avaliado pela sua contribuição ao bem-estar coletivo, o que demanda estratégias adaptadas à complexidade dos problemas públicos.

Nabatchi (2012) aprofunda essa discussão ao distinguir valor público de valores públicos: o primeiro, objeto desta pesquisa, refere-se aos resultados tangíveis produzidos em nome da sociedade, enquanto o segundo diz respeito aos princípios normativos que orientam a ação estatal para o alcance do valor público. Ou seja, a criação de valor público é a extensão em que os critérios de valores públicos são atendidos (Bloomberg, Bryson e Crosby, 2014). Na vanguarda do valor público, os valores públicos são definidos por identificação, motivação e instrumentação, sendo a identificação a mais fundamental (Fukumoto & Bozeman, 2019). Identificar um valor público pode exigir tempo, recurso financeiro e participação social — ora prevalece a regra da maioria, ora a proteção de minorias (Beck Jørgensen & Bozeman, 2007) — havendo debate frequente sobre a presença ou ausência de consenso (Fukumoto & Bozeman, 2019). Esses valores são transformados conforme pressões políticas e sociais, de modo incremental ou drástico, com diferentes intensidades e podendo seguir a mesma direção ou o

oposto (Beck Jørgensen & Vrangbæk, 2011). Para Bozeman & Johnson (2015), mudanças frequentes ou drásticas são pouco prováveis, dado o tempo e o esforço coletivo para moldá-los. Por exemplo: a segurança interna de um Estado ganhou valor público após eventos de terrorismo, enquanto a política de migração, antes fomentada para o crescimento econômico, perdeu valor público em vista do sentimento de ameaça à segurança (Fukumoto & Bozeman, 2019). Os autores citam que nem sempre é possível saber se as políticas públicas são motivadas por boas intenções ou por interesses próprios, ou por ambas. Mas admitem que as motivações podem se conectar entre si, como por exemplo, na política de moradia para população de baixa renda em área urbana. Trata-se de um valor público sob a ótica dos governos, mas há múltiplos interesses envolvidos: cidadãos sem moradia querem o apoio governamental; comunidades vizinhas podem abordar problemas de segurança; empresas locais podem se interessar por esse mercado. É a típica situação em que setores público e privado podem contribuir, juntos, para a criação de valor público, desde que motivados (Benington, 2009).

No campo da gestão da água, essa distinção implica que políticas públicas devem assegurar direitos, como prioridade no atendimento às áreas vulneráveis, tarifa compatível com custos eficientes, potabilidade da água, proteção de mananciais, a fim de garantir o valor público de acesso universal, modicidade tarifária, redução de doenças e sustentabilidade ambiental (Fukumoto & Bozeman, 2019; Jørgensen & Rutgers, 2015). Nesse contexto, a água transcende a dimensão econômica e técnica e assume papel social e ambiental.

O paradigma do valor público desloca o foco da administração pública da lógica de eficiência e controle para a lógica de produção deliberada de resultados socialmente relevantes e sustentáveis. O gestor público passa a atuar como empreendedor, alinhando missão e propósito social, aos recursos institucionais e à legitimidade democrática. Isso é feito por meio do diálogo com diversos atores sociais. No cerne dessa abordagem está o Triângulo Estratégico de Moore (1995), composto por três dimensões: criação de valor público, legitimidade e apoio e capacidade operacional, recomendado aos gestores públicos para a melhor entrega de valor público.

Meynhardt & Metelmann (2009) mostram um estudo alinhado com a visão gerencial de Moore ao citar valor público como guia para a ação de gestores públicos. Os autores usaram o triângulo estratégico como referência para a pesquisa empírica que realizaram junto a gerentes de nível médio na Alemanha, para vincular teoria à prática. O estudo encontrou evidências de que o conceito de Moore é aplicável a diferentes contextos da administração alemã, onde gerentes intermediários pensam e atuam como empreendedores de valor público, articulando os resultados sociais desejados com a autorização política e viabilidade operacional.

Decifrando o tripé estratégico de Moore (1995), tem-se que: i. a criação de valor envolve a definição de resultados coletivos, como segurança, saúde, educação, equidade social, proteção ambiental e acesso universal à água; ii. a legitimidade e o apoio referem-se ao ambiente político e institucional, necessário à implementação de políticas; iii. capacidade operacional abrange recursos humanos, financeiros, tecnológicos e organizacionais. A articulação desses elementos amplia a avaliação do desempenho governamental e, nesse sentido, a *accountability* passa a incluir a demonstração de como políticas e serviços criam valor coletivo e transformam realidades sociais.

Moore (2021) sustenta que o valor público não pode ser reduzido a parâmetros técnicos ou econômicos, porque emerge de processos sociais e políticos permeados por diferentes interpretações e conflitos de valores. Criar valor público implica decidir quais bens priorizar, quem deve ser beneficiado e como alocar recursos públicos. Na gestão da água, isso significa reconhecê-la como direito humano fundamental e bem essencial, cuja valoração envolve negociação de interesses e deliberação democrática. Nesse ponto, a essência da gestão pública está na capacidade de unir recursos financeiros públicos e autoridade regulatória, em ações que promovam o interesse público. Estudos empíricos, como o de Karunasena, Denge e Singh (2011), mostram que esse referencial pode ser aplicado em contextos reais, como na avaliação do governo eletrônico no Sri Lanka. Os autores destacam quatro aspectos centrais — prestação de serviços, resultados obtidos, confiança e eficácia organizacional — e reforçam a importância de modelos de avaliação que considerem diferentes dimensões do valor público. Essa lógica também se aplica à gestão da água, pois a combinação de dimensões sociais, ambientais e econômica permite uma avaliação real das necessidades da sociedade.

As políticas públicas não devem ser avaliadas apenas por métricas econômicas, mas também por valores coletivos, como equidade e justiça social (Fukumoto & Bozeman, 2019). Mas a criação de valor público ocorre em contextos permeados por tensões e *trade-offs* entre valores conflitantes. Breaugh, Hammerschmid e Stockreiter (2025) mostram que a busca por eficiência (por exemplo, concentração de investimentos em áreas mais rentáveis) compromete a equidade; e a proteção da privacidade (por exemplo, divulgação de dados individuais) pode entrar em conflito com a transparência. Essas tensões se manifestam na gestão da água em decisões sobre tarifas e investimentos, que precisam equilibrar sustentabilidade econômica, justiça distributiva e universalização.

Por fim, a literatura recente aponta um descompasso entre a criação de valor e sua avaliação, fenômeno denominado “*decoupling*” por Isik (2025). Esse conceito descreve a lacuna entre objetivos estratégicos amplos, como equidade, justiça social e sustentabilidade, e

indicadores restritos a critérios técnicos e operacionais. Essa desconexão limita a capacidade das políticas públicas de capturar a verdadeira complexidade do valor público. No saneamento, essa lacuna é especialmente relevante, porque políticas voltadas para a universalização do acesso e à proteção dos ecossistemas são muitas vezes avaliadas pela métrica de indicadores financeiros, negligenciando-se as dimensões sociais e ambientais.

2.2 Valor Público da Água (VPA)

No campo do saneamento, o conceito de valor público está associado à medida com que os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário contribuem para a satisfação e o bem-estar coletivo. Quando essa contribuição não se materializa de forma plena, emerge o conceito de *public value failure* (Bozeman, 2002; Fukumoto & Bozeman, 2019), que identifica situações em que valores essenciais, como equidade, sustentabilidade e participação social, não se concretizam nas políticas públicas, mesmo quando metas técnicas tenham sido alcançadas.

É nesse cenário que a água se destaca. Por ser um direito humano fundamental e um bem essencial à vida, a água no setor de saneamento torna-se o palco ideal para aplicação da Teoria do Valor Público de Mark Moore (1995). Para Moore, a gestão pública não deve se limitar apenas a números; precisa transcender a dimensão econômica e avançar para aspectos intangíveis, políticos e sociais. Essa visão mais integrada foi, inclusive, o que impulsionou a evolução do Novo Marco Legal do Saneamento. Com as atualizações trazidas pela Lei nº 14.026/2020, o Brasil passou a exigir não só a universalização dos serviços, mas também uma regulação mais forte e uma vigilância constante sobre a sustentabilidade de quem presta o serviço (Heller & Rezende, 2009; Rezende, 2011).

Mas permanecem os desafios relacionados à legitimidade institucional e ao apoio social. A legitimidade constrói-se sobre a segurança jurídica de contratos vigentes e a conformidade com o Novo Marco Legal, assegurando que as instituições possuam o amparo normativo e a competência técnica para agir. Já a eficiência técnica só ganha legitimidade se estiver acompanhada do respaldo social, o que geralmente ocorre quando a gestão é transparente e justa do ponto de vista tarifário. Sem isso, corre-se o risco de uma *public value failure*, ou seja, pode até haver eficiência operacional, mas não encontra eco no apoio popular. Um exemplo claro é a elevação de tarifas para custear obras: por mais que a medida seja tecnicamente correta, se o cidadão não enxergar o benefício social ou não confiar na instituição, o resultado será o distanciamento da sociedade e o enfraquecimento da autoridade governamental. Afinal, para que o VPA se materialize, o serviço não deve apenas funcionar bem sob o aspecto operacional, mas ser reconhecido como legítimo e justo por quem mais importa: a sociedade.

Esse cenário de desconfiança é alimentado pela realidade de que a avaliação do setor de saneamento precisa ser mais ampla e atender não somente às expectativas de empresas de saneamento, com a análise de indicadores técnicos, operacionais e econômicos; é necessário avaliar também o que outros atores, usuários e agências reguladoras, entendem como “valor” (von Sperling & von Sperling, 2013). Ao priorizar resultados técnicos e financeiros, acaba-se deixando de lado dimensões sociais, políticas e intangíveis, que também influenciam a forma como os serviços de abastecimento de água são percebidos e valorizados pela sociedade. A viabilidade técnica é apenas metade da equação.

Além disso, a adoção de indicadores multidimensionais, que meçam também equidade social, proteção ambiental e a governança, ambos refletidos nas dimensões social, ambiental e política da água, está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), especificamente à ODS 6 (Água Potável e Saneamento). A mensuração do Valor Público da Água representa um esforço para traduzir essas dimensões e avaliá-las de forma integrada.

2.3 Saneamento Básico no Brasil

No setor de saneamento básico, a formação do valor público pode enfrentar desafios importantes, especialmente em cenários de restrição financeira, que ameaça a universalização dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Segundo Santos e Vasques (2023), os investimentos em saneamento no Brasil entre 2003 e 2018 foram desigualmente distribuídos, com maior concentração em municípios maiores e na região Sudeste, enquanto os municípios menores dependeram de prestadores estaduais e financiamento externo.

A ocupação urbana desordenada, associada ao despejo inadequado de resíduos sólidos, tem comprometido a qualidade da água e ameaçado os recursos hídricos, tornando sempre urgente a implementação de políticas de gestão ambiental (Silva *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a distribuição justa da água surge como outro importante obstáculo. Desigualdades regionais deixam evidente que, enquanto as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentam índices de atendimento próximos da universalização (frequentemente acima de 90%), as regiões Norte e Nordeste sofrem com déficits estruturais graves. A região Norte, em particular, é apontada como a que possui os menores índices de atendimento, apesar de deter a maior reserva hídrica do país (Custódio, 2023). Segundo Mendes *et al.* (2022), o acesso ao serviço de abastecimento de água ainda é segregado e prioritariamente disponibilizado a famílias com maiores rendas, concentradas em grandes centros urbanos no Brasil. As áreas periféricas e as zonas rurais, onde se concentra a população mais pobre, há maior carência de

saneamento básico, sobretudo no que se refere ao esgotamento sanitário (Galvão e Paganini, 2009).

A negligência ou ausência de saneamento básico, de modo geral, expõe as comunidades a surtos de doenças evitáveis. De acordo com Fachine et al. (2022), o país registrou mais de 64 mil óbitos por doenças de veiculação hídrica entre 2016 e 2022, em 558 microrregiões do Brasil, dos quais 111 apresentaram, simultaneamente, elevada mortalidade por problemas de saneamento e baixa cobertura, com destaque para as regiões norte e nordeste. Paixão e Ferreira (2012) destacam que a deficiência de saneamento básico gera externalidade negativa ao sistema econômico na forma de danos causados à saúde.

No que se refere às normas do setor, implementado pela Lei Federal nº 14.026/2020, o novo marco promoveu alterações importantes na Lei Federal nº 11.445/2007 - Lei do Saneamento Básico. Ferreira, Gomes e Dantas (2021), listaram os principais desafios e controvérsias trazidas pela nova lei, destacando, dentre os mais expressivos, as metas de universalização, fundamentais na promoção da saúde pública e qualidade de vida, e a participação do setor privado na prestação de serviços públicos de saneamento básico, visto como uma esperança no avanço da infraestrutura do setor. Espera-se, com isso, que o novo marco legal crie um ambiente favorável para a criação e ampliação do valor público da água. Mas é preciso considerar que a atual realidade do saneamento básico no Brasil impõe desafios financeiros, regulatórios e estruturais à implementação da nova lei. Há municípios e regiões vulneráveis no Brasil que não possuem capacidade de investimento suficiente para alcançar a universalização da água até 2033, e a abertura para o setor privado, se não regulada adequadamente, pode incentivar o encarecimento de tarifas e a desigualdade na universalização, em regiões mais pobres (Silva & Souza, 2022). Com metas por vezes inalcançáveis, a própria lei pode trazer riscos e ameaças ao desenvolvimento do setor, embora não seja o seu objetivo.

O Brasil é um país com vastas reservas hídricas, a gestão e distribuição desse recurso ainda apresenta desafios históricos, sobretudo no saneamento básico. De acordo com o Relatório Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2023), que atualiza informações sobre águas do país, apesar da abundância de recursos hídricos, as desigualdades regionais no acesso à água e as dificuldades e desafios para garantir a segurança hídrica são uma constante.

Uma das principais mudanças foi a substituição dos contratos de programa, predominantes entre municípios e empresas públicas estaduais, pela obrigatoriedade de licitações para a concessão dos serviços. É uma medida que vai promover maior competitividade e atrair investimentos privados, especialmente em regiões onde a infraestrutura é mais deficitária, como áreas rurais ou distante de grandes centros urbanos.

Outro avanço importante foi a exigência de comprovação da capacidade econômico-financeira dos prestadores de serviço. Essa nova regra assegura que empresas contratadas ou já atuantes possuam condições técnicas e financeiras para cumprir as metas de universalização, que incluem garantir o acesso à água potável para 99% da população e ao esgotamento sanitário para 90%, até 2033. Com isso, busca-se maior eficiência e transparência na gestão dos recursos e maior garantia de resultados para a população.

A lei também fortaleceu o papel da regulação no setor, centralizando e padronizando as diretrizes regulatórias por meio da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). A ANA passou a ser responsável pela elaboração de normas de referência que orientam as agências reguladoras locais em questões como tarifas, qualidade dos serviços e critérios de universalização. Esse movimento visa criar um ambiente regulatório mais estável e homogêneo, fundamental para atrair investimentos e assegurar a qualidade e acessibilidade dos serviços.

Além disso, a nova legislação ampliou as possibilidades de regionalização dos serviços de saneamento, incentivando a formação de blocos regionais que reúnam municípios para a prestação compartilhada dos serviços. Essa medida busca viabilizar economicamente o atendimento a cidades menores e menos atrativas para investidores, permitindo que áreas deficitárias sejam atendidas em conjunto com regiões mais desenvolvidas.

Ao combinar medidas que estimulam a eficiência, a competitividade e a inclusão, a Lei nº 14.026/2020 pretende enfrentar os desafios históricos do setor de saneamento no Brasil, promovendo maior equidade no acesso a esses serviços essenciais. Nesse contexto, discutir o valor público da água torna-se imprescindível para avaliar como políticas e ações públicas podem atender às necessidades sociais e ambientais, assegurando acesso equitativo, qualidade e sustentabilidade.

3 DIMENSÕES DO VALOR PÚBLICO DA ÁGUA

A água é um recurso ambiental vital, de múltiplo uso e insubstituível, e sua preservação é essencial para segurança hídrica das gerações presentes e futuras (Morlin e Euzébio, 2023). Ao estudar a água como um recurso natural que exerce papéis diversos, além de recurso econômico, Neto (2010) destaca suas dimensões natural, ambiental, institucional, social, econômica e territorial. Morlin e Euzébio (2023), também consideram a dimensão social e ambiental, mas incluem ainda a dimensão individual, que aborda a água como um elemento essencial à sobrevivência e dignidade humana.

Na ótica social, o valor público da água é representado pelo seu papel na saúde, no bem-estar e na dignidade humana. A dimensão econômica da água está relacionada à sua importância para o desenvolvimento socioeconômico. A dimensão ambiental inclui ações e resultados voltados para a manutenção dos ecossistemas e da biodiversidade. A dimensão política refere-se à governança e a gestão da água, voltados para a equidade no acesso a esse recurso. E, por fim, a dimensão intangível, que vai abordar aspectos relacionados à percepção e a utilidade desse recurso para a sociedade.

Para cada dimensão, foram associadas variáveis ou indicadores escolhidos com base nos atributos específicos de cada dimensão. Essa pesquisa aborda as dimensões social, econômica, ambiental, política e intangível da água, conforme detalhado no Quadro 1.

As cinco dimensões adotadas não pretendem esgotar todas as possíveis manifestações do valor público da água, mas representam um conjunto analiticamente coerente, empiricamente observável e normativamente alinhado à Teoria do Valor Público e ao Marco Legal do Saneamento, permitindo operacionalização estatística e comparabilidade federativa.

Quadro 1

Dimensões do Valor Público da Água (VPA)

Dimensão	Características	Fundamento Teórico	Fundamento Legal
Social	Universalização, redução de desigualdades, impacto na saúde e qualidade de vida.	Li e Wang (2020)	Art. 2º, I e II; Art. 11-B da Lei 11.445/2007, alterada pela Lei 14.026/2020
Econômica	Sustentabilidade financeira, eficiência operacional e investimentos.	Li e Wang (2020)	Art. 2º, VII e XIII; Art. 10-A da Lei 11.445/2007, alterada pela Lei 14.026/2020
Política	Governança, conformidade regulatória, regionalização e participação social.	Papi <i>et al.</i> (2018); Li e Wang (2020)	Art. 2º, IX, X e XIV; Art. 3º, IX; Art. 8º da Lei 11.445/2007, alterada pela Lei 14.026/2020
Ambiental	Sustentabilidade ambiental, preservação de recursos hídricos e mananciais, qualidade de vida saudável	Morlin e Euzébio (2024); Li e Wang (2020)	Art. 2º, III e XII da Lei 11.445/2007, alterada pela Lei 14.026/2020

Intangível	Percepção de qualidade, transparência e impacto no bem-estar social.	(BRACCI <i>et al.</i> , 2019)	Art. 2º, VI da Lei 11.445/2007, alterada pela Lei 14.026/2020
-------------------	--	-------------------------------	---

Fonte: Elaboração própria.

3.1 Indicadores da Dimensão Social

A dimensão social da água tem relação direta com o direito material de todo indivíduo a esse recurso vital, insubstituível e de múltiplo uso, sendo dever do Estado disponibilizá-lo a todas as camadas da sociedade (Morlin & Euzébio, 2023). Breaugh, Hammerschmid e Stockreiter (2025) e Isik (2025), destacam, respectivamente, que o valor público não é composto apenas de eficiência e responsabilidade na entrega, mas também de princípios sociais, como equidade, acessibilidade e confiança, e que esses princípios compõem uma abordagem que vai para além de somente atingir métricas operacionais. Nesse contexto, foram definidas variáveis que expressam o valor público da água, a partir do nível de atendimento das necessidades da sociedade (saúde, dignidade, justiça social, participação).

Quadro 2

Indicadores da dimensão social do Valor Público da Água

Dimensão	Indicador	Proxy	Justificativa	Fundamento	Fonte
Social	População com acesso simultâneo à água e esgoto	População atendida com ambos os serviços de saneamento	Avaliar o acesso a saneamento e higiene adequados a todos	Lei 14.026/2020, art. 29	SNIS, SINISA, IBGE
	Atendimento com abastecimento de água	Percentual de atendimento com abastecimento de água	Avaliar o nível de atendimento das necessidades	Lei 14.026/2020, art. 11-B, §1º, IV	PNUD
	Impacto hidrossanitário	Redução de doenças de veiculação hídrica e melhorias na qualidade de vida	Avaliar o índice de redução dos impactos negativos na saúde pública	Lei 14.026/2020, art. 13	DataSUS, IBGE
	Desigualdade no acesso a serviços de água	Diferença na cobertura de serviços entre diferentes grupos socioeconômicos (renda)	Avaliar o acesso equitativo, com atenção especial às populações de baixa renda	Lei 14.026/2020, art. 11-B, §2º	SNIS, SINISA, IBGE

Fonte: Elaboração própria.

3.1.1 População com Acesso Simultâneo à Água e Esgoto

Heller *et al.* (2014) abordam a acessibilidade ao saneamento básico proposta na Lei nº 11.445/2007 como o acesso igual para todos, sem qualquer discriminação ou preconceito - ricos e pobres, homens e mulheres, velhos e crianças, nordestinos e sulistas, negros e brancos, independentemente de etnia ou opção sexual. Os autores vão além do mero conceito de acessibilidade e afirmam que a universalidade proposta na Lei deve estar articulada à noções de

equidade e integralidade (Custódio, 2023). É integral o serviço prestado na sua completude: uma infraestrutura ofertada de água vai demandar a necessidade de infraestrutura de esgoto para captar a água utilizada, dada a forte e direta relação que possuem (Custódio, 2023).

Bayu *et al.* (2020) reforçam essa realidade, ao analisarem o acesso à água e esgoto em países em desenvolvimento e constatarem que países com baixa desigualdade no acesso à água tendem a apresentar maior cobertura de serviço de esgotamento sanitário. Mas alertam que em certas regiões do continente africano, por exemplo, os níveis de desigualdade de água e esgoto tem graus variados, encontrando, inclusive, países em que a desigualdade no acesso à água é maior que no acesso ao esgotamento sanitário, como ocorre na Zâmbia. Isso revela padrões relacionados à priorização de políticas públicas.

Trata-se de uma importante vertente social do saneamento básico, medida pelo indicador População com acesso simultâneo à água e esgoto. Esse índice é medido exclusivamente por indicadores do SNIS: cobertura de água – AG001 (População Total Atendida com Abastecimento de Água) ou de esgoto – ES001 (População Total Atendida com Esgotamento Sanitário), dos dois o menor. Mais de 98% dos dados levantados mostram cobertura de água maior que de esgoto. Nesses casos, a cobertura de esgoto foi considerada o número que reflete o atendimento simultâneo de água e esgoto, dado que, no Brasil, a grande maioria dos domicílios com atendimento de esgoto, tendem a ter também atendimento com água. O Diagnóstico Temático do SNIS (2023) mostra que 84,9% da população tem atendimento de água, enquanto 56,0% são atendidas com redes de esgoto.

3.1.2 Atendimento em Áreas Vulneráveis

A realidade brasileira mostra que existe forte desigualdade no acesso aos dois serviços (água e esgotamento sanitário), especialmente em regiões marcadas por diferenças regionais, econômicas e sociais. Populações mais vulneráveis – pobres e moradores de áreas periféricas – tem menor acesso à água e, por isso, consomem menos. Isso depende da infraestrutura disponível, o que, geralmente, está associada ao nível de renda ou IDH do município (Rodrigues & Marques, 2024). Grandes centros urbanos, com PIB e IDH mais elevados, apresentem maiores taxas de cobertura (> 90%), a exemplo de cidades dos estados de São Paulo e Paraná, além do Distrito Federal (Jacobi & Cibim, 2021).

Em estudos globais sobre a infraestrutura hídrica, McDonald *et al.* (2014) verificaram que, quanto maior é a urbanização, maior é o atendimento da demanda por água, uma vez que as cidades dispõem de poder econômico e político para expandir a infraestrutura. Mas destacam,

por outro lado, que áreas vulneráveis - periurbanas, favelas, assentamentos e áreas de risco, tem o abastecimento de água prejudicado não só por limitações financeiras, mas também por questões geográficas, ou seja, cidades de baixa renda não tem recursos para construir longos sistemas de abastecimento, ficando limitadas a fontes locais, muitas vezes escassas e poluídas.

Guimarães (2015) destaca que a pobreza é um dos principais determinantes do estado de vulnerabilidade, comumente adotada por pesquisadores no mapeamento de usuários dos serviços de abastecimento de água. A autora reforça que a pobreza tem caráter multidimensional, que inclui renda, educação e desenvolvimento industrial, econômico e humano, dimensões que se conectam diretamente com os elementos que compõem o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH). A Organização Panamericana de Saúde (OPAS) adotou o IDH para pesquisas sobre a relação entre o acesso à água potável e o desenvolvimento humano, concluindo no relatório OPAS (2000), que regiões e populações com baixo IDH tendem a ter menor acesso à água potável, revelando uma correlação direta entre IDH e níveis de cobertura. Quer dizer, a precariedade desse serviço impacta negativamente o IDH. Logo, é esperado que regiões com baixo IDH tenham menor cobertura de água.

O indicador Atendimento em áreas vulneráveis vai mostrar o quanto regiões vulneráveis – identificadas pelo menor IDH frente a média nacional de IDH – estão sendo abastecidas com água. O cálculo é feito pela diferença entre o Índice de Atendimento de água, representado pela razão entre a População Total Atendida com Abastecimento de Água (AG001) e a População residente total segundo o IBGE (GE12a), e o IDH do estado, ambos previamente normalizados por mín-máx, resultado em um índice dentro da escala de 0 a 1. Nessa escala, valores próximos de zero mostram estados com déficit social, onde o saneamento (abastecimento de água) é inferior ao nível de desenvolvimento humano, enquanto os valores próximos de 1, indicam cobertura de água além das condições socioeconômicas, ou seja, apesar da vulnerabilidade, a região sendo abastecida com água. O indicador é tanto mais favorável quanto maior for a diferença entre o índice de atendimento e o idh. Trata-se de um indicador de eficiência social, pois mostra quem está se esforçando mais para dar água a quem mais precisa.

3.1.3 Impacto Hidrossanitário

A ausência de saneamento básico impacta diretamente a saúde e a qualidade de vida da população com baixo nível de atendimento, configurando uma das principais externalidades negativas da falta de saneamento básico, sobretudo pelo aumento de incidência de doenças de veiculação hídrica. Mora Alvarado e Portuguesez Barquero (2009) afirmam que 10% da carga global de doenças está associada à água e saneamento, servindo como principal exemplo, as

doenças diarreicas, responsáveis por 1,6 a 2,5 milhões de mortes por ano, principalmente em crianças menores de 5 anos em países em desenvolvimento.

Crianças e idosos são os mais vulneráveis, segundo estudo realizado no Equador entre 2011 e 2020 (Ortiz-Prado et al., 2022). Na Índia, Kumar et al. (2022) também constam que os idosos são os mais afetados pelos impactos hidrossanitários, sobretudo os que residem em áreas rurais, não utilizam sanitários, possuem poucas práticas de higiene e tem menor condição econômica. Diarréia e febre tifóide foram as doenças de maior ocorrência no grupo.

A Organização Mundial da Saúde lançou o documento Introdução às Doenças Infecciosas Relacionadas à Água – Módulo 1.1 (OMS, 2022), com orientações para identificação e gestão de riscos associados à falta de água potável ou à falhas no tratamento de água e esgoto, dirigidas à profissionais de saúde, gestores públicos e equipes de vigilância sanitária. O documento lista diversas doenças reconhecidas como de veiculação hídrica, com forte ligação epidemiológica, destacando, dentre outras: esquistossomose, leptospirose e febre tifoide, como resposta da ausência de saneamento, manejo inadequado de esgoto, corpos d'água poluídos, falhas na drenagem com inundações urbanas e tratamento inadequado de água, com contaminação fecal.

Além da esquistossomose, leptospirose e febre tifoide, Ramírez-Castillo *et al.* (2015) listam também, a cólera, como uma das doenças endêmicas mais graves, associada a surtos de grande impacto, como o que ocorreu nas Filipinas entre 2008 e 2013, com registro de 42.071 casos. Os autores enfatizam que deficiências nos sistemas de abastecimento de água, como falhas na filtração de água superficial, desinfecção inadequada e estruturas precárias, com redes antigas e vazamentos, criam condições favoráveis para sobrevivência e disseminação da cólera via sistemas de abastecimento. Em 2010, houve surtos também no Haiti e em países atingidos por terremotos, como República Dominicana e Flórida (EUA), com mais de 8 mil mortes e 698 mil casos. No mesmo ano, diversos casos foram relatados na Europa, em quantidades menores.

Esse cenário só reforça o que Prüss-Ustün *et al.* (2023) concluíram ao avaliarem o cenário geral de contaminação por doenças transmitidas pela água, de que tal contaminação ocorre ao longo de todo o sistema de abastecimento de água, desde a captação até o consumo, seguido pelo despejo do efluente e respectivo tratamento, numa cadeia contínua.

Diante desse contexto epidemiológico, decidiu-se incluir no presente estudo as quatro doenças de grande relevância e recorrência, associada à falta ou falha no saneamento básico – leptospirose, esquistossomose, febre tifoide e cólera – para análise da qualidade hidrossanitária.

Os dados foram obtidos junto ao DATASUS e Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan. Para o cálculo do indicador, foi apurado o índice de cobertura de água, obtido pela razão entre AG001 (População Total Atendida com Abastecimento de Água) e GE12a (População residente total, segundo o IBGE), que foi dividido pela soma do total de casos das doenças analisadas (cólera, esquistossomose, febre-tifoide e leptospirose), dividida pela população do estado, ajustado em casos por 100 mil habitantes. Quanto maior for indicador, melhor será a qualidade hidrossanitária, indicando que a proporção de cobertura de água é superior aos casos de doenças por 100 mil habitantes.

3.1.4 Desigualdade no Acesso à Água

O direito à água envolve o acesso físico e econômico a esse recurso, de forma segura e contínua. Mas no Brasil o acesso aos serviços de abastecimento de água permanece profundamente desigual, com as maiores disparidades registradas entre as regiões Norte e Nordeste, constantemente alocadas nas piores posições no *ranking* nacional de cobertura de água. O cenário é mais grave nas áreas rurais em que apenas 52% da população rural tem acesso a serviços de abastecimento de água adequado, contra 85% da população urbana (SNIS, 2021). Apesar da Lei de saneamento nº 11.445/2007 e da Lei do Novo Marco Legal do Saneamento nº 14.026/2021, o saneamento rural continua negligenciado e refém de falhas de políticas públicas (MACEDO *et al.*, 2025).

As desigualdades ocorrem também, e de forma mais complexa, nas áreas urbanas, como constatarem Cenci e Tonel (2024), ao pesquisar a convergência entre o direito humano à água, a urbanização e o acesso ao saneamento básico. Os autores abordam a desigualdade como um problema estrutural derivado não da escassez do recurso, mas da má distribuição, e nessa direção identificaram problemas sócio espaciais que agravam a desigualdade: crescimento desordenado, ocupação precária das periferias, distância das periferias até as redes de abastecimento e segregação social. Além disso, concluem que não apenas limitações territoriais ou sociais acentuam a desigualdade, mas também questões econômicas, associadas à tarifa da água. A gravidade é expressa nos números do SNIS (2021), que revelam que 35 milhões de pessoas não tem acesso à água no Brasil.

Ao discutirem os desafios metodológicos para medir as desigualdades no abastecimento de água, Dickson e Gabrielsson (2023) destacam a ênfase particular que tem sido dada à mensuração das desigualdades a partir de índices relacionados à pobreza, deixando clara a probabilidade substancial de que famílias mais pobres sejam insuficientemente atendidas com

água. Na maioria dos países com dados disponíveis, a cobertura de saneamento básico foi duas vezes maior no quintil mais rico, quando comparado ao quintil mais pobre (OMS; UNICEF, 2019). Jesus, Monteiro e Tomasella (2023) mensuraram as desigualdades no Brasil, abrangendo todos os municípios e estados, com base nos quintis de renda – 20% mais ricos (Q4) e 20% mais pobres (Q1). Chegaram à conclusão de que os 20% mais ricos tem acesso à água potável 11,4 vezes mais do que os 20% mais pobres.

Para avaliar as desigualdades no abastecimento de água, foi adotado o mesmo método, mas optou-se pela estratificação em tercís de distribuição: superior, médio e inferior, para garantir tamanhos de grupos mais robustos em todos os estados. Sobre a forma de distribuição dos dados, Wong *et al.* (20174) afirmam que o número de estratos é uma escolha analítica, desde de que faça sentido para o objetivo do estudo. A estratificação socioeconômica foi realizada com base no Índice de Desenvolvimento Humano por Município (IDHM), considerando que regiões mais vulneráveis e mais favorecidas, representadas por baixo e alto IDH, respectivamente, sofrem mais e menos com abastecimento de água. Após o ranqueamento, foi calculado o percentil de cada município (razão entre posição no ranking e quantidade de municípios), alocando-os em tercís, inferior, médio e superior. Para cada terço, foi calculada a média do indicador IN055 (abastecimento de água). A desigualdade resulta da comparação entre a média do terço inferior e do terço superior do estado: quanto maior o afastamento das médias, pior é a desigualdade.

3.2 Indicadores da Dimensão Econômica

A grande disponibilidade de água em determinadas regiões do Brasil deve ser considerada um recurso natural propulsor do desenvolvimento econômico regional e de alternativas adequadas de desenvolvimento (TUNDISI, 2008). A dimensão econômica da água reconhece o seu valor como insumo fundamental para diversos setores da economia, como agricultura, indústria e energia. O valor econômico da água se conecta à sua contribuição para a produção de bens e serviços, geração de empregos e o crescimento econômico. Portanto, a água, como reconhece Paula (2013), é dotada de valor econômico, e é também um bem escasso, que requer um equilíbrio entre o seu caráter preservacionista e utilitário (Alves e Mendes, 2011). A água tem valor econômico para todos os seus usos e deve ser considerada como um bem econômico (ICWE, 1992). A escassez hídrica pode gerar prejuízos econômicos significativos, afetando a produção agrícola, a indústria e o abastecimento urbano (HESPANHOL, 2008). Portanto, a gestão eficiente dos recursos hídricos é essencial para garantir a segurança hídrica e o desenvolvimento econômico sustentável.

A Lei nº 11.445/2007, posteriormente atualizada pela Lei 14.026/2020, trata da sustentabilidade dos serviços de saneamento básico sob a perspectiva da dimensão econômica, que estabelece que estes serviços públicos devem ser sustentáveis, mediante remuneração pela cobrança de tarifas. Mas ressalta que essa sustentabilidade econômico-financeira não é garantida somente pela tarifação, mas é alcançada também pelos investimentos realizados em infraestrutura e pela gestão institucional eficiente, com redução de custos e perdas d'água (PLANSAB, 2014).

Quadro 3

Indicadores da dimensão econômica do Valor Público da Água (VPA)

Dimensão	Indicador	Proxy	Justificativa	Fundamento	Fonte
Econômica	Eficiência operacional	Custo médio por metro cúbico de água distribuída e esgoto tratado	Avaliar a eficiência e sustentabilidade econômico-financeira dos serviços	Lei 14.026/2020, art. 29	SNIS, SINISA
	Perda de água	Percentual de água perdida na distribuição	Avaliar o cumprimento do índice de perdas d'água	Lei 14.026/2020, art. 50, IV	SNIS, SINISA
	Receita per capita	Relação entre a receita operacional e a população atendida	Avaliar a capacidade de gerar recursos financeiros por habitante	Lei 14.026/2020, art. 29	SNIS, SINISA
	Investimentos per capita em infraestrutura de água	Valor investido em infraestrutura de água por habitante	Avaliar o atendimento da meta de universalização à nível per capita	Lei nº 14.026/2020, Art. 11-B	SNIS, SINISA
	Investimentos per capita em infraestrutura de esgoto	Valor investido em infraestrutura de esgoto por habitante	Avaliar o atendimento da meta de universalização à nível per capita	Lei nº 14.026/2020, Art. 11-B	SNIS, SINISA

Fonte: Elaboração própria.

3.2.1 Eficiência Operacional

A eficiência operacional na prestação dos serviços de saneamento está intrinsecamente relacionada aos custos de produção de água e tratamento de esgoto. É eficiente a prestação dos serviços que tenha o menor custo operacional possível (Rodriguez-Garcia *et al*, 2011). Os custos operacionais são uma *proxy* da dimensão econômica e, nessa pesquisa, correspondem aos custos por metro cúbico de água produzida e esgoto tratado.

Ablanedo-Rosas *et al.* (2020), analisaram a eficiência operacional das empresas de água mexicanas sob a ótica do custo por volume de água produzida, considerando que é um índice que representa, segundo a visão dos autores, uma medida real de desempenho de eficiência econômica, que captura produtividade e capacidade de operar com o menor custo unitário. Os resultados para as empresas de saneamento mexicanas indicaram custo unitário elevado por

cada metro cúbico de água produzida, refletindo a presença de perdas de água e baixa produtividade. Ablanedo-Rosas *et al.* (2020) concluíram que seria necessária uma redução de 18% a 28% nos insumos para que as empresas alcançassem melhores níveis de eficiência.

Hernández-Sancho e Sala-Garrido (2009) analisaram a eficiência operacional nos processos de tratamento de esgoto. O locus da pesquisa foram 338 Estações de Tratamento de Esgoto na região de Valência (Espanha). Os autores propuseram a criação de um índice econômico de eficiência baseado nos custos operacionais das estações por metro cúbico de esgoto tratado. Em suas pesquisas, verificaram que o índice de eficiência operacional diminui quanto menor é o porte das ETEs, e que, se essas ETEs adotassem práticas eficientes, comuns em ETEs de grande porte (produtividade, escala, redução de perdas), teriam seus custos reduzidos.

Em linha com essas literaturas, o indicador de eficiência operacional vai calcular FN015 – Custos de exploração (pessoal, produtos químicos, energia elétrica, serviços de terceiros, água importada, esgoto exportado, despesas fiscais e tributárias e outras despesas de exploração) sobre ES006 – Volume de esgoto tratado, somado ao AG012 – Volume de água macro medido (medido na saída das ETAs). As despesas fixas e variáveis estão diretamente relacionadas à operação de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Quanto menor a DEX, maior é a eficiência operacional.

3.2.2 Perda de Água

A perda de água potável destinada ao abastecimento urbano e rural é uma realidade muito presente em países em desenvolvimento (Trojan e Morais, 2015). De acordo com GO Associados e Instituto Trata Brasil (2024), no Brasil as perdas alcançaram 35% em 2022, sendo 15% superior à média dos países desenvolvidos. Esse percentual perdura desde 2006, portanto, a mais de 10 anos há um cenário de falhas endêmicas na gestão do saneamento básico. No *ranking* mundial, o Brasil ocupa a 78ª posição perante 139 nações. Na comparação com seus pares do bloco econômico e político BRICS, é superado pela China em 2012 (21%), Rússia em 2020 (21%) e África do Sul em 2017 (34%), estando à frente apenas da Índia (41%).

Nessas realidades, não é raro encontrar companhias de saneamento operando com redes de abastecimento deterioradas; hidrômetros submedindo a água consumida, conhecido como “perda aparente”; pressão da água inadequada nas redes (um aumento de 10% na pressão se traduz em aumento de cerca de 10% no volume de vazamentos); e ausência de investimentos, seja para troca ou manutenção da infraestrutura (Kingdom, Liemberger, & Marin, 2006).

Trata-se de um indicador importante na gestão do abastecimento de água no Brasil, que engloba não somente o aspecto econômico, mas também o operacional. O indicador mostra os resultados do IN049 – Índice de perdas na distribuição, que mede quanto de água entrou na rede de distribuição e não foi efetivamente consumida pelos usuários.

3.2.3 Receita per capita

Na dimensão econômica da água, a receita per capita constitui o indicador que avalia a capacidade de geração de recursos dos prestadores de serviços de saneamento básico, frente à população atendida, sendo amplamente utilizado em análise de sustentabilidade econômico-financeira. Trata-se de um índice que expressa o montante médio arrecadado por habitante a partir da prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário e refletem, de forma integrada, o nível tarifário praticado, a eficiência da cobrança, a ativação das ligações disponíveis e a efetiva conversão do volume distribuído em faturamento (Freitas, 2024; Lanunce; Monteiro, 2007).

A literatura aplicada ao setor evidencia que receita per capita mais elevada está associada à maior capacidade de autofinanciamento, permitindo às companhias sustentar investimentos, reduzir perdas operacionais e mitigar pressões tarifárias no médio e longo prazo. Freitas (2024) destaca que ganhos de eficiência operacional, especialmente redução de perdas de água, melhoria da micromedição e ativação de ligações ociosas, têm impacto direto no aumento do faturamento, independentemente da expansão física do sistema, reforçando a centralidade desses indicadores na avaliação econômica do saneamento

Por outro lado, receita per capita reduzida sinaliza baixa cobertura, elevado nível de perdas comerciais, submedição, inadimplência ou fragilidades na gestão operacional e comercial. Estudos empíricos baseados em dados do SNIS mostram que melhorias na gestão da qualidade e no controle operacional resultam em aumento do volume faturado mesmo em contextos de estabilidade da produção, indicando que esses indicadores capturam não apenas a capacidade arrecadadora, mas também a eficiência do uso dos recursos disponíveis no setor de saneamento básico (Lanunce et al., 2007).

3.2.4 Investimentos per capita em Infraestrutura de Água e Esgoto

O advento do novo marco legal do saneamento trouxe o desafio da universalização dos serviços de abastecimento de água em 99% e de esgotamento sanitário em 90% até 2033. Diante desse horizonte temporal reduzido, empresas e companhias de saneamento precisam acelerar os investimentos em expansão da infraestrutura para alcançar a meta estabelecida pela Lei

14.026/2021. A 17ª edição do Ranking do Saneamento publicada pelo Instituto Trata Brasil (2025), mostra que apenas 12 municípios, dentre os mais populosos, investem acima da média considerada necessária para universalização dos serviços. O estudo mostra também que o valor anual por habitante para atingir essa meta é de R\$ 223,82, cumprido por uma pequena minoria dos municípios. Em 2022, o mesmo Instituto apurou que, em quinze anos de observação (2005 a 2020), o montante anual de investimento per capita foi de apenas R\$ 64,98 por habitante.

O nível de investimento em infraestrutura de água e esgoto por usuário está associado à qualidade dos serviços prestados: quanto maior for o investimento per capita, melhor tende a ser a qualidade e a segurança do abastecimento de água e do esgotamento sanitário (Libeu et al. 2020). Mas há um agravante no Brasil: o nível de atendimento à população de baixa renda com serviços de esgoto é bastante crítico. Na região Norte, por exemplo, o investimento por habitante para universalizar o esgoto supera a renda por habitante na mesma região. Isso pode tornar o investimento inviável se não houver financiamento público e se os investimentos forem repassados na tarifa (Leoneti et al, 2011). Por isso, é de suma importância a existência de políticas públicas de investimentos em saneamento básico.

O indicador Investimento per capita em infraestrutura de água é medidos pela soma dos investimentos realizados pelo prestador (FN023), pelos municípios (FN042) e pelos estados (FN052), dividido pela população total atendida com abastecimento de água. E o indicador Investimento per capita em infraestrutura de esgoto é medido pela soma dos investimentos realizados pelo prestador (FN024), pelos municípios (FN043) e pelos estados (FN053) dividido pela população total atendida com esgotamento sanitário. Quanto maiores os resultados, melhor é o desempenho do indicador, considerando-se que houve maior esforço econômico per capita destinado à ampliação da infraestrutura de esgoto no estado. É importante destacar que estados com menor população atendida podem apresentar valores elevados em razão de efeitos de escala, o que foi considerado na interpretação dos resultados.

3.3 Indicadores da Dimensão Ambiental

A dimensão ambiental da água está intrinsecamente relacionada ao seu papel essencial para a vida e para a manutenção da biodiversidade. A disponibilidade de água limpa e segura depende, inevitavelmente, da gestão sustentável dos mananciais, o que vai garantir não somente quantidade, mas qualidade ao longo o tempo. Por isso, o valor ambiental da água se relaciona com a conscientização sobre a importância da sua preservação e uso sustentável. A degradação dos recursos hídricos – seja por poluição ou desmatamento – afeta a disponibilidade e a qualidade da água, com impactos diretos sobre o bem-estar da população. TUNDISI (2008)

ênfatisa que a gestão hídrica deve incorporar princípios de sustentabilidade, buscando o equilíbrio entre demandas humanas e preservação dos ecossistemas.

Morlin e Euzébio (2024) vão na mesma direção ao destacar que o valor público da água está inerentemente relacionado à proteção ambiental, que envolve preservação da água e dos ecossistemas. Uma gestão inadequada vai gerar impactos negativos à saúde e ao bem-estar dos indivíduos. Abba *et al.* (2023) avançam no tema e destacam que a dimensão ambiental da água passa pelo entendimento de que as necessidades hídricas da geração atual não devem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades.

Considerando todos esses aspectos, o estudo do valor público da água sob a perspectiva da dimensão ambiental inclui indicadores que identificam o tratamento dado a esse recurso natural, bem como sua disponibilidade para atender às demandas sociais.

Quadro 4

Indicadores da dimensão ambiental do Valor Público da Água

Dimensão	Indicador	Proxy	Justificativa	Fundamento	Fonte
Ambiental	Potabilidade da água	Qualidade água a partir de aspectos físicos, químicos e biológicos	Avaliar a potabilidade e o nível de preservação da água	Lei nº 9.433/1997 e Lei 11.445/2007 art. 2º, III	SNIS, SINISA, ANA
	Aproveitamento da água captada	Eficiência do uso da água captada no meio ambiente	Avaliar o uso racional da água e a gestão sustentável	Resolução CONAMA nº 357/2005 e Lei 11.445/2007	SNIS, SINISA, Relatórios Vigilância
	Captação Hídrica per capita	Intensidade de extração de recursos naturais (água bruta) por pessoa abastecida	Avaliar o impacto do abastecimento sobre corpos hídricos	Lei nº 14.026/2020 art. 11-B	SNIS, SINISA
	Uso sustentável da água	Proporção da água captada do meio ambiente cujo uso não resulta na devolução de esgoto não tratado.	Avaliar a externalidade ambiental da coleta de esgoto sem tratamento e a pressão sobre os mananciais.	Lei nº 9.433/1997 e Lei 11.445/2007	SNIS, SINISA

Fonte: Elaboração própria.

3.3.1 Potabilidade da Água

Dentre os diversos parâmetros físico-químicos e biológicos que compõem a análise da potabilidade da água, foram considerados nessa pesquisa: turbidez, coliformes e cloro. A Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, que instituiu o controle e a vigilância da qualidade da água para consumo humano e os seus parâmetros, destaca turbidez, cloro e coliformes, como principais elementos de natureza físico-química e microbiológica da água. O Ministério da Saúde também faz a mesma abordagem no documento intitulado Diretriz

Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, no qual destaca, de forma inequívoca, que turbidez, cloro e coliformes são parâmetros básicos que compõem o plano de amostragem da água, consolidados na literatura especializada sobre os indicadores da qualidade microbiológica da água para consumo humano (Brasil, 2016).

Salla e Gomes (2020) destacam que a turbidez é um dos parâmetros mais relevantes para verificação da potabilidade da água, associando-o à eficiência no tratamento da água: quanto menor é o tratamento, maior é a turbidez e maior é a presença de microorganismos contaminantes. A Portaria de Consolidação nº 5 determina que a turbidez deve ser medida com frequência de 2 horas em casos de filtragem rápida e o percentual da amostra fora do padrão deve ser de até 5%.

O cloro é outro importante parâmetro de potabilidade, utilizado na desinfecção da água nas Estações de Tratamento de Água – ETA, para torná-la biologicamente segura para o consumo. Mas Crippa (2006) constatou que, ainda que o cloro seja adequadamente utilizado na desinfecção da água, conforme exigências da Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, são nas redes de distribuição que sua presença vai se tornando escassa, variando significativamente ao longo da extensão e de acordo com o tempo em que a água fica parada, fato que gera registro positivo para coliformes.

O grupo dos coliformes totais inclui bactérias de vida livre, encontradas no solo, na água e nas plantas. Não apresenta relação somente com a contaminação por material fecal (Ministério da Saúde, 2016). Entretanto, esta última revela a importante relação entre saúde pública e qualidade da água tratada. Numa avaliação global da exposição da água potável à contaminação fecal, foi observado que cerca de 1,8 bilhão de pessoas usam fontes de água potável, inclusive encanada, contaminadas por coliformes fecais, sendo mais comum na área rural e em países da África e Sudeste Asiático (Bain *et al.*, 2014). É um problema de escala global.

A literatura mostra diferentes formas de se calcular a potabilidade da água, sempre com base, pelo menos, nos parâmetros centrais de turbidez, cloro e coliformes. Nos estudos de Bacha *et al.* (2023), realizado no Rio de Janeiro, foi feita a avaliação por meio de índices quantitativos (número de amostras) e qualitativos (amostras dentro dos padrões), calculados pela média aritmética simples. Klamt, Lobo e Costa (2021), na pesquisa realizada no Vale do Rio Pardo/RS, adotaram uma abordagem estatística diferente, utilizando a Análise de Componentes Principais (ACP) para definir pesos diferenciados para cada parâmetro e criar um índice calibrado.

Nesta pesquisa foi adotada uma metodologia híbrida, onde o Índice de Potabilidade da Água (IPA) apresenta uma fórmula ponderada que atribui 40% para índice de amostra de coliformes fora do padrão, devido ao peso direto na saúde pública, e 30% para os índices de

amostra de turbidez e cloro fora do padrão, em consonância com a Portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde. Essa escolha mantém a simplicidade do modelo de Bacha *et al.* (2023) e inclui pesos relativos presente no modelo de Klamt *et al.* (2019). Assim, o indicador Potabilidade da água é composto pela amostra total de turbidez (QD008), cloro (QD006) e coliformes (QD026), dividido por amostras fora do padrão de turbidez (QD009), cloro (QD007) e coliformes (QD027), multiplicado pelo peso em percentuais.

3.3.2 Aproveitamento da Água Captada

O indicador de Aproveitamento da água captada mensura o volume de recurso hídrico extraído da natureza e disponibilizado no sistema de abastecimento de água, que é efetivamente convertido em consumo humano. Sob a perspectiva ambiental e do Valor Público, o indicador representa o grau em que a água captada cumpre sua função social ao gerar benefício coletivo com o menor nível possível de desperdício. Embora não mensure diretamente a degradação dos mananciais ou a intensidade da captação hídrica, níveis mais elevados de aproveitamento de água estão associados à utilização mais eficiente do recurso hídrico extraído da natureza e, conseqüentemente, menor pressão sobre os mananciais para captação adicional para sustentar o mesmo nível de consumo. Dessa forma, o grau de aproveitamento da água sinaliza, de maneira indireta, o potencial de redução de pressão sobre mananciais na medida em que o sistema consegue transformar a água extraída da natureza em uso socialmente útil.

Tonetti e Adami (2022), ao analisarem a demanda por água tratada e água consumida no município de Pedras Grandes (SC), chamaram atenção para a diferença entre a disponibilidade do recurso hídrico na rede e o seu consumo real. As autoras destacam que o uso excessivo de água de nascentes sem planejamento adequado pode acarretar, a médio e longo prazo, insuficiência hídrica e busca por novos mananciais, muitos dos quais, já atendem outras regiões. A “gestão da demanda da água captada” é um meio de administrar esse conflito, adequando a quantidade captada à quantidade historicamente consumida, reduzindo o risco de estresse hídrico e aumentando o aproveitamento do recurso hídrico (Tonetti e Adami, 2022).

O indicador de Aproveitamento de água captada é calculado pela subtração de 1 (um) pelo índice IN049 (Índice de perdas na distribuição) do SNIS. O índice IN049 mede a razão entre a água disponibilizada na rede (produzida e importada), subtraída da parcela consumida, sobre o volume total de água disponibilizado na rede de abastecimento. Esse índice representa a parcela da água produzida e disponibilizada no sistema de abastecimento que é efetivamente aproveitada pelos usuários. Como IN049 mede a fração da água que se perde na distribuição, a transformação $1 - \text{IN049}$ permite identificar quanto da água extraída da natureza é aproveitada

ao consumo humano.

3.3.3 Captação Hídrica per capita

O indicador se propõe a medir a intensidade de extração de recursos naturais por pessoa abastecida. É uma proxy da demanda de retirada de água da natureza, e visa analisar o impacto do abastecimento sobre os corpos hídricos per capita. Com o crescimento urbano acelerado, a demanda por água aumenta e intensifica a necessidade urgente de planejamento hídrico. É nesse contexto que Silva et al. (2008) consideram essencial o dimensionamento de quota de oferta de água per capita, como um instrumento de planejamento da oferta e gestão da demanda.

Para Zhu et al. (2024), a demanda por captação hídrica per capita vai variar de acordo com o PIB per capita: em países pobres, a captação per capita aumenta conforme o PIB cresce; em países de renda média, a relação pode ficar estável; e em países ricos, a captação per capita tende a cair à medida em que o PIB continua aumentando, graças ao avanço tecnológico e às mudanças no uso da água. Gleick (2003) afirma que o consumo de água per capita é frequentemente utilizado para demonstrar onde há desperdício de água. Esse indicador não visa medir a intensidade de extração de água bruta por pessoa abastecida, mas sim, a pressão ambiental per capita exercida sobre os mananciais, ou seja, o impacto do abastecimento urbano sobre corpos hídricos superficiais ou subterrâneos. Quanto maior o valor, maior a pressão ambiental para manter o sistema de abastecimento de água.

O indicador de captação hídrica per capita é obtido pela razão entre o volume total de água produzida (AG006) e a população total atendida com água (AG001).

3.3.4 Uso Sustentável da Água

Esse indicador busca capturar a externalidade ambiental gerada pela coleta de esgoto sem tratamento adequado em relação à pressão exercida sobre os mananciais. Ou seja, revela a desconexão entre o que é retirado da natureza e o que devolvido de forma inadequada ao meio ambiente. Marques e Cunico (2023) destacam que na América Latina essa questão é latente. O volume massivo de esgotos não tratados lançados em córregos urbanos em quantidade que excede sua capacidade de assimilação, é exorbitante. Os córregos não têm capacidade de receber tamanho volume de esgoto, porque seus leitos dependem do ciclo hidrológico das chuvas, que são periódicas, enquanto o lançamento de esgoto é contínuo.

Silva e Souza (2018) fizeram uma revisão sistemática nacional dos impactos socioambientais do esgotamento sanitário a céu aberto, e concluíram que, majoritariamente, em periferias urbanas, irregulares e comunidades pobres, o esgoto produzido é despejado sem

qualquer tratamento. Nos grandes centros urbanos a situação não é diferente, há cursos d'água fortemente contaminados, que não representam mais alternativas para abastecimento em situações emergenciais, como ocorre no Estado de São Paulo (Moretti, Varallo & Comaru, 2013).

Quando o volume de esgoto não tratado é expressivo em relação à água captada, há um forte indicativo de que o ciclo de uso da água é ambientalmente insustentável. A fórmula do indicador expressa essa relação: um menos o volume de esgoto coletado (ES005), deduzido do volume de esgoto tratado (ES006), dividido pelo volume de água bruta captada dos mananciais (AG006).

3.4 Indicadores da Dimensão Política

A dimensão política da água envolve governança, regulação e participação social na gestão dos recursos hídricos. O valor político da água reside na promoção de uma gestão democrática e transparente das decisões que afetam os recursos hídricos. Isso está disciplinado na Lei nº 9.433/1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e determina a gestão participativa como um de seus princípios fundamentais.

Embora a criação de valor público passe, necessariamente, pelo atendimento das demandas coletivas da sociedade, Teixeira (2012), adverte que essas demandas precisam ser politicamente desejadas, ou seja, assumidas como prioridades políticas. O valor público da água na esfera política é definido por ações públicas legitimadas e financiadas. As variáveis selecionadas para esse estudo mostram ações políticas voltadas para o cumprimento de leis e regulamentos no saneamento básico.

Quadro 5

Indicadores da dimensão política do Valor Público da Água

Dimensão	Indicador	Proxy	Justificativa	Fundamento	Fonte
Política	Contratos vigentes de água	Índice de contratos firmados entre o poder concedente e prestador	Avaliar a regularidade contratual e o nível de segurança jurídica dos serviços de água	Lei nº 9.433/1997 e Lei 11.445/2007 art. 2º, III	SNIS, SINISA, ANA
	Regulamentação da tarifa social	Decisão formalizada para cobrar tarifa social	Avalia a atuação política e regulatória do Estado	Lei nº 14.898/2024, art. 6º e 7º	SNIS SINISA
	Percentual de participação privada na prestação dos serviços (%)	Proporção da população atendida por empresas privadas.	Medir o crescimento da participação privada no saneamento.	Lei 14.026/2020, art. 10-A	SNIS, Relatórios Setoriais

Fonte: Elaboração própria.

3.4.1 Contratos Vigentes de Água

O contrato de prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é requisito legal obrigatório reafirmado pelo Novo Marco Legal do Saneamento – Lei 14.026/2021 – com metas, condições, prazos e responsabilidades definidos para o poder concedente (estados e municípios) e para o prestador de serviços. Antes do advento da lei, era comum que a prestação dos serviços ocorresse sem contratos formalizados ou formalizados precariamente, o que resultava em insegurança jurídica e baixa qualidade dos serviços prestados.

Nesse contexto, cabe enfatizar Camacho e Rodrigues (2014), que destacam que a regulação por contratos é o modelo mais adequado para o setor de saneamento básico, e que estes devem ser concebidos de forma robusta e completa, de modo que reduza a exposição dos prestadores à discricionariedade de órgãos reguladores e, ao mesmo tempo, agregue qualidade. Com o novo marco legal, esses contratos passam a incorporar, além de diretrizes econômicas e regulatórias típicas de contratos de saneamento, metas obrigatórias definidas em lei: universalização (99% água e 90% esgoto até 2033), qualidade da água, redução de perdas e tratamento de esgotos.

Para o cálculo do indicador de Contratos vigentes de água, foram considerados apenas os municípios que declararam informação sobre a existência ou não de contrato (GE001), sendo excluídos do cálculo aqueles que não apresentaram qualquer dado para essa variável. Dessa forma, o indicador mostra o grau de adesão formal à contratualização exigida pelo Novo Marco Legal do Saneamento, mostrando a proporção de municípios, em cada estado, que possuem contrato vigente, sobre o total de municípios respondentes. Valores ausentes foram ignorados, para não distorcer o resultado.

3.4.2 Regulamentação da Tarifa Social

A Tarifa Social de Água e Esgoto foi instituída pela Lei nº 14.898/2024, com o objetivo de ampliar o acesso de famílias de baixa renda aos serviços de água e esgoto, por meio de desconto específico concedido na fatura. Em 2025, passou a ser regulamentada pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através da Norma de Referência nº 13/2025, que definiu regras para sua composição, atualização cadastral dos beneficiários, monitoramento da cobertura e formas de faturamento. É um benefício social de implementação obrigatória pelos prestadores de serviços de água e esgoto a partir de 2025.

Contudo, Almeida e Oliveira (2020) destacam as dificuldades que limitam o alcance do benefício pelas famílias. A primeira delas é a identificação do beneficiário por meio da conciliação entre o cadastro de clientes do prestador de serviços e o Cadastro Único

(CADUNICO). Não raras vezes, esses bancos de dados estão desatualizados ou não integrados, o que inviabiliza o encontro de informações e a inclusão do beneficiário. Há problemas também nos mecanismos de comprovação, que exigem das famílias vulneráveis, a apresentação de documentos e atualizações cadastrais aos quais muitas delas não têm acesso. Uma parcela expressiva de famílias acaba não recebendo o desconto. Almeida e Oliveira (2020) citam o exemplo de Juiz de Fora – MG, que registrou 31.829 famílias elegíveis, incluiu 22.740 famílias na meta para 2016 e em 2017 havia concedido o benefício para apenas 2.328 famílias (10%).

Outros problemas relacionados à implementação da tarifa social, como ausência de mecanismos de fiscalização e monitoramento, dependência política, falta de informação e desafios regulatórios de implementação, tem contribuído para que, em média, somente 5% da população alvo seja assistida pela tarifa social, embora o benefício esteja previsto no marco legal (Santos, 2020).

O indicador de Regulamentação da tarifa social foi apurado por meio da quantidade de municípios que confirmam a ocorrência de cobrança de tarifa mínima (TR001), sendo ignorados os municípios que não apresentaram nenhuma informação.

3.4.3 Percentual de Participação Privada na Prestação dos Serviços

A Associação e Sindicato Nacional das Concessionárias Privadas de Serviços Públicos de Água e Esgoto - ABCON SINDCON, relata por meio de relatório (ABCON, 2025), que a presença de empresas privadas no saneamento básico no Brasil cresceu 525% entre 2019 e 2025. Cerca de 1.820 municípios passaram a ser atendidos por prestadores privados (291 em 2019) e 80% deles sob a modalidade contratual de concessão total. A ABCON SINDICON identificou ainda que a atuação privada entre as regiões do Brasil varia significativamente: 27,7% nos municípios do Nordeste, 9,4% no Centro-Oeste, 29,9% no Sudeste, 28,4% no Sul e 56,2% no Norte. A entidade projeta que até 2026 a participação privada alcance 2.766 municípios (50%).

No âmbito regional, Nozaki (2016) apresenta uma experiência emblemática na cidade Limeira (SP). Antes da concessão privada, a cidade contava com 90% de atendimento de água, porém, com rodízios constantes e baixa confiabilidade. A coleta de esgoto atingia 80%, mas apenas 2% eram tratados. Após a entrada da concessionária privada em 1995, o cenário mudou: a cobertura de água atingiu 100% e o esgoto coletado alcançou índice de tratamento de 70%.

Diante da meta de universalização com o cumprimento das metas estabelecidas pelo novo marco legal do saneamento, torna-se relevante incluir um indicador que mensure a parcela da população efetivamente atendida por prestadores privados.

Primeiro, identifica-se quais municípios são atendidos por empresa pública. Em muitos

casos, o município é atendido por mais de um prestador, sendo que pelo menos um deles não é empresa pública. Em seguida, apura-se o percentual da população total desses municípios (GE12a), atendida com abastecimento de água (AG001). Com os resultados de todos os municípios, é feito o cálculo da média do estado, obtendo-se o indicador de participação privada na prestação dos serviços.

3.5 Indicadores da Dimensão Intangível

A dimensão intangível do valor público da água aborda aspectos subjetivos e abstratos, relacionados à forma como a sociedade percebe a importância e a utilidade desse recurso natural. Por sua natureza intangível, esse valor não pode ser mensurado, sem a compreensão sobre como é construído em cada contexto, como é influenciado por agentes desse contexto e como afeta a organização a qual pertence (BRACCI *et al.*, 2019).

O valor intangível da água dialoga com a percepção do usuário de que se trata de um recurso inestimável e fundamental para a qualidade de vida e bem-estar humano e animal. Sua preservação possui um valor intrínseco, independentemente de qual seja seu valor econômico ou social (Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 2005).

Sob a perspectiva da dimensão intangível, que abrange aspectos subjetivos ligados à percepção de qualidade, eficiência, segurança, estabilidade e satisfação da sociedade frente às demandas hídricas, foram selecionadas as variáveis listadas no Quadro 6.

Quadro 6

Indicadores da dimensão intangível do Valor Público da Água (VPA)

Dimensão	Indicador	Proxy	Justificativa	Fundamento	Fonte
Intangível	Paralisações no abastecimento de água	Quantidade de interrupções no fornecimento de água	Avaliar estabilidade do serviço	Lei nº 11.445/2007, art. 2º	SNIS, SI-NISA
	Intermitências no abastecimento de água	Frequência e duração das paralisações no fornecimento de água	Avaliar resiliência e confiabilidade na prestação dos serviços	Lei nº 14.026/2020, art. 4º	SNIS, SI-NISA
	Extravasamentos de Esgoto	Ocorrências de transbordamento de esgotos	Avaliar nível de eficiência e capacidade de evitar impactos ambientais	Lei nº 11.445/2007, art. 2º	SNIS, SI-NISA

Fonte: Elaboração própria.

3.5.1 Paralisações no Abastecimento de Água

Os serviços de abastecimento de água estão normatizados na Lei nº 11.445/2007, modificada pela Lei nº 14.026/2021, conhecida como o novo marco legal do saneamento básico.

O novo marco legal estabeleceu, dentre várias metas, a universalização de 99% dos abastecimentos de água até dezembro de 2033. O monitoramento dessa meta de universalização está regulamentado no art. 10º da Norma de Referência nº 8/2024, publicado pela Resolução nº 192/2024, da Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA), segundo o qual “para fins de monitoramento e avaliação do alcance das metas de universalização, consideram-se a cobertura e o atendimento de 99% (noventa e nove por cento) dos domicílios com água potável”.

A cobertura tem um alcance mais amplo. Inclui tanto os domicílios residenciais como não residenciais, ocupados ou desocupados, com redes ativas ou inativas. Mas a mera conexão de um domicílio à rede de distribuição de água não pressupõe que haja um atendimento adequado (Aguiar e Bernardes, 2025). O atendimento refere-se ao abastecimento de água de fato, em domicílio ocupado e com ligação ativa. Para esse indicador, é considerada a paralisação no atendimento, definida no Glossário de Informações do SNIS como “interrupção no fornecimento de água pelo sistema de distribuição, por problemas em qualquer das unidades do sistema de abastecimento, desde a produção até a rede de distribuição, que tenham acarretado prejuízos à regularidade do abastecimento de água, incluindo, dentre outras, as interrupções decorrentes de reparos e queda de energia” (Brasil, 2022). É uma definição que abrange interrupções planejadas e, eventualmente, as não planejadas.

Molinos-Senante *et al* (2022) abordam a interrupção não planejada como um dos principais indicadores de baixa qualidade do serviço de abastecimento de água, na percepção do cliente. E destacam que o evento é uma externalidade negativa que gera impacto econômico, social e ambiental. Sob o ponto de vista econômico, há perdas tanto para as empresas de saneamento, que deixam de faturar, como para os usuários do serviço, que gastam mais para obter água de outras fontes. Além disso, as paralisações afetam o bem-estar das comunidades atingidas na medida em que ameaça a segurança e a preservação da vida; e ainda oneram o meio ambiente, em função do aumento da pressão hídrica.

Molinos-Senante e Sala-Garrido (2020) se propuseram a avaliar a eficiência das empresas de abastecimento de água do Chile com base nas interrupções não planejadas e concluíram que o setor é bastante ineficiente, com um potencial de melhoria operacional estimado, no mínimo, em 52%, evidenciando falha relevante de planejamento.

3.5.2 Intermittências no Abastecimento de Água

A interrupções no abastecimento são eventos de paralisia total ou parcial do fornecimento de água, percebidos de forma negativa pelo impacto direto que acarretam no cotidiano dos usuários do serviço, com prejuízos de ordem econômica e social (Silva, Barbosa

e Silva, 2024). O nível de satisfação do usuário está intrinsecamente ligado à previsibilidade e continuidade do serviço, sendo que interrupções não programadas tendem a gerar uma percepção de qualidade significativamente mais negativa do que aquelas comunicadas com antecedência. Se a confiabilidade no sistema cai, o Valor Público da Água cai proporcionalmente. Dados do SNIS apontam variância significativamente alta das intermitências, com maior pico da série histórica registrado no ano de 2018.

Considera-se intermitências para fins de apuração desse indicador aquelas definidas no Glossário de Informações do SNIS como “quantidade de horas, no ano, em que ocorreram interrupções sistemáticas no sistema de distribuição de água provocando intermitências prolongadas (QD022). As durações devem corresponder às interrupções sistemáticas que, individualmente, tiveram duração igual ou superior a seis horas e correspondem à supressão no fornecimento de água da rede de distribuição do município por problemas de produção, de pressão na rede, de subdimensionamento das canalizações, de manobra do sistema, dentre outros, que provocam racionamento ou rodízio.”

O indicador foi calculado com base na multiplicação da população total atendida pela quantidade de horas de interrupção, dividido pela quantidade de economias. Assim, buscou-se o número total de “horas-pessoa” sem água por habitante atendido.

3.5.3 Extravasamentos de Esgoto

O Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020) amplificou a importância do esgotamento sanitário ao estabelecer a meta de universalização de 90% até 2033. Todavia, expandir a infraestrutura da rede de coleta de esgoto, via de regra, implica num aumento proporcional de extravasamentos de esgoto, exceto nos casos de manutenção preventiva e substituição corretiva (Figueiredo *et al.*, 2023). Conforme Glossário de Informações do SNIS (2023), o extravasamento de esgoto é o lançamento de esgoto bruto para fora do sistema de coleta. Ocorre, geralmente, em poços de visita (PVs), terminais de limpeza ou tubulações, devido a obstruções, rompimentos ou excesso de vazão (Santos, 2023; Figueiredo *et al.*, 2023).

Experiências acadêmicas demonstram que a sensibilidade do usuário a essas falhas varia conforme o contexto regional e a gestão local. Em uma pesquisa realizada por Lima *et al.* (2017) em 21 municípios do Estado de Goiás, entre os anos de 2014 e 2015, observou-se que, enquanto os serviços de abastecimento de água tinham boa aceitação, o esgotamento sanitário apresentava menores índices de satisfação, vinculados à percepção de ineficiência das prefeituras na manutenção das redes. De forma similar, no cenário internacional, Tian *et al.* (2023) estudaram a satisfação dos consumidores do Reino Unido e identificaram que a experiência direta com os

problemas de esgotamento, como odores e extravasamentos, é um dos preditores mais fortes para a quebra de confiança dos usuários.

O indicador é obtido mediante a divisão da extensão total da rede de esgoto (ES004) pela quantidade de vezes em que ocorrem extravasamentos na rede de coleta de esgotos no ano, inclusive repetições.

3.6 Reclamações como Indicador de Validação Externa do Valor Público da Água

Nessa pesquisa também foi feito o levantamento o indicador Reclamações, que reflete a percepção direta da sociedade sobre a utilidade e a qualidade dos serviços entregues. De acordo com Moore (1995), o valor público não é definido apenas pela eficiência operacional, mas também pela capacidade do gestor em satisfazer as expectativas dos cidadãos. Reclamações, nesse contexto, funcionam como um sensor de ineficiência e falta de continuidade do serviço (Ravanello *et al.*, 2024). Para Benington e Moore (2011), o valor público é gerado na interação entre o Estado e o cidadão, no qual o ato de reclamar em ouvidorias ou canais oficiais é um dos principais instrumentos de participação e cidadania (Zanella Junior e Schmitt, 2015). Como o saneamento básico é um serviço essencial e monopolizado, a vulnerabilidade do usuário faz com que a reclamação seja uma de suas principais armas para garantir direitos fundamentais (Cunha e Tavares Neto, 2020).

O indicador é definido pela razão entre a quantidade total anual de reclamações ou solicitações de serviços referentes ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário (QD023) e a quantidade de economias ativas de água (AG003). Esse indicador não compõe nenhuma das dimensões mencionadas, mas representa o efeito externo e perceptível do VPA. Sua participação metodológica está detalhada no Item 5. Dimensões do Valor Público da Água.

Quadro 7

Indicador de validação externa do VPA

Descrição	Indicador	Proxy	Justificativa	Fundamento	Fonte
Validação Externa	Reclamações dos serviços de água e esgoto	Número de reclamações por falhas no abastecimento de água	Avaliar nível de insatisfação dos usuários, como externalidade visível do VPA	Hair <i>et al.</i> (2019)	SNIS, SINISA

Fonte: Elaboração própria.

4 METODOLOGIA

4.1 Estrutura Metodológica

A presente pesquisa adota uma abordagem quantitativa, de natureza exploratória-explicativa. É exploratória na medida em que propõe e estrutura um modelo inédito de mensuração do Valor Público da Água (VPA), com base em múltiplas dimensões; e explicativa ao buscar analisar empiricamente as relações entre essas dimensões e o construto latente de valor público, por meio de técnicas estatísticas multivariadas.

Do ponto de vista lógico, o estudo utiliza o método dedutivo, partindo do referencial teórico da Teoria do Valor Público, especialmente da contribuição de Moore (1995, 2000, 2021), e das características institucionais do saneamento básico no Brasil, para a construção de um modelo empírico de mensuração aplicável ao contexto nacional.

A análise contemplou as 27 unidades da federação brasileira ao longo do decênio 2013-2022, resultando em um painel longitudinal com elevado volume e diversidade de informações.

4.2 Fontes

Os dados operacionais, financeiros, contábeis, econômicos, sociais e ambientais provém de fontes oficiais de âmbito nacional, no qual as principais bases de dados consultadas foram o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Departamento de Informação e Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS). Essas bases foram selecionadas por apresentarem abrangência nacional, padronização metodológica e série histórica, além de serem comumente utilizada em estudos acadêmicos sobre o saneamento básico.

O Brasil passou por um processo de modernização na forma como monitora os dados do saneamento básico, trocando o antigo sistema SNIS pelo SINISA. A implementação definitiva ocorreu em 2023, quando algumas informações de saneamento passaram a ter um detalhamento maior, com foco na qualidade da informação, enquanto outras foram descontinuadas. Essa questão afetou o histórico de pesquisa desse estudo, que precisou abortar o ano de 2023, por não dispor de informações antes regularmente divulgada pelo SNIS. Dessa forma, a totalidade das informações foram extraídas exclusivamente do SNIS (2013 a 2022), que possui uma base de dados consolidada.

Embora o SNIS apresente limitações comuns a bases de dados autodeclaradas, como informações ausentes e diferenças de escala entre variáveis idênticas, trata-se da principal fonte utilizada em estudos acadêmicos sobre saneamento básico no Brasil. Para lidar com essas

limitações, foram adotados procedimentos de tratamento e padronização dos dados, como normalização e exclusão de informações inconsistentes. Importante destacar que em 2018 foi criado o projeto ACERTAR, com o objetivo de padronizar e auditar os dados do SNIS, para torná-los mais confiáveis e transparentes.

4.3 Tratamento dos Dados

A maior parte das informações encontra-se disponível nas fontes oficiais mencionadas. Mas uma pequena parcela de dados faltantes (*missing data*) foi verificada na base de dados do SNIS, além de valores nulos (zeros). Ambas as informações receberam tratamentos específicos.

4.3.1 Dados Ausentes (*Missing Data*)

Considera-se dados ausentes as lacunas em branco nos relatórios oficiais do SNIS, manifestados por células vazias, sem número ou texto. Little e Rubin (1987) propõem três classes de dados faltantes: i) Dados faltantes completamente ao acaso – MCAR (*missing completely at random*), onde a ausência é puramente fortuita, sem qualquer relação com valores conhecidos no estudo ou com os valores omissos. Por exemplo: falha acidental no preenchimento de dados no sistema; ii) Ausência aleatória – MAR (*missing at random*), no qual a falta de um dado depende de uma variável conhecida, e não da informação omissa em si. Por exemplo: limitações operacionais (quadro de pessoal reduzido), incapacidade técnica (dificuldades no levantamento da informação), impedimento metodológico (cálculo inviável); e iii) Não ausente aleatoriamente – NMAR (*Not missing at random*), quando o valor ausente ocorre em função dele mesmo. Por exemplo: omissão deliberada de resultados ruins.

Não existem informações oficialmente divulgadas que permita concluir que a falta de dados de determinados estados ou municípios nos relatórios do SNIS, são provenientes de MCAR, MAR ou NMAR, para que se possa dar o tratamento estatístico adequado, podendo ter ocorrido qualquer dessas hipóteses. Por essa razão, e considerando que o tratamento de dados faltantes deve ser cuidadosamente planejado, caso contrário, vieses podem ser introduzidos no conhecimento obtido (Batista e Monard, 2002), optou-se por não aplicar nenhum método de imputação nesses casos específicos; os municípios nessa situação foram apenas ignorados no cálculo dos indicadores. O fenômeno ocorreu apenas nos indicadores estaduais que foram calculados com base em dados municipais, como: Desigualdade no acesso à água, Contratos vigentes de água e Regulamentação da tarifa social. Mas nenhum estado foi expurgado da pesquisa, porque, mesmo diante de lacunas em determinados municípios, outros apresentaram dados consistentes que puderam ser aproveitados no estudo.

Há uma exceção para o Distrito Federal (DF) na apuração do indicador Desigualdade no acesso à água. Esse índice exige informações da população total abastecida com água (IN055 - SNIS) à nível municipal, para o cálculo da desigualdade e posterior alocação do município em tercís de IDHM. Porém, a estrutura político-administrativa do Distrito Federal não comporta municípios e tem somente um IDH. Essas condições são variáveis conhecidas que tornaram inviável o levantamento do dado, tratando-se de caso típico de Ausência aleatória – MAR (*missing at random*), no qual a variável conhecida (ausência de municípios), ainda que permanente, ocasionou a ausência do dado. Considerando que o Distrito Federal, historicamente, tem um elevado desempenho no saneamento e sua ausência de dados é aleatória, excluí-lo da amostra poderia gerar um viés de seleção significativo e comprometer a pesquisa (Carpenter e Smuk, 2021). Além disso, como cita Baracho (2004), é de interesse de um pesquisador fazer inferências sobre a população alvo inteira e não apenas sobre a porção da população que fornece respostas, porque uma vez retirada a unidade incompleta, a diminuição do tamanho amostral reduz a precisão.

Nesse sentido, foi empregado o método Imputação com k-vizinhos mais próximos – KNN (*K-Nearest Neighbors*), para estimar valores para o Distrito Federal no indicador Desigualdade no acesso à água. Aplicou-se o procedimento descrito por Batista e Monard (2002), que consistiu no cálculo da Distância Euclidiana entre o DF e as demais Unidades da Federação, por meio das variáveis preditoras “IDH normalizado” e “Índice de atendimento de água” (IN055). A menor distância é o melhor resultado. Com base nessa métrica de proximidade, foram identificados os três "vizinhos" mais semelhantes ($k=3$) e atribuída ao DF a média aritmética das desigualdades desses estados. O procedimento foi feito ano a ano, no período de 2013 a 2022.

Tabela 1

Ranking da distância euclidiana dos vizinhos mais próximos (k) para imputação de dados ao Distrito Federal (DF)

2013		2014		2015		2016		2017	
UF	Distância	UF	Distância	UF	Distância	UF	Distância	UF	Distância
SP	0.0000	SP	0.0000	SP	0.0000	SP	0.0000	SP	0.0000
PR	0.0522	RJ	0.0407	RJ	0.0405	RJ	0.0405	PR	0.0494
RJ	0.0680	PR	0.0457	PR	0.0438	PR	0.0438	RJ	0.0688
2018		2019		2020		2021		2022	
UF	Distância	UF	Distância	UF	Distância	UF	Distância	UF	Distância
SP	0.0000	SP	0.0000	SP	0.0000	SP	0.0000	SP	0.0000
PR	0.0410	PR	0.0344	PR	0.0391	PR	0.0351	PR	0.0361
RJ	0.0647	SC	0.0636	SC	0.0598	SC	0.0599	SC	0.0585

Fonte: Elaboração própria

4.3.2 Valores Nulos (Zeros Essenciais)

O estudo reconhece a existência de zeros essenciais, conhecidos como zeros verdadeiros, que indicam ausência do componente na composição (Hijazi, 2011), ou seja, ausência real do fenômeno, não decorrente de erro, nem de falta de dados. De acordo com Coenders et al. (2023), esses zeros não devem ser substituídos arbitrariamente — ainda que por números pequenos (0.001) — porque o procedimento, além de não preservar as proporções das partes não nulas, distorcem a codependência dos dados. Aitchison (1982) alerta que a razão para a ocorrência de zero deve ser levada em consideração, o que significa que excluir dados nulos acarretaria o risco de perda de informação empírica importante e viés de seleção, já que esses zeros representam o pior desempenho possível no indicador. Dessa forma, os zeros foram mantidos no cálculo dos indicadores.

4.3.3 Valores Invertidos

Os softwares SMART-PLS4 e JASP, utilizados nas análises estatísticas exploratórias e diagnósticas dessa pesquisa, aceitam o zero e o processam como um dado real e válido. Mas a metodologia AHP-Gaussiano não admite a presença de zeros ou *missing value*. Assim, foi aplicada a normalização com inversão de sentido ($1 - x$) sobre os dados brutos de Frequência de Paralisações, Frequência de Intermitências e Frequência de Extravasamento de esgoto, exclusivamente para fins de análise multicritério via AHP-Gaussiano. Com isso, inverteu-se a interpretação dos indicadores: maiores valores representam menores frequências de paralisações, intermitências e extravasamentos. Importante ressaltar que os melhores e piores desempenhos continuam ocupando as mesmas posições, mesmo que com alguma alteração da escala original.

4.4 Delimitação do Campo de Estudo

A pesquisa se concentrou no setor de saneamento básico no Brasil, com foco em recursos hídricos e serviços de abastecimento de água no passado recente de 2013 a 2022. Foram considerados dados dos 27 estados que reportaram informações ao SNIS.

4.5 Métodos de Coleta

A coleta de dados foi realizada por meio de levantamento documental sistemático e extração de dados da base de dados do SNIS, IBGE e DataSUS, via software Excel.

4.6 Softwares

Para a modelagem do Valor Público da Água (VPA), utilizou-se o SmartPLS 4, seguindo

as diretrizes de Hair *et al.*, (2019), por ser a ferramenta adequada a estudo de modelos complexos. Complementarmente, o JASP (Jeffreys Amazing Statistics Program) foi aplicado para Análise Fatorial Confirmatória (AFC) e testes de robustez. Por fim, o método AHP-Gaussiano foi calculado via Microsoft Excel, em planilha desenvolvida por Baldini *et al.* (2021).

4.7 Modelos Estatísticos

A estratégia metodológica adotada nesta pesquisa combina procedimentos diagnósticos, modelagem de equações estruturais e análise multicritério, de modo a contemplar a natureza multidimensional do Valor Público da Água (VPA). Essa combinação permite tanto a validação empírica da estrutura conceitual do modelo quanto a construção de um índice sintético comparável entre unidades federativas e ao longo do tempo.

Inicialmente, realizou-se uma análise fatorial de caráter diagnóstico, por meio do *software* JASP, com aplicação dos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e de esfericidade de Bartlett. Essa etapa teve como objetivo de avaliar se os indicadores propostos apresentavam correlação e se a amostra era adequada para aplicação de modelagem estatística multivariada. Portanto, teve função diagnóstica, exploratória e preparatória.

Na sequência, procedeu-se à Modelagem de Equações Estruturais baseada em Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM), utilizando o *software* SmartPLS 4. O método foi adotado por sua adequação à análise de construtos complexos — como o Valor Público da Água — especialmente aqueles especificados como formativos e de segunda ordem, além de sua flexibilidade quanto à não normalidade dos dados e à heterogeneidade das escalas dos indicadores (Hair, Ringle & Sarstedt, 2011; Hair *et al.*, 2019). Nessa etapa, foram estimados os pesos dos indicadores (*outer weights*), os coeficientes de caminho (*path coefficients*) e a variância explicada do modelo, além de avaliados os critérios de validade e multicolinearidade.

Ainda na segunda etapa, o modelo empírico analisou o Valor Público da Água como um construto formativo de segunda ordem, composto por cinco dimensões de primeira ordem — social, econômica, ambiental, política e intangível — cada uma mensurada por indicadores específicos, mostrados no item 3. A validação do modelo formativo foi realizada por meio da análise de multicolinearidade entre os indicadores, utilizando o Fator de Inflação da Variância (VIF), a significância estatística dos pesos externos (*outer weights*), obtidos via procedimento de bootstrapping, e a avaliação da validade externa do construto, por meio do indicador global “Reclamações”. Os dados foram automaticamente padronizados pelo SmartPLS utilizando Z-score, conforme recomendação metodológica para modelos com indicadores de escalas distintas

(Hair et al., 2021).

Complementarmente, com o objetivo de apurar resultados empíricos com a mensuração do valor público, e proceder à comparabilidade entre estados em cada ano da série histórica, aplicou-se o método multicritério AHP-Gaussiano. Enquanto o PLS-SEM se concentrou na validação da estrutura teórica e estatística do modelo, o AHP-Gaussiano possibilitou a agregação ponderada das dimensões do VPA em índices sintéticos, adequados ao ranqueamento e à análise comparativa dos estados.

De forma integrada, essas três etapas permitiram estruturar e validar empiricamente o modelo do Valor Público da Água, respeitando sua natureza multidimensional e assegurando consistência teórica e estatística ao estudo.

4.8 Especificação do Modelo e do Conteúdo

4.8.1 Especificação do Modelo de Mensuração

O Valor Público da Água (VPA) é concebido nessa pesquisa, *a priori*, como um construto formativo de segunda ordem, resultante da agregação das cinco dimensões já citadas, de primeira ordem — social, econômica, ambiental, política e intangível — compostas pelos indicadores específicos. À luz da tipologia proposta por Jarvis, Mackenzie & Podsakoff (2003) e Coltman (2008), é um modelo formativo em função da direção de causalidade, que flui dos indicadores para os construtos de primeira ordem e destes para o VPA, de modo que a exclusão de qualquer indicador, necessariamente, alterará a composição dos construtos de primeira e segunda ordem.

Em sentido oposto, nos modelos reflexivos, a direção de causalidade flui do construto para os indicadores (Jarvis et al., 2003), apontando que os indicadores são resultado de um mesmo fenômeno e, por essa razão, apresentam correlação entre si (Coltman *et al.*, 2008). Por isso, a exclusão de um indicador não altera o conceito do construto.

Diferente dessa lógica, os indicadores formativos são independentes e não precisam correlacionar-se entre si, porque cada um contribui de forma única para a formação do construto. À título de exemplo: um aumento na potabilidade da água não implica, necessariamente, em melhoria do uso sustentável da água, mas ambos formam, de maneira exclusiva, o construto ambiental; na dimensão social, um aumento do acesso simultâneo a água e esgoto, não vai melhorar as condições hidrossanitárias da água; no cenário da dimensão intangível, é possível que a segurança ambiental seja satisfatória, mas problemas de intermitência e paralisações no abastecimento estejam presentes. Carvalho e van Tulder (2022) corroboram a independência dos indicadores políticos, quando mencionam que avanços institucionais e

regulatórios no setor de saneamento, como a formalização de contratos, podem ocorrer sem impactos imediatos sobre indicadores operacionais ou sociais.

Partindo-se da premissa de que a validade de uma métrica depende da definição racional e teórica do construto, ou seja, um construto bem definido teoricamente, tende a gerar métricas válidas (Rossiter, 2002; Borboom et al., 2004) — a escolha do modelo de mensuração apropriado para o estudo do Valor Público da Água fundamenta-se, inicialmente, nos critérios propostos por Jarvis, Mackenzie e Podsakoff (2003). Os autores apresentam diretrizes para distinguir se um construto deve ser modelado com indicadores formativos ou reflexivos. O Quadro 8 sistematiza esses critérios em formato de diagnóstico.

Quadro 8

Diagnóstico de classificação do modelo de mensuração do Valor Público da Água conforme Jarvis et al. (2003)

Critérios	Seq.	Pergunta	Respostas no Estudo (VPA)	Classificação
Direção de causalidade do construto para a medida	1	Os indicadores são características definidoras do construto?	Sim. Se o índice de perdas de água diminui ou a tarifa social aumenta, o valor total do VPA será diretamente impactado (Jarvis et al. 2003)	Formativo
	2	Mudanças nos indicadores causam mudanças no construto?	Sim. O VPA existe porque é uma combinação das dimensões social, econômica, ambiental, política e intangível, com seus respectivos indicadores (Jarvis et al. 2003).	Formativo
	3	Espera-se que mudanças no construto causem mudanças nos indicadores?	Não. É o contrário: os indicadores são a causa do construto (VPA). As setas partem dos indicadores para o construto. Um aumento no VPA, não obriga mudança nos indicadores (Jarvis et al. 2003).	Formativo
Intercambialidade dos indicadores	4	Indicadores compartilham o mesmo conteúdo ou tema comum?	Não. Os indicadores fazem parte de dimensões diversas: Potabilidade (ambiental); Contratos (Política); Para-lisações (Intangível). Não pertencem ao mesmo conceito (Jarvis et al. 2003).	Formativo
	5	Eliminar um indicador pode alterar o domínio conceitual do construto?	Sim. Se a dimensão ambiental for removida, o conceito de VPA fica incompleto (Jarvis et al. 2003).	Formativo
Covariância entre os indicadores	6	Mudança no valor de um dos indicadores está associada a uma mudança nos outros indicadores?	Não. Testes de KMO e Bartlett mostram que os indicadores são independentes. A melhoria de um não implica na melhoria de outro (Batista e Monard, 2002; Hair et al., 2019)	Formativo
Relações teóricas	7	Indicadores tem os mesmos antecedentes e consequências?	Não. Por exemplo: antecedentes da tarifa social (decisão política) são diferentes de antecedentes da potabilidade da água (tratamento). Jarvis et al. (2003).	Formativo

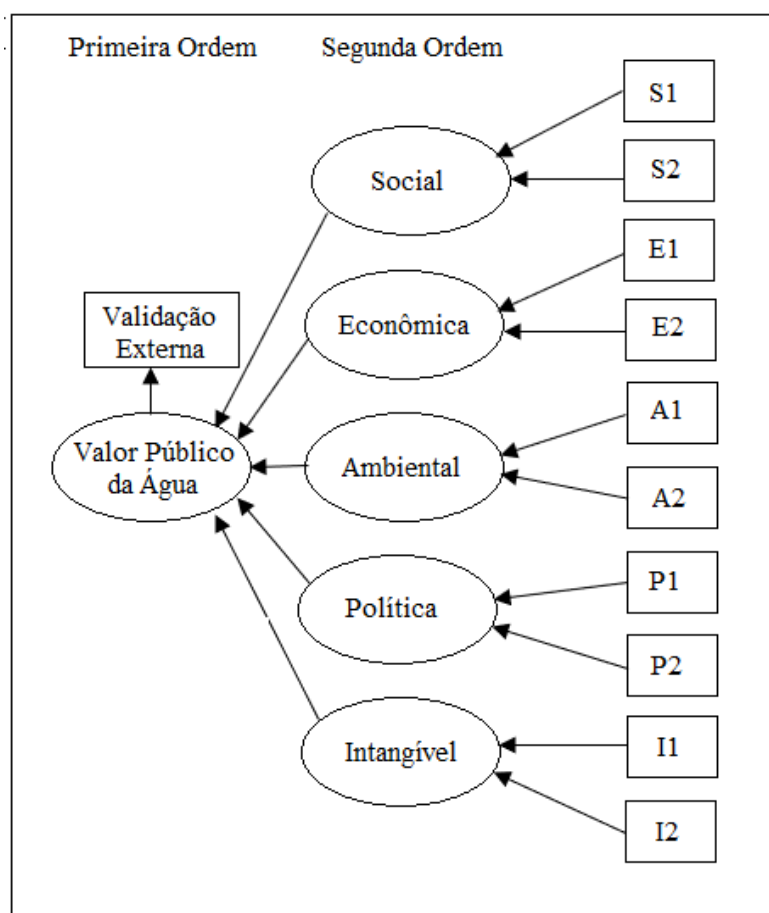
Fonte: Jarvis et al. (2003) adaptado.

O Quadro 8 indica, de forma teórica, de acordo com a classificação estabelecida por

Jarvis *et al.* (2003), que o modelo de mensuração do VPA é formativo, de segunda ordem, Tipo IV, no qual o construto de segunda ordem (VPA) é formado por construtos de primeira ordem (dimensão social, econômica, ambiental, política e intangível), os quais, por sua vez, são mensurados por indicadores de natureza formativa.

Figura 1

Modelo Formativo-Formativo do Valor Público da Água (VPA)



Fonte: Jarvis *et al.* (2003) adaptado.

4.8.2 Indicador de Validação Externa

O indicador global “Reclamações”, que não pertence a nenhuma das dimensões do VPA, foi utilizado no SmartPLS como um critério externo de validação empírica do modelo do Valor Público da Água (VPA). O indicador não é formativo e não compõe o VPA, mas atua como uma variável latente reflexiva, resultante do VPA, e serve como medida global para testar a validade do modelo por meio da premissa de que, se o valor público medido for alto, as reclamações tendem a ser baixas.

4.8.3 Especificação de Conteúdo

Considerando a natureza formativa do VPA, a especificação (ou validade) do conteúdo

que o constitui é uma etapa fundamental para garantir que os indicadores formativos capturem todas ou, pelo menos, as principais facetas do construto (Hair *et al.*, 2019). Como enfatizam Diamantopoulos (2006) e Hair *et al.*, (2019), a falha em considerar ou desconsiderar dimensões e indicadores formadores de construto, implica na exclusão ou alteração de uma parte do próprio construto. Dessa forma, buscando reduzir o risco de variáveis omitidas, foi realizada uma revisão bibliográfica extensa da literatura para identificar os indicadores que formam o VPA. Esse estudo consta do Item 3, onde foram apresentados os indicadores de cada dimensão.

Nesta seção, discute-se apenas os indicadores que inicialmente integraram a proposta original da pesquisa, mas foram descontinuados na etapa do refinamento teórico ou Especificação do Conteúdo. Busca-se, nessa etapa, definir o que os indicadores pretendem medir (Hair *et al.*, 2019). O Quadro 9 mostra os critérios adotados para descontinuidade dos indicadores.

Quadro 9

Matriz de critérios para exclusão e refinamento teórico de indicadores formativos

Critério de avaliação	Descrição do problema	Fundamento teórico	Impacto no modelo
Indicador macro-estruturais	Indicadores cujo comportamento é determinado por uma rede de fatores externos (ex: renda, escolaridade), e não apenas pelo fenômeno específico (saneamento básico).	Os indicadores devem representar adequadamente os construtos (Rossiter, 2003), uma vez que, em modelos formativos, o construto é altamente sensível ao tipo do indicador (Coltman <i>et al.</i> , 2008).	A exclusão de indicadores multicausais preserva a validade do conteúdo (Rossiter, 2002) porque evita influência de fatores externos ao escopo da pesquisa, que é o saneamento básico.
Inversão da relação causal	Troca entre causa e efeito: indicadores que são, por natureza, consequências do construto (modelo reflexivo), foram equivocadamente considerados como causa dos construtos (modelo formativo).	A causalidade em modelos formativos deve fluir dos indicadores para os construtos (Jarvis <i>et al.</i> , 2003; Coltman <i>et al.</i> , (2008).	A exclusão de indicadores de natureza reflexiva do modelo formativo impede que o VPA seja definido pela causa, ao invés do efeito, evitando estimativas enviesadas.
Colinearidade	Indicador altamente correlacionado (redundantes) com outros indicadores no modelo formativo.	Em modelos formativos, indicadores com altos níveis de correlação tem sua contribuição individual comprometida na formação do construto, porque medem o que outro indicador também mede (Hair <i>et al.</i> , 2019).	Mitigação da colinearidade assegura a estabilidade estatística e a interpretação correta dos pesos de cada indicador na formação do construto (VPA).

Fonte: Elaboração própria.

Com a aplicação dos critérios detalhados no Quadro 9, foi feita a seleção do domínio (conceito) do Valor Público da Água (VPA), por meio do processo de refinamento teórico, próprio para modelos formativos. Conforme advertem Jarvis *et al.*, (2003) e Coltman *et al.*, (2008), a inclusão de indicadores que não pertencem ao domínio causal do construto — ou que sejam redundantes estatisticamente — envia os resultados. Assim, antes de prosseguir para a análise

empírica, ainda na etapa da proposta conceitual, foi necessário descontinuar indicadores que se mostraram inadequados para compor o VPA sob a ótica da validade de conteúdo (Rossiter, 2002). O Quadro 10 lista os indicadores removidos, as respectivas colinearidades e justificativas.

Quadro 10

Indicadores descontinuados na etapa de refinamento teórico do modelo formativo

Indicador	Dimensão	VIF ≤3,3	Colinearidade	Justificativa
Mortalidade infantil	Social	1.505	Não	Indicador macroestrutural e Inversão causal
Expectativa vida ao nascer	Social	1.295	Não	Indicador macroestrutural e Inversão causal
Pobreza	Social	11.131	Sim	Indicador macroestrutural, colinearidade e Inversão causal
Coeficiente Gini	Social	3.398	Sim	Indicador macroestrutural, colinearidade e Inversão causal
Acesso serviços saúde	Social	1.605	Não	Indicador macroestrutural e Inversão causal
Cobertura água	Social	9.812	Sim	Colinearidade
Cobertura esgoto	Social	32.25	Sim	Colinearidade
Tarifa média de água	Econômica	4.280	Sim	Colinearidade
Tarifa média de esgoto	Econômica	3.876	Sim	Colinearidade
Investimentos privados	Econômica	4.259	Sim	Colinearidade
Cobertura dos custos	Econômica	3.735	Sim	Colinearidade
Nº CTR iniciativa privada	Política	4.356	Sim	Colinearidade
Transparência	Política	5.108	Sim	Colinearidade

Fonte: Elaboração própria.

Embora a especificação de conteúdo inicial tenha sido abrangente em termos de diversidade de indicadores, conforme recomendado por Hair et al. (2017), a fase de coleta de dados revelou que, além daqueles listados no Quadro 10, outros como: “Índice de estresse hídrico por estado” e “Canais de consulta pública por estado” — que na fase conceitual foram concebidos como formadores dos construtos Ambiental e Intangível, respectivamente, não apresentavam séries históricas ou registros públicos. Não foi possível sequer apurar a colinearidade. Por isso, não foram acolhidos na pesquisa, tendo em vista que elevados dados ausentes (*missing data*) comprometem a robustez estatística e a execução do método AHP-Gaussiano, e o modelo foi refinado para incluir apenas indicadores com integridade informacional.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Concluído o refinamento conceitual, a pesquisa prossegue com o diagnóstico e a modelagem de equações estruturais, complementados pela análise multicritério. Ambas as abordagens estão fundamentadas na premissa de que análises empíricas fornecem uma base importante para a validade do conteúdo e detecção de erros ou especificações incorretas (Coltman *et al.*, 2008).

5.1 Análise Fatorial Confirmatória (AFC)

A Análise Fatorial Confirmatória (AFC) foi realizada no software JASP como procedimento diagnóstico para analisar possível adequação do estudo do Valor Público da Água (VPA) à modelagem reflexiva. No modelo reflexivo, o construto latente (Valor Público da Água) explica mais de 50% da variância do indicador (dimensões), proporcionando validade convergente e confiabilidade aceitável (Hair, 2019). Nesse caso, as dimensões social, econômica, ambiental, política e intangível são compreendidas como manifestações refletidas pelo Valor Público.

A análise da admissibilidade da estrutura reflexiva está pautada em três parâmetros estatísticos de referência, que buscam validar as condições de modelagem propostas por Jarvis *et al.*, (2003): Adequação da Amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que varia de 0 a 1, sendo que valores abaixo de 0,50 são classificados como inadequados, evidenciando a relação fraca entre os indicadores e ausência de fatores comuns (Hair *et al.*, 2019), condições necessárias para um modelo reflexivo; Teste de Esfericidade de Bartlett, que avalia se os indicadores são independentes e não correlacionados entre si; hipótese confirmada em casos de resultados não significativos ($p > 0,05$), que sugerem que os indicadores não nasceram de um mesmo fenômeno, condição incompatível com o modelo reflexivo e consistente com a natureza formativa (Malhotra, 2012); e Variância Total Explicada, em que valores reduzidos (abaixo de 50%) confirmam que os indicadores não são manifestações de um mesmo fenômeno latente (Podsakoff e Organ, 1986).

Tabela 2

Resultados da Análise Fatorial Confirmatória por dimensão – 2013 a 2022

Ano	Dimensão	KMO global	Bartlett (p-value)	Variância explicada (%)	Evidência de reflexividade
2013	Social	0.393	0.406	0.165	Não
	Econômica	0.360	0.012	0.496	Não
	Ambiental	0.514	0.647	0.197	Não

	Política	0.572	0.650	0.156	Não
	Intangível	0.470	0.342	0.352	Não
2014	Social	0.517	0.002	0.384	Não
	Econômica	0.441	0.183	0.300	Não
	Ambiental	0.686	0.001	0.497	Não
	Política	0.553	0.621	0.170	Não
	Intangível	0.462	0.410	0.263	Não
2015	Social	0.613	0.001	0.515	Sim
	Econômica	0.569	0.012	0.311	Não
	Ambiental	0.562	0.001	0.426	Não
	Política	0.424	0.163	0.487	Não
	Intangível	0.502	0.949	0.112	Não
2016	Social	0.372	0.001	0.402	Não
	Econômica	0.594	0.084	0.281	Não
	Ambiental	0.655	0.001	0.465	Não
	Política	0.594	0.329	0.231	Não
	Intangível	0.594	0.329	0.231	Não
2017	Social	0.681	0.001	0.544	Sim
	Econômica	0.546	0.065	0.311	Não
	Ambiental	0.590	0.001	0.411	Não
	Política	0.595	0.298	0.240	Não
	Intangível	0.451	0.040	0.554	Não
2018	Social	0.408	0.010	0.566	Não
	Econômica	0.546	0.210	0.261	Não
	Ambiental	0.566	0.001	0.412	Não
	Política	0.584	0.372	0.224	Não
	Intangível	0.480	0.850	0.192	Não
2019	Social	0.670	0.001	0.508	Sim
	Econômica	0.578	0.042	0.299	Não
	Ambiental	0.637	0.001	0.522	Sim
	Política	0.617	0.174	0.276	Não
	Intangível	0.643	0.001	0.744	Sim
2020	Social	0.449	0.001	0.547	Não
	Econômica	0.609	0.055	0.285	Não
	Ambiental	0.694	0.001	0.501	Sim
	Política	0.608	0.200	0.268	Não
	Intangível	0.490	0.960	0.070	Não
2021	Social	0.707	0.001	0.517	Sim
	Econômica	0.583	0.001	0.342	Não
	Ambiental	0.695	0.001	0.552	Sim
	Política	0.573	0.497	0.195	Não
	Intangível	0.502	0.079	0.329	Não
2022	Social	0.671	0.001	0.577	Sim
	Econômica	0.539	0.005	0.311	Não
	Ambiental	0.636	0.001	0.415	Não
	Política	0.387	0.261	0.415	Não

Intangível	0.543	0.020	0.432	Não
------------	-------	-------	-------	-----

Nota: A quantidade de indicadores por dimensão permaneceu constante em todo o período analisado (Social: 4; Econômica: 5; Ambiental: 4; Política: 3; Intangível: 4).

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados indicaram baixa adequação das cinco dimensões em quase toda a série histórica analisada, diagnóstico que mostra que os indicadores não apresentam covariância suficiente para uma modelagem reflexiva, ou seja, não são reflexos do Valor Público da Água, condição exigida pela análise fatorial confirmatória tradicional. Nesse sentido, a inadequação do modelo reflexivo para esse estudo corrobora a adoção de uma abordagem formativa, na qual os indicadores não precisam apresentar alta covariância ou compartilhar um fator latente em comum, uma vez que são eles que definem a dimensão (Bollen & Lennox, 1991).

5.2 Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM)

Uma vez identificado o modelo formativo, segundo diretrizes de Jarvis *et al.* (2003), a validação empírica por meio do PLS-SEM é necessária e amplamente preconizada na literatura (Hair *et al.*, 2019), sendo a análise do modelo de mensuração o primeiro passo, seguida da avaliação do modelo estrutural (Hair *et al.*, 2017). Essa etapa metodológica tem a função de verificar se os indicadores, de fato, representam cada dimensão. Ainda não é nesse estágio que se constrói os índices multidimensionais.

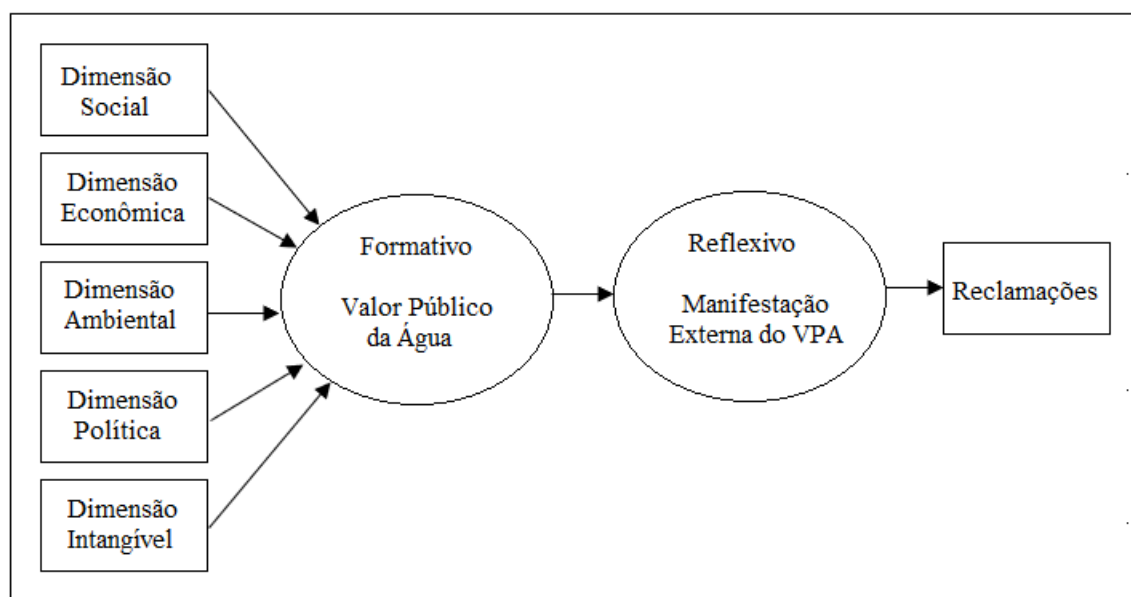
O Modelo de Mensuração, também chamado de modelo externo (*outer model*), descreve a relação entre as dimensões e seus indicadores, por meio dos seguintes critérios de validação (Hair *et al.*, 2017; Coltman *et al.*, 2008; Jarvis *et al.*, 2003): i. validade convergente; ii. colinearidade dos indicadores; iii. significância estatística; e iv. relevância dos pesos dos indicadores.

5.2.1 Validade Convergente (Análise de Redundância)

De acordo com Hair *et al.* (2017), a validade convergente de construtos formativos deve ser examinada por meio da análise de redundância, que consiste em testar o quanto o construto formativo (Valor Público da Água) correlaciona-se com uma medida global de natureza reflexiva que represente o mesmo conceito. Essa medida global é o indicador “Reclamações”, que reflete a percepção direta da sociedade sobre a utilidade e a qualidade dos serviços entregues.

Figura 2

Representação da validade convergente do Valor Público da Água (VPA)



Fonte: Hair *et al.*, (2019) adaptado.

Cheah *et al.*, (2018) e Hair *et al.*, (2019) explicam que, diferentemente do PLS-SEM, no qual se utiliza mais de um indicador para formação do construto, na análise de redundância (validade convergente), um único indicador global, que capture a essência do VPA, geralmente é suficiente como validade externa.

Tabela 3

Resultado da Validade Convergente no período de 2013 a 2022

Ano	β (VPA => Recl.)	t-statistic	p-value	IC 2.5%	IC 97.5%	Cruza o zero	Sinal esperado	R^2	Validade convergente
	≥ 0.70	> 1.96	< 0.05			Não	Negativo	≥ 0.50	Sim
2013	-0.364	1.098	0.272	-0.828	0.395	sim	negativo	0.133	Não
2014	-0.445	2.068	0.039	-0.809	0.237	sim	negativo	0.198	Sim
2015	-0.226	1.289	0.198	-0.709	-0.043	não	negativo	0.051	Não
2016	-0.455	1.960	0.050	-0.745	0.291	sim	negativo	0.207	Sim
2017	-0.404	2.008	0.045	-0.619	0.553	sim	negativo	0.163	Sim
2018	-0.521	1.316	0.188	-0.744	0.619	sim	negativo	0.271	Não
2019	-0.459	2.201	0.028	-0.729	0.137	sim	negativo	0.211	Sim
2020	-0.406	2.455	0.014	-0.660	-0.028	não	negativo	0.165	Sim
2021	-0.401	2.277	0.023	-0.737	-0.03	não	negativo	0.161	Sim
2022	-0.066	0.295	0.768	-0.453	0.446	sim	negativo	0.004	Não

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da validade convergente revela que o modelo atende adequadamente o sinal esperado (negativo) em todo o período (2013-2022), confirmando que maiores níveis de Valor Público da Água, estão associados à menores índices de reclamações, o que confere validade teórica ao modelo. Mas os coeficientes de caminho (β) e a variância explicada (R^2) não

atingiram os limiares ideais de 0,70 e 0,50 recomendados por Hair *et al.*, (2019) — o que sugere que o indicador Reclamações pode ser influenciado por fatores externos ao setor (burocracias da administração pública, nível de instrução, cultura local, acesso a internet). Há exceção para os anos de 2020 e 2021, quando o modelo apresenta validade convergente, com $p\text{-value} < 0,05$ e Intervalos de Confiança (IC) que não cruzam o zero.

Shela *et al.* (2023) afirmam que uma correlação de 0,70 ou superior, ou no mínimo, uma relação estatisticamente significativa entre os construtos, confirma a validade convergente. Ou seja, a validade convergente pode ser aceita mesmo com coeficientes inferiores a 0,70, desde haja significância estatística ($p < 0,05$), que foi o que ocorreu nos anos de 2014, 2016, 2017, 2019, 2020 e 2021. Em 2020 e 2021, o modelo formativo atendeu a todos os critérios da validade convergente, mostrando que nesses anos, o VPA passou a capturar a satisfação dos usuários dos serviços de saneamento básico.

5.2.2 Colinearidade entre os indicadores - VIF (Variance Inflation Factor)

Como os indicadores no modelo formativo representam uma parte única do construto, pressupõem-se que não estejam correlacionados, ou, pelo menos, não é isso que o modelo formativo exige (Jarvis, Mackenzie & Podsakoff, 2003). Alto nível de colinearidade entre indicadores formativos é um problema que impacta não somente a estimativa precisa do peso dos indicadores (contribuição de cada um ao seu construto), como a significância estatística, tornando os pesos menos propensos a serem estatisticamente diferentes de zero (Hair *et al.*, 2019). Nesse contexto, e para fins de diagnóstico, foi realizada a análise da colinearidade no período de 2013 a 2022.

Kock & Lynn (2012) destacam que 10, 5 e 3,3 são valores comumente recomendados para avaliar colinearidade, mas adotam a referência considerada mais rigorosa de < 3.3 para o Fator de Inflação Variância (VIF). Hair *et al.*, (2019) concordam com esse limiar, embora destaquem que o corte crítico mais aceito na literatura técnica para PLS-SEM é 5,0.

Tabela 4

Análise da colinearidade dos indicadores do modelo formativo do VPA

VIF	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Dimensão Social										
Acesso água e esgoto	1.113	1.052	3.156	1.181	3.118	1.434	2.811	1.641	2.626	1.962
Atendimento a vulneráveis	1.011	1.094	2.105	1.957	2.286	1.666	2.004	1.562	1.707	1.192
Impacto hidrossanitário	1.280	1.129	4.053	2.100	4.201	2.011	3.598	2.162	3.257	2.065
Desigualdade no acesso	1.250	1.007	1.050	1.030	1.162	1.019	1.019	1.002	1.012	1.090
Dimensão Econômica										
Eficiência operacional	1.347	1.488	1.176	1.366	1.326	1.178	1.213	1.194	2.774	1.330
Perda de água	1.628	1.541	1.695	1.556	1.759	1.549	1.721	1.602	1.715	1.893

Receita per capita	1.545	1.163	1.301	1.271	1.278	1.457	1.484	1.431	2.329	1.682
Investimento em água	1.077	1.241	1.777	1.264	1.131	1.062	1.360	1.214	1.812	1.480
Investimento em esgoto	1.078	1.028	1.357	1.097	1.248	1.058	1.126	1.252	1.779	1.281
Dimensão Ambiental										
Potabilidade da água	1.234	1.750	1.199	1.546	1.221	1.337	1.446	1.748	2.134	1.454
Aproveitamento da água	2.475	2.448	2.188	2.280	2.065	2.042	2.135	2.496	2.946	2.006
Captação água per capita	1.888	1.967	1.909	2.170	1.892	2.101	2.367	2.547	3.586	1.872
Uso sustentável da água	1.278	1.233	1.186	1.127	1.160	1.180	1.241	1.056	1.071	1.062
Dimensão Política										
CTR vigentes de água	1.043	1.056	1.106	1.112	1.125	1.109	1.123	1.107	1.064	1.138
Tarifa social	1.046	1.025	1.225	1.093	1.089	1.081	1.115	1.153	1.083	1.135
Iniciativa privada	1.044	1.064	1.140	1.075	1.088	1.066	1.066	1.120	1.047	1.108
Dimensão Intangível										
Paralisações de água	1.117	1.042	1.010	1.012	1.152	1.010	1.061	1.002	1.319	1.223
Intermitência de água	1.144	1.022	1.013	1.003	1.255	1.025	1.021	1.011	1.323	1.116
Extravasamento de esgoto	1.031	1.049	1.020	1.015	1.412	1.033	1.082	1.012	1.004	1.315

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise de colinearidade para os indicadores das cinco dimensões do Valor Público da Água (VPA) revelou que, em sua maioria (99%), os valores de VIF (Variance Infation Factor) estão muito abaixo de 3,3 (aproximando-se de 1,0), indicando ausência quase total de redundância e alta independência estatística dos indicadores. Foi observado oscilações pontuais apenas em duas ocasiões: na dimensão social, para “Impacto hidrossanitário” (VIF máx = 4.053 em 2015), e na dimensão ambiental, para “Captação de água per capita” (VIF máx = 3.586 em 2021). Apesar disso, esses resultados permaneceram abaixo do limite de tolerância de 5,0 mencionado por Hair *et al.* (2019).

5.2.3 Relevância e Significância - Pesos Externos (Outer Weights)

Para avaliar a relevância e significância dos pesos externos (*outer weights*) — contribuição e importância relativa de cada indicador às suas respectivas dimensões, respectivamente — foi aplicado o procedimento *bootstrapping*, preconizado por Hair *et al.* (2019) e Kock (2018), como a técnica que permite verificar se a estimativa de peso dos indicadores é estatisticamente diferente de zero, o que confirmaria significância. O procedimento foi realizado via software SmartPLS, que gerou 5.000 subamostras para testar a confiança à 95%. A significância estatística foi atestada por meio dos valores de t-statistics ($> 1,96$) e p-value ($< 0,05$).

Segundo Coltman *et al.*, (2008) e Hair *et al.*, (2019), se o peso não for significativo, mas a carga externa for alta ($> 0,50$), o indicador deve ser mantido no modelo. Ou seja, embora a contribuição relativa seja reduzida pela presença de outros indicadores, sua carga elevada demonstra uma contribuição absoluta essencial do indicador para o construto. Isso foi

considerado na análise do modelo de mensuração formativa.

A Tabela 5 mostra o levantamento detalhado da relevância e significância no ano de 2013, por dimensão. Os resultados dos demais anos estão disponíveis nos Apêndices de A a I. Em 2013, observa-se que a dimensão política apresentou maior relevância estatística dentre as cinco dimensões — Peso (O) = 0,383, T-statistic = 2,097 e p-value = 0,036 — o que evidencia que o Valor Público da Água é fortemente explicado pelo indicador “Regulamentação da tarifa social”. É um resultado que evidencia o papel preponderante dos instrumentos de regulação tarifária na formação do valor público.

Tabela 5

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2013

2013	PLS-SEM	Bootstrapping		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.139	0.506	0.613	-0.559	0.535
<i>Acesso água e esgoto</i>	0.523	1.621	0.105	0.004	0.989
<i>Atendimento a vulneráveis</i>	-0.370	1.044	0.297	-0.786	-0.051
<i>Impacto hidrossanitário</i>	0.707	1.473	0.141	0.483	1.232
<i>Desigualdade no acesso</i>	-0.231	0.534	0.593	-0.942	0.435
Dimensão Econômica	0.178	0.572	0.567	-0.291	0.949
<i>Eficiência operacional</i>	-0.213	0.855	0.393	-0.949	0.090
<i>Taxa de perda de água</i>	-0.296	0.976	0.329	-0.908	0.026
<i>Receita per capita</i>	0.641	1.208	0.227	-0.162	1.086
<i>Investimento em água</i>	-0.304	1.070	0.285	-0.892	0.037
<i>Investimento em esgoto</i>	0.439	1.052	0.293	-0.396	0.983
Dimensão Ambiental	0.008	0.040	0.968	-0.419	0.353
<i>Potabilidade da água</i>	-0.206	0.425	0.671	-1.039	0.525
<i>Aproveitamento da água</i>	0.853	2.205	0.028	0.672	1.473
<i>Captação hídrica per capita</i>	-0.206	0.618	0.537	-0.596	0.529
<i>Uso sustentável da água</i>	0.813	1.944	0.052	0.519	1.216
Dimensão Política	0.383	2.097	0.036	0.081	0.806
<i>CTR vigentes de água</i>	0.414	1.904	0.057	0.034	0.818
<i>Regulamentação tarifa social</i>	0.733	4.156	0.000	0.456	1.031
<i>Iniciativa privada</i>	0.298	1.032	0.302	-0.198	0.806
Dimensão Intangível	0.502	2.331	0.020	0.142	0.861
<i>Paralisação de água</i>	0.059	0.183	0.855	-0.319	0.813
<i>Intermitências</i>	-0.155	0.520	0.603	-0.615	0.553
<i>Extravasamento de esgoto</i>	0.964	3.178	0.001	0.875	1.054
Dimensão Externa					
<i>Reclamações</i>	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000

As Tabelas a seguir são sintéticas e apresentam os principais resultados para avaliação

da relevância (Peso (0)) e significância (p-value), este último representado por asterístico, onde: $p < 0,05 = (*)$; $p < 0,01 = (**)$; e $p < 0,001 = (***)$. As Cargas Externas (*outer loading*), foram mostradas apenas quando Peso (0) e p-value não foram significantes ($p > 0,05$).

5.2.3.1 Dimensão Social

Tabela 6

Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Social

Ano	Acesso água e esgoto		Atendimento a vulneráveis		Impacto hidrossanitário		Desigualdade no acesso	
	Peso Ex-terno	Carga Externa	Peso Ex-terno	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa
2013	0.523	0.71	-0.37	-0.34	0.707	0.14	-0.231	-0.06
2014	0.66**		-0.037	0.11	0.614**		-0.277	-0.23
2015	0.332	0.87	-0.219	0.05	0.728	0.85	-0.302	-0.34
2016	0.154	0.27	0.287	0.70	0.61***		0.405	0.52
2017	0.162	0.42	0.357	0.71	0.708***		0.649*	
2018	0.05	0.22	0.319	0.66	0.609***		0.515**	
2019	0.109	0.38	0.375	0.67	0.5***		0.535**	
2020	0.317	0.58	0.297	0.53	0.519***		0.477**	
2021	0.398**		0.216	0.34	0.433***		0.555**	
2022	0.118	0.23	-0.66	-0.74	-0.043	0.9	0.643	0.74

Fonte: Dados da pesquisa.

O Impacto hidrossanitário se consolidou como o indicador de maior relevância para a dimensão social, mantendo significância estatística na maioria dos anos analisados, mesmo em 2015 e 2022, quando reduziu significância (sem asterístico), mas foi mantido pelas cargas externas elevadas (0.85 e 0.90). Desigualdade no acesso à água mostrou crescimento entre 2017 e 2021; em 2022, apesar da perda da significância, o peso da carga foi alto (0.74), o que também o manteve importante na dimensão. Atendimento à vulneráveis apresentou relevância na metade do período (2016-2020), sendo validado apenas pela contribuição absoluta e Acesso à água e esgoto tem contribuição intermitente entre 2013-2015 e 2020-2022. O ano de 2022 marca uma ruptura no modelo social.

Embora tenham demonstrado pouca relevância estatística na dimensão social, os indicadores Atendimento à vulneráveis e Acesso simultâneo à água e esgoto foram incluídos no modelo formativo pela sua importância teórica na composição do construto. Na ótica de Moore (1995), a geração de valor público ocorre quando governos atendem às demandas da sociedade ou geram condições públicas para isso. No setor de saneamento básico, o valor público está associado à integralidade do serviço — oferta de água acompanhada de infraestrutura de esgoto — e à equidade, com priorização do atendimento de comunidades socioeconomicamente mais frágeis, que já sofrem com déficit de cobertura de água e esgoto.

Essa é uma realidade presente até o final do período analisado (2022). O SNIS reuniu informações de 5.451 municípios (do total de 5.570), apurando que 99,5% contava com sistema público de abastecimento de água, enquanto dos 5.150 municípios consultados para esgotamento sanitário, somente 2.902 ou 56,3% recebiam o serviço. Os menores percentuais de cobertura de água e esgoto à nível municipal é de 41,79% em Rondônia e 3,81% no Pará (Trata Brasil, 2024), ratificando que a região norte é historicamente afetada pela expressiva desigualdade regional no país (Pimentel e Miterhof, 2022).

5.2.3.2 Dimensão Econômica

Tabela 7

Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Econômica

Ano	Eficiência operacional		Perda de água		Receita per capita		Investimento em água		Investimento em esgoto	
	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa
2013	-0.213	-0.17	-0.296	-0.63	0.641	0.73	-0.304	0.02	0.439	0.35
2014	-0.307	-0.52	-0.235	-0.65	0.756	0.88	0.02	0.03	0.12	0.16
2015	0.148	0.29	0.634	0.91	-0.42	-0.71	-0.092	-0.59	-0.089	-0.31
2016	-0.245	-0.61	-0.35	-0.77	0.401	0.69	0.414	0.71	0.137	0.09
2017	0.289	0.54	0.416	0.84	-0.447	-0.77	-0.211	-0.49	0.14	0.33
2018	0.328	0.61	0.509	0.86	-0.422	-0.76	-0.107	-0.107	-0.104	-0.2
2019	0.323	0.66	0.486	0.85	-0.202	-0.52	-0.376	-0.7	-0.021	-0.3
2020	0.392	0.56	0.372	0.8	-0.561	-0.8	-0.007	-0.76	-0.081	-0.46
2021	0.07	0.28	-0.297*		0.544	0.75	0.46**		0.14	0.63
2022	0.085	-0.03	-0.171	-0.6	0.411	0.76	0.559	0.86	0.213	0.51

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da dimensão econômica revela que o Valor Público da Água é fortemente impactado pela Receita per capita e pela Perda de água. Ambos não alcançaram significância estatística no período (exceto Perda de água em 2021), mas apresentaram cargas externas superiores a 0,50 em todos os anos, o que significa que possuem importância absoluta e estão altamente correlacionadas com a dimensão econômica. Eficiência operacional se mostra relevante em 50% do período (2016-2020) e Investimento em água apenas no final (2019-2022). Pimentel e Miterhof (2022) apontam que, de 2016 a meados de 2019, a distribuição dos investimentos em água não esteve alinhada à concentração dos déficits, especialmente na região norte, que registrou déficit médio de 30% na cobertura de água, enquanto a participação no investimento nacional foi de apenas 4,1%.

Estatisticamente, o resultado é pior em Investimento em esgoto, que apresentou baixa significância na maior parte da série, vindo emergir apenas em 2021 e 2022 com cargas externas elevadas. Esses dois últimos anos coincidem com a entrada em vigor da lei do Novo Marco do Saneamento, que estabeleceu a meta de 90% de universalização para esgotamento sanitário até

2033. Relatórios de Informação do SNIS mostram que em dez anos (2013-2022), o índice de investimento per capita em esgotamento cresceu apenas 12%. Historicamente, é um setor que recebe menos financiamento do que o setor de abastecimento de água. Pimentel e Miterhof (2022) apontam que as regiões norte e nordeste ocuparam sistematicamente os primeiros lugares na relação “déficit de cobertura x déficit de investimento” no período de 2016-2019: no nordeste a participação nos investimentos nacionais é de apenas 4,1%, para um déficit de 35,1% na cobertura de esgoto; no norte, há um déficit de 13,9% na cobertura de esgoto, enquanto a participação nacional nos investimentos é de 3,2%. Esse cenário explica a baixa significância estatística de Investimento em esgoto, uma vez que o PLS-SEM exige variação para que o indicador contribua com o construto. Nesse caso, o modelo formativo refletiu baixa capacidade operacional ou de legitimidade, ausência de priorização no ambiente autorizador (governo), dois vértices importantes do tripé estratégico de Moore (1995).

5.2.3.3 Dimensão Ambiental

Tabela 8

Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Ambiental

Ano	Potabilidade da água		Aproveitamento da água		Captação água per capita		Uso sustentável da água	
	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa
2013	-0.206	0.05	0.853*		-0.206	-0.67	0.813*	
2014	0.366**		0.501***		0.069	-0.52	-0.444	-0.73
2015	0.538**		0.685**		-0.026	-0.65	0.221	-0.02
2016	0.396**		0.431**		-0.366**		0.129	-0.08
2017	0.421***		0.455***		-0.391**		0.099	-0.16
2018	0.39***		0.451**		-0.396**		0.089	-0.13
2019	0.453***		0.405**		-0.367**		0.04	-0.18
2020	0.509**		0.403**		-0.238	-0.85	0.075	-0.07
2021	0.467***		0.379*		-0.286	-0.91	0.16	-0.03
2022	0.266	0.22	0.517	0.3	0.681	0.28	-0.713	-0.83

Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 7 mostra que a dimensão ambiental é predominantemente formada pela Potabilidade da água e pelo Aproveitamento da água, que mostraram significância estatística e consistente, quase ininterrupta, ao longo da série. Captação de água per capita, que mede a pressão sobre mananciais, mostra um comportamento estatístico coerente com suas cargas externas negativas: quanto maior a captação de água bruta, menor é a eficiência ambiental. Um aumento desse indicador consome ou reduz o valor da dimensão ambiental. Nos anos em que o peso não foi significativo (2020 e 2021), as cargas externas foram elevadas. Um ponto frágil da dimensão ambiental é o Uso sustentável da água, que mostrou ausência de significância e

relevância em quase toda a série, o que sugere a perda da capacidade desse indicador de explicar a variação do valor ambiental. O ano de 2022 marca uma ruptura com o modelo.

5.2.3.4 Dimensão Política

Tabela 9

Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Política

Ano	CTR vigentes de água		Regulamentação tarifa social		Iniciativa privada	
	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa	Peso Externo	Carga Externa
2013	0.414*		0.733***		0.298	0.48
2014	0.287*		-0.064	0.09	0.906***	
2015	0.346	0.44	0.49**		0.618*	
2016	0.595**		0.262	0.52	0.543*	
2017	0.445	0.67	0.145	0.4	0.736*	
2018	0.316	0.51	-0.005	0.22	0.881**	
2019	0.435	0.61	0.007	0.29	0.812**	
2020	0.659**		0.369	0.65	0.347	0.6
2021	0.742**		0.358	0.58	0.31	0.48
2022	0.325	0.4	0.683	0.86	0.503	0.57

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise da dimensão política revela como o ambiente autorizador (conforme Moore, 1995), se portou nos dez anos analisados. Contratos vigentes de água foi o indicador de maior consistência e significância direta (pesos com asterísticos) em 5 dos 10 anos da série e até nos em que não foi significativa (2017-2019), manteve cargas externas elevadas ($> 0,60$). Esse resultado ratifica a importância da segurança jurídica como componente formador do Valor Público da Água e consolida os contratos de prestação de serviços de água e esgoto como instrumento de legitimação do poder público. A trajetória da Regulamentação da tarifa social oscilou entre alta significância em 2013 e 2015 e relevância altíssima em 2022 (carga externa de 0.86). No ano anterior (2021), o panorama da tarifa social no Brasil mostrava maior presença na região Norte, seguido das regiões Sul e Sudeste (Tótola e Bastos, 2025). Questões importantes relatadas por Reis e Carneiro (2021), como falta de padronização da tarifa social em âmbito nacional e conflitos entre a sustentabilidade econômico-financeira das empresas e o compromisso político com a acessibilidade aos serviços de água, realidade observada pelos autores em 2018, são fatores que interferem no desempenho real do indicador.

Conforme coletânea organizada pelo ONDAS (2021), com corte temporal recente de 2018-2021, outras dificuldades foram identificadas na implementação da tarifa social, como exclusão indevida de beneficiários por falhas no atendimento ou canais de comunicação; alcance limitado dos beneficiários por problemas de cadastro e mudanças na gestão e

operacionalização do CadÚnico (Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal). Todas essas barreiras de acesso impactaram o peso do indicador no modelo formativo.

Por outro lado, Iniciativa privada foi o indicador que ofereceu maior contribuição à dimensão política do Valor Público da Água, mantendo-se significativa entre 2014 e 2019. Em 2020 (ano do Novo Marco Legal) perdeu a significância, mas se manteve relevante pela caga externa. A literatura analisada aponta vários aspectos da presença do setor privado no saneamento básico.

De um lado enfatiza-se o potencial de modernização tecnológica e mobiliação de capital para investimento em infraestrutura que empresas privadas podem proporcionar (OCDE, 2009). De outro lado, a análise de casos no Brasil revela que a transição do público para o privado não garante serviços melhores e há questão da seletividade de municípios de maior rentabilidade (Sarti e Ultramare, 2018; Turini *et al.*, 2023).

5.2.3.5 Dimensão Intangível

Tabela 10

Significância e Relevância dos indicadores da Dimensão Intangível

Ano	Paralisações de água		Intermitências		Extravasamento esgoto	
	Peso Ex-terno	Carga externa	Peso Ex-terno	Carga externa	Peso Ex-terno	Carga externa
2013	0.059	0.03	-0.155	-0.29	0.964***	
2014	0.769*		0.553*		0.046	0.26
2015	-0.228	-0.31	-0.018	-0.11	0.951**	
2016	-0.146	-0.11	0.935*		-0.398	-0.33
2017	0.025	-0.04	1.081*		-0.24	0.23
2018	0.046	0.06	0.826	0.89	-0.449	-0.58
2019	0.128	0.23	0.829**		-0.418	-0.56
2020	0.411	0.41	-0.711	-0.75	0.5	0.59
2021	-0.084	0.36	0.871	0.86	-0.502	-0.57
2022	0.532	0.6	0.695	0.74	0.261	0.66

Fonte: Dados da pesquisa.

A dimensão intangível revela que o Valor Público da Água é vulnerável à percepção de falhas operacionais. O indicador Intermitência do abastecimento de água consolidou-se como o principal fator de insatisfação, apresentando relevância relativa (2014, 2016, 2017 e 2019) e absoluta (2018, 2020, 2021 e 2022) na maior parte do período. Já Extravasamento de esgoto, embora tenha mostrado relevância relativa em 2013 e 2015, permaneceu como um indicador de relevância absoluta de 2018 a 2022. À luz de Moore (1995), esses dois indicadores mostram que a percepção de valor é construída pela constância do serviço de abastecimento de água e pela segurança sanitária.

Silva, Barbosa e Silva (2024) destacam que a qualidade percebida dos serviços está associada à intermitência no abastecimento de água e seus múltiplos efeitos adversos, como a transferência de custos aos usuários, que passam a financiar reparos em redes e hidrômetros danificados pela constante abertura e fechamento de válvulas; aumento da exposição a riscos sanitários em razão da maior probabilidade de contaminação da água; agravamento de desigualdades territoriais, com o restabelecimento lento de água em áreas periferias ou mais distantes. em regiões mais distantes; interferência em hábitos e rotinas, especialmente em hospitais e órgãos de segurança pública (bombeiros). São situações que expõe a capacidade operacional (Moore, 1995) das empresas em garantir qualidade e regularidade. Não foi observado contribuição relevante do indicador Paralisações de água para a dimensão intangível, o que sugere que interrupções programadas e comunicadas tendem a ser mais toleradas pelo público, se comparado à incerteza das intermitências.

5.2.4 Avaliação do Modelo Estrutural (Inner Model)

O modelo estrutural trata da relação das dimensões — social, econômica, ambiental, política e intangível — com o construto de ordem superior Valor Público da Água (VPA). Para avaliação desse modelo, foram adotadas duas etapas: critérios de validação e análise dos coeficientes de caminho e significância. Em critérios de validação, foram abordados os três critérios principais recomendados por Hair *et al.*, (2021): i. Ausência de multicolinearidade das dimensões; ii. Poder de explicação do modelo através do R^2 e R^2 ajustado; e iii. Relevância preditiva, por meio do indicador Q^2 (Stone Geisser).

5.2.4.1 R^2 e R^2 Ajustado

Hair *et al.*, (2019) orienta que, se a colinearidade não for um problema, o próximo passo é avaliar o valor de R^2 . No contexto desse modelo estrutural, os coeficientes de determinação R^2 e R^2 ajustado referem-se somente à variável latente Valor Público da Água (VPA), uma vez que mostram o quanto as cinco dimensões explicam o VPA, que é a variável dependente dessas dimensões, conforme função: $VPA = f(\text{Social, Econômica, Ambiental, Política, Intangível})$.

Para a interpretação da capacidade preditiva do modelo, foram adotados os parâmetros de Hair *et al.* (2017), que classificam os valores de R^2 como níveis de poder explicativo fraco (0,25), moderado (0,50) e substancial (0,75).

Tabela 11

Coeficientes de determinação do Valor Público da Água (VPA)

Ano	R^2	R^2 Ajustado	Status do modelo	Dimensão dominante (p -Value < 0.05)
-----	-------	----------------	------------------	--

2013	0.658	0.576	Moderado	Intangível (0.028)
2014	0.683	0.607	Moderado	Política (0.005)
2015	0.429	0.293	Fraco	Política (0.048)
2016	0.464	0.337	Fraco	Inexistente
2017	0.567	0.464	Moderado	Política (0.048)
2018	0.662	0.582	Moderado	Política (0.044)
2019	0.745	0.684	Alto	Política (0.034)
2020	0.4	0.258	Fraco	Inexistente
2021	0.379	0.231	Fraco	Inexistente
2022	0.162	-0.038	Inexistente	Inexistente

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise do R^2 e R^2 Ajustado ao longo do período de 2013 a 2022 revela oscilações na capacidade explicativa do modelo. O poder de explicação total (R^2) foi sólido e forte entre 2013-2014 e 2018-2019, sendo que nesse último ano, explicava 74,5% do Valor Público. A Dimensão Política foi dominante nesse período. Entre 2015 e 2017, o poder explicativo fraco pode estar relacionado ao contexto econômico e político do Brasil na época. Segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Produto Interno Bruto brasileiro apresentou retração de 3,8% em 2015 e de 3,6% em 2016 (Agência Brasil, 2016; 2017). Estudo divulgado pela Agência Brasil, com base em levantamento do DIEESE, apontou que os efeitos econômicos da Operação Lava Jato resultaram em queda de 444 milhões de empregos e paralisação de obras de infraestrutura, especialmente da construção civil (Agência Brasil, 2024).

A confiabilidade (R^2 Ajustado) confirmou a robustez do modelo entre 2013-2014 e 2018-2019, atingindo maior índice em 2019 (68,4%). A partir de 2020 o modelo apresenta um descolamento em seu poder explicativo, atingindo o colapso em 2022. Esse cenário sugere que as variáveis que antes fundamentavam o Valor Público perderam a capacidade de representar a realidade do saneamento básico no Brasil. Possivelmente, esses resultados estão atrelados às transformações trazidas pelo Novo Marco Legal do Saneamento, implementado por meio da Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.

5.2.4.2 Stone-Geisser (Q^2)

Dentre os critérios de avaliação padrão do modelo estrutural, consta a medida de redundância Q^2 , baseada no procedimento de “venda dos olhos”, no qual se remove pontos individuais na matriz, imputa-se esses pontos com a média e estima-se os parâmetros do modelo (Sarstedt *et al.*, 2014). Assim, o Q^2 é uma medida que combina aspectos de previsão fora da amostra e poder explicativo dentro da amostra (Shmueli *et al.*, 2016; Sarstedt *et al.*, 2017a; Hair *et al.*, 2019, p. 16). A relevância preditiva de Q^2 é pequena se $Q^2 > 0$; média, se $Q^2 > 0,25$; e

grande se $Q^2 > 0,50$. O Q^2 foi rodado via PLSpredict no SmartPLS, como orientam Hair *et al.* (2019) e Shmueli et al. (2019).

Tabela 12

Medidas de redundância do Valor Público da Água (VPA)

Ano	Q^2_{predict}	RMSE	MAE
2013	0.067	1.229	0.875
2014	0.170	1.861	0.904
2015	-0.788	2.156	1.229
2016	-4.517	3.215	1.452
2017	-0.273	1.377	0.930
2018	-4.968	2.853	1.283
2019	-1.597	0.186	1.005
2020	-0.279	1.549	0.939
2021	0.139	1.452	0.782
2022	-2.368	2.349	1.384

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados do PLSpredict indicam relevância preditiva apenas em 2013, 2014 e 2021, quando o Q^2 se apresentou positivo. Nos demais anos se verifica baixa aderência preditiva, com Q^2 negativo. Os índices RMSE (erro médio quadrático, quanto maior, pior) e MAE (erro médio absoluto, quanto maior, pior) reforçam os resultados. Essa oscilação pode sugerir que, em períodos de relativa estabilidade institucional (2013-2014), o modelo apresentou relevância preditiva. De 2015 em diante, a perda do poder preditivo coincide com momentos de instabilidades fiscal e política no Brasil, como dito anteriormente.

5.2.4.3 Análise dos coeficientes de caminho (Path Coefficients)

Os coeficientes de caminho mostram os pesos que indicam a força e a direção da influência que cada dimensão (Social, Econômica, Ambiental, Política e Intangível) exerce sobre o Valor Público da Água. Por exemplo, verifica-se se a dimensão ambiental contribui mais para o VPA do que a dimensão econômica. O objetivo é verificar quais aspectos do saneamento realmente proporciona valor para a sociedade, o que permite uma melhor gestão pública, baseada em evidências estatísticas.

(1) Coeficientes de caminho da Dimensão Social:

Tabela 13

Coeficientes de caminho (β) da dimensão social

Estatística	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Peso (O)	-0,224	0.002	-0.003	-0.072	-0.054	-0.081	0.342	0.236	-0.069	-0.344
T-Statistic	0,914	0.013	0.008	0.308	0.186	0.263	0.998	0.642	0.175	0.912

P-Value	0,361	0.990	0.993	0.758	0.852	0.792	0.318	0.521	0.861	0.362
IC 2,5%	-0.62	-0.294	-0.685	-0.439	-0.62	-0.994	-0.68	-0.6	-0.91	-0.76
IC 97,5%	0.385	0.349	0.569	0.483	0.452	0.27	0.413	0.504	0.574	0.421

Fonte: Dados da pesquisa.

A Dimensão Social foi estatisticamente irrelevante para o Valor Público da Água em toda a série histórica, com p-values acima de 0,05 e T-statistics abaixo de 1,96. Os intervalos de confiança cruzando o zero — zero entre valores negativos (IC 2,5%) e positivos (IC 97,5%) indica que há a probabilidade do impacto dessa dimensão ser nulo. Um dos fatos que podem explicar esses resultados, é o aumento lento, embora gradual, da cobertura de esgoto no Brasil. Dados obtidos do relatório de informações do SNIS mostram que o crescimento da média anual de investimentos em infraestrutura de esgoto foi relevante apenas em 2021 e 2022.

(2) Coeficientes de caminho da Dimensão Econômica no VPA

Tabela 14

Coeficientes de caminho (β) da dimensão econômica

Estatística	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Peso (O)	-0,133	0.038	0.175	-0.157	0.074	0.175	-0.213	0.018	-0.269	-0.124
T-Statistic	0,476	0.168	0.514	0.453	0.244	0.565	0.904	0.059	1.053	0.407
P-Value	0,634	0.867	0.607	0.650	0.807	0.572	0.366	0.953	0.292	0.684
IC 2,5%	-0.85	-0.411	-0.37	-0.6	-0.518	-0.366	-0.874	-0.71	-0.53	-1.03
IC 97,5%	0.286	0.574	0.907	0.627	0.593	0.878	-0.032	0.503	0.746	0.298

Fonte: Dados da pesquisa.

A Dimensão Econômica também se mostrou estatisticamente irrelevante de 2013 a 2022: p-values superiores a 0,05 e T-statistics abaixo de 1,96. A probabilidade de impacto nulo é real, com os índices de confiança (IC 2,5% e IC 97,5%) variando entre limites negativos e positivos. Os indicadores econômicos não exerceram influência no VPA.

(3) Coeficientes de caminho da Dimensão Ambiental no VPA

Tabela 15

Coeficientes de caminho (β) da dimensão ambiental

Estatística	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Peso (O)	-0,190	0.126	0.005	0.264	0.278	-0.434	-0.570	0.352	-0.201	0.073
T-Statistic	0,923	0.500	0.022	0.712	0.846	1.293	1.410	0.759	0.659	0.252
P-Value	0,356	0.617	0.983	0.476	0.398	0.196	0.159	0.448	0.510	0.801
IC 2,5%	-0.93	-0.267	-0.412	-0.452	-0.452	-0.956	-0.052	-0.42	-0.93	-0.96
IC 97,5%	0.052	0.676	0.546	0.854	0.801	0.372	1.494	0.982	0.63	0.429

Fonte: Dados da pesquisa.

Assim como nas dimensões Social e Econômica, a dimensão Ambiental é estatisticamente irrelevante para a composição do valor público: p-values acima de 0,05 e T-

statistics abaixo de 1,96. Os intervalos de confiança reforçam esses resultados. O pior indicador foi Aproveitamento da água captada, com destaque para o ano de 2013, que apresentou os piores resultados (vide Tabela 5). Esse índice mede quanto da água captada foi efetivamente tratada e distribuída. A diferença representa o desperdício do recurso hídrico.

(4) Coeficientes de caminho da Dimensão Política no VPA:

Tabela 16

Coeficientes de caminho (β) da dimensão política

Dimensão	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Peso (O)	-0,338	-0.738	-0.530	-0.304	-0.454	-0.525	-0.621	-0.136	-0.061	-0.133
T-Statistic	1,757	2.812	1.974	1.403	1.981	2.017	2.123	0.538	0.288	0.449
P-Value	0,079	0.005	0.048	0.161	0.048	0.044	0.034	0.591	0.774	0.653
IC 2,5%	-0.75	-1.191	-1.145	-0.872	-0.824	-0.877	-1.014	-0.57	-0.44	-0.85
IC 97,5%	0.023	-0.326	-0.11	0.023	-0.038	0.005	-0.128	0.384	0.402	0.355

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados mostram que a Dimensão Política foi a dimensão que mais impactou o Valor Público na maior parte do período (2014 a 2019), apresentando significância estatística consistente ($p < 0,05$) e forte influência negativa, como mostra os Pesos (O) negativos em toda a série histórica. Esse resultado, associado ao R^2 , significa que instrumentos políticos — tarifa social, contratos vigentes, abertura à iniciativa privada — tendem a estar presentes onde níveis de desempenho social, econômico, ambiental e intangível são menores.

(5) Coeficientes de caminho da Dimensão Intangível no VPA

Tabela 17

Coeficientes de caminho (β) da dimensão intangível

Dimensão	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Peso (O)	-0,448	0.180	-0.314	-0.367	-0.430	-0.329	-0.119	-0.180	-0.289	0.025
T-Statistic	2,193	1.192	1.203	1.020	1.458	1.075	0.428	0.682	0.767	0.098
P-Value	0,028	0.233	0.229	0.308	0.145	0.282	0.668	0.495	0.443	0.922
IC 2,5%	-0.81	-0.043	-0.762	-0.825	-0.897	-0.799	-0.832	-0.52	-0.68	-0.70
IC 97,5%	-0.07	0.533	0.236	0.343	0.032	0.24	0.365	0.993	0.313	0.464

Fonte: Dados da pesquisa.

A Dimensão Intangível demonstrou robustez e relevância no modelo apenas no ano de 2013, com p-value inferior a 0,05, T-statistic superior a 1,96 e intervalos de confiança que não atravessaram o zero, mas são negativos. O indicador “Extravasamento de esgoto” foi o responsável. Naquele ano, ocorreram incidentes críticos, com vazamento de estações de tratamento, que levou à interdição de praias em Itaema e Porto Belo, em Santa Catarina (GI SC, 2013). Episódios de rompimento de tubulação também foram registrados na região Norte, com

extravasamento de efluentes em área de banho na capital de Tocantins. Cenários como esses, explicam a forte influência negativa da dimensão no VPA. Porém, no período restante os resultados foram irrelevantes, indicando efeito nulo da dimensão no modelo.

5.2.5 Conclusão dos Resultados do PLS-SEM

Os resultados do PLS-SEM indicam que o Valor Público da Água (VPA) pode ser operacionalizado como um construto formativo e multidimensional, construído a partir da combinação de diferentes dimensões do saneamento. A relação entre o VPA e a variável externa de validação — Reclamações — apresentou coeficiente estrutural negativo ($\beta < 0$) em todo o período analisado, o que significa que o modelo confirma o que teoricamente foi proposto, de que aumento do VPA estão associados a redução de reclamações. Isso confere validade teórica. Estatisticamente, é significativo ($p\text{-value} < 0,05$), atingindo seu ápice preditivo em 2019 com um R^2 de 0,745, indicando que cerca de 74,5% da variância de reclamações é explicada pelo VPA. Esse $p\text{-value}$ é o que impede o descarte do modelo, provando que a relação com o indicador de reclamações não é fruto do acaso. No entanto, apesar da significância estatística e do sinal esperado da relação (negativo), o efeito estimado é moderado, evidenciando que o VPA explica apenas parcialmente a variação das reclamações. Isso reforça seu caráter de medida analítica aproximada do valor público, e não de explicação integral da insatisfação dos usuários.

Esse achado é coerente com a noção de valor público proposta por Moore, segundo a qual políticas públicas bem-sucedidas são aquelas que produzem benefícios percebidos pela sociedade e reconhecidos pelos cidadãos. No contexto do saneamento, o resultado sugere que avanços nas condições sociais, econômicas, ambientais, políticas e intangíveis do serviço tendem a se refletir em menor necessidade de manifestação formal de insatisfação, ainda que o modelo não permita afirmar relações causais diretas.

5.3 Método Multicritério AHP-Gaussiano

O método foi proposto por Santos, Costa e Gomes (2021) como uma evolução do Analytic Hierarchy Process (AHP) tradicional, desenvolvido por Saaty (1980). É uma ferramenta de apoio à decisão que utiliza a estrutura do Processo Analítico Hierárquico (AHP) e se destaca pela objetividade em resultados estatísticos, pela redução do esforço cognitivo do tomador de decisão na atribuição de pesos aos critérios, eliminando a necessidade de decisões ou julgamentos subjetivos. No processo decisório, o gestor dispõe de diferentes alternativas ou caminhos para solucionar problemas; essas alternativas, uma vez mapeadas, tornam-se parte de uma matriz de decisões.

Nessa perspectiva, o método auxilia na escolha de decisões em contextos com grande volume de alternativas (Pepe *et al.*, 2023), julgadas à luz de critérios que o tomador de decisões considera importante para resolver o problema (Araújo *et al.*, 2022), embora o peso que esses critérios realmente representam não seja definido por opinião, mas pela variabilidade das próprias alternativas (Santos, Costa e Gomes, 2021). Segundo Gavião *et al.* (2024), a técnica utiliza o desempenho real dos dados para calcular a importância de cada critério através do Fator Gaussiano, que correlaciona o desvio-padrão e a média das alternativas. Como explicam Russo e Russo (2024), este modelo atribui pesos maiores aos critérios que apresentam maior variabilidade, porque possuem maior capacidade para diferenciar as alternativas analisadas.

No contexto do Valor Público da Água (VPA), os estados representam as alternativas, enquanto os indicadores de cada dimensão (social, econômica, ambiental, política e intangível) representam os critérios. A metodologia atua não somente como uma ferramenta de diagnóstico que apura quais critérios (indicadores) causam maior variação entre as alternativas (estados) e quais estados se destacam no ranking nacional, mas também fornece o Valor Público da Água, por dimensão, estado e ano. Essas informações são evidências estatísticas que podem auxiliar gestores públicos no direcionamento de ações estratégicas, com alocação de recursos financeiros ou implementação de políticas públicas em determinadas regiões ou estados. Em linha com essa abordagem, Felgas *et al.* (2025) aplicaram o método AHP-Gaussiano para ranquear unidades federativas brasileiras quanto à necessidade de alocação de recursos públicos, utilizando indicadores socioeconômicos para identificar regiões prioritárias.

5.3.1 Adequação do AHP-Gaussiano ao Valor Público da Água

Enquanto o PLS-SEM é uma ferramenta que confirma quais indicadores realmente constroem o Valor Público da Água (VPA), funcionando como um mapeamento das relações e da importância de cada dimensão, o método Multicritério AHP-Gaussiano sintetiza um conjunto heterogêneo de indicadores em uma métrica unificada no valor público, organizando os estados (UFs) em um *ranking* de desempenho. O método é aplicado nessa pesquisa de forma complementar, permitindo a análise da evolução do VPA ao longo dos anos.

A contribuição que o método AHP-Gaussiano vai dar à pesquisa do VPA é a integração, em um único método, de indicadores que possuem unidades de medida distintas — volumes, valores, índices — em um modelo de análise unificado (Russo & Russo, 2024). Diferente do AHP tradicional desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de 1970, o modelo Gaussiano destaca-se por preservar a variabilidade empírica dos dados, ou seja, identifica quais indicadores realmente impactam o desempenho entre os estados, atribuindo maior peso àqueles que

apresentam maior dispersão, reduzindo assim a subjetividade inerente ao julgamento de especialistas (Gavião *et al.*, 2024; Santos *et al.*, 2020).

Ademais, o método possibilita a geração de índices de VPA para cada dimensão, estado e ano, como por exemplo, VPA Social de Alagoas em 2013 ou VPA Econômico de São Paulo em 2022, semelhante ao que Silva *et al.* (2023) realizou em seus estudos, no qual aplicou o método AHP-Gaussiano para seleção e ranqueamento de ações em diferentes setores da bolsa.

É possível identificar quais estados apresentam baixo Valor Público e necessitam de priorização na agenda de políticas públicas ou de medidas mitigatórias. Essa aplicação alinha-se a tendências metodológicas contemporâneas que utilizam o AHP-Gaussiano para a realização de ações públicas e o ranqueamento de alternativas complexas com base em dados secundários (Russo & Russo, 2024; Santos & Santos, 2021). A integração do AHP-Gaussiano ao estudo do VPA permite transformar coeficientes estatísticos em uma ferramenta de apoio ao planejamento e à decisão.

5.3.2 Aplicação do Método AHP-Gaussiano

A execução do método AHP-Gaussiano foi realizada por meio de planilha do software Excel desenvolvida por Baldini *et al.* (2021) e seguiu um processo estruturado em sete etapas e nesta ordem, conforme Santos, Costa e Gomes (2022):

Quadro 11

Procedimentos para execução do método AHP-Gaussiano

Passos	Descrição
1	Estabelecer a matriz de decisão
2	Cálculo das médias das alternativas
3	Cálculo do desvio padrão das alternativas de cada critério
4	Cálculo do Fator Gaussiano de cada critério
5	Multiplicação do Fator Gaussiano pela matriz de decisão
6	Normalização dos resultados
7	Obtenção do ranqueamento das decisões

Fonte: Gomes *et al.* (2004) adaptado.

5.3.3 Matriz de Decisão - Critérios e Alternativas

O método se inicia com a definição da matriz de decisão (Silva *et al.*, 2022), composta por critérios e alternativas. No âmbito do Valor Público da Água, os critérios correspondem aos indicadores das cinco dimensões (social, econômica, ambiental, política e intangível), e as alternativas correspondem aos vinte e sete estados brasileiros. O Quadro 12 ilustra essa matriz, que foi elaborada para cada ano da série histórica analisada (2013–2022).

Quadro 12

Modelo de Matriz de Decisão VPA – Modelo AHP-Gaussiano

Alternativas (Estados)	Critérios (Indicadores)																			
	Mín-máx				Mín-máx					Mín-máx				Mín-máx			Mín-máx			
	Dimensão Social				Dimensão Econômica					Dimensão Ambiental				Dimensão Política			Dimensão Intangível			
Estados	S1	S2	S3	S4	E1	E2	E3	E4	E5	A1	A2	A3	A4	P1	P2	P3	I1	I2	I3	I4
AC	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	...	...	...	...	...	...	...	...
AL	X_{21}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
AM	X_{31}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
BA	X_{41}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
CE	X_{51}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
DF	X_{61}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ES	X_{71}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
GO	X_{81}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
MA	X_{91}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
MT	X_{101}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
MS	X_{111}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
MG	X_{121}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PA	X_{131}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PB	X_{141}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PR	X_{151}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PE	X_{161}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
PI	X_{171}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
RJ	X_{181}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
RN	X_{191}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
RS	X_{201}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
RO	X_{211}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
RR	X_{221}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SC	X_{231}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SP	X_{241}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
SE	X_{251}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
TO	X_{261}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fonte: Elaboração própria.

5.3.4 Vetores Monotômico de Custos e de Benefício

Para que os dados brutos dos critérios (indicadores) sejam comparáveis, foi necessário normalizar as diversas escalas (valor monetário, volume, percentagens) por mín-máx, conforme vetores de desempenho: monotômico de benefício, se valores mais elevados indicam melhor desempenho; monotômico de custo (mínimo), se valores mais baixos representam situações mais favoráveis. Sobre esses últimos Pepe et al. (2023) esclarecem que, por expressarem impacto negativo, é necessário que sejam minimizados, com a inversão de valores pela divisão de um sobre o valor do critério $(1 - x)$, para que todos eles tenham a mesma tendência positiva de

crescimento.

Quadro 13

Classificação dos vetores de cada critério

Social	Vetor	Justificativa do vetor
Acesso água e esgoto	Máx.	Maior universalização gera mais valor público
Atendimento a vulneráveis	Máx.	A equidade social cresce ao atender vulneráveis
Impacto hidrossanitário	Máx.	Tratamento e desinfecção da água geram saúde
Desigualdade no acesso	Mín.	Menor desigualdade afasta a injustiça social
Econômico	Vetor	Justificativa do vetor
Eficiência operacional	Mín.	Menor custo por m ³ de água gera eficiência
Perda de água	Mín.	Menor desperdício reduz despesas
Receita per capita	Máx.	Sustentabilidade financeira viabiliza o negócio
Investimento em água	Máx.	Aporte em infraestrutura gera retorno
Investimento em esgoto	Máx.	Aporte em infraestrutura gera retorno
Ambiental	Vetor	Justificativa do vetor
Potabilidade da água	Máx.	Maior adequação aos padrões de saúde
Aproveitamento da água	Máx.	Água captada deve ser tratada e distribuída
Captação per capita	Mín.	Menor pressão per capita preserva recurso hídrico
Uso sustentável da água	Máx.	A água distribuída converte em esgoto tratado
Político	Vetor	Justificativa do vetor
Contratos vigentes	Máx.	Segurança jurídica e institucional
Tarifa social	Máx.	Instrumento de justiça tarifária
Iniciativa privada	Máx.	Implementação do Novo Marco do Saneamento
Intangível	Vetor	Justificativa do vetor
Ausência de paralisações	Máx.	Menos paralisações gera maior satisfação
Ausência de intermitências	Máx.	Menos intermitências gera maior confiança
Ausência de extravasamento esgoto	Máx.	Menos extravasamento, maior segurança sanitária

Fonte: Elaboração própria.

5.3.5 Normalização dos Resultados

Após definição dos vetores de desempenho e classificação dos critérios como monotônico de custo (mínimo) ou monotônico de benefício (máximo), conforme detalhado no Quadro 13, os valores foram redimensionados para uma escala entre 0 e 1. Para ilustrar, as Tabelas 17 e 18 mostram essa etapa metodológica na dimensão ambiental do VPA para o ano de 2013. O procedimento foi replicado individualmente para cada uma das cinco dimensões, em cada um dos dez anos da série histórica (2013-2022), perfazendo o total de 50 matrizes de dados brutos e 50 matrizes de decisão processadas.

Tabela 18

Dados brutos dos critérios da dimensão ambiental antes da normalização - 2013

Tipo	MÁX	MÁX	MÍN	MÁX
------	-----	-----	-----	-----

Alternativa/Critério	Potabilidade água	Aproveitamento da água	Captação per capita	Uso sustentável
Acre	9.404.791	0.966501	0.148524	0.989825
Amazonas	8.191.282	0.973044	0.298987	0.998966
Amapá	9.938.181	0.749283	0.137613	0.994358
Pará	9.144.302	0.541804	0.103442	0.979398
Rondônia	9.197.759	0.793496	0.139558	0.986989
Roraima	645.219	0.52611	0.135035	1
Tocantins	9.944.669	0.552805	0.077901	0.993473
Alagoas	9.141.555	0.785657	0.080529	0.935709
Bahia	9.831.789	0.857002	0.07257	0.959823
Ceará	9.018.216	0.879441	0.074598	0.978232
Maranhão	9.637.987	0.412332	0.135476	0.891836
Paraíba	7.191.485	0.946591	0.082622	0.945784
Pernambuco	9.970.566	0.895263	0.093335	0.974058
Piauí	7.591.147	0.648211	0.102666	0.99853
Rio Grande do Norte	9.306.699	0.386192	0.094399	0.979464
Sergipe	9.702.101	0.922427	0.108293	0.997012
Espírito Santo	9.741.214	0.935294	0.105517	0.935682
Minas Gerais	9.717.594	0.888304	0.086723	0.759639
Rio de Janeiro	9.751.741	0.855916	0.142967	0.849029
São Paulo	9.875.874	0.834932	0.111026	0.857303
Paraná	9.800.063	0.76465	0.078079	0.992797
Rio Grande do Sul	9.299.744	0.864182	0.098763	0.88089
Santa Catarina	9.770.774	0.924798	0.090269	0.99739
Distrito Federal	9.537.398	0.886602	0.093431	1
Goiás	9.914.499	0.867518	0.074138	0.952262
Mato Grosso do Sul	9.981.084	0.420628	0.089303	0.996972
Mato Grosso	9.771.607	0.663285	0.116296	0.968932

Fonte: Adaptado de Baldini et al (2021)

Tabela 19

Matriz normalizada da dimensão ambiental e ranqueamento - 2013

Alternativa/Critério	Potabilidade água	Aproveitamento recursos	Captação per capita	Uso sustentável	AHP-G	RANK
Acre	0.037495	0.046596	0.025048	0.038374	0.036016	16
Amazonas	0.032657	0.046911	0.012443	0.038728	0.030507	25
Amapá	0.039622	0.036123	0.027034	0.038549	0.033317	21
Pará	0.036457	0.026121	0.035965	0.037969	0.032647	23
Rondônia	0.03667	0.038255	0.026658	0.038264	0.033478	20
Roraima	0.025724	0.025364	0.027551	0.038768	0.027552	26
Tocantins	0.039648	0.026651	0.047756	0.038515	0.037986	14
Alagoas	0.036446	0.037877	0.046198	0.036276	0.040769	9
Bahia	0.039198	0.041317	0.051265	0.037211	0.044505	1
Ceará	0.035954	0.042398	0.049871	0.037924	0.043937	3
Maranhão	0.038425	0.019879	0.027461	0.034575	0.027016	27
Paraíba	0.028671	0.045636	0.045027	0.036666	0.042012	4
Pernambuco	0.039751	0.043161	0.039859	0.037762	0.040845	8
Piauí	0.030265	0.031251	0.036237	0.038711	0.033767	18

Rio Grande do Norte	0.037104	0.018619	0.03941	0.037972	0.031363	24
Sergipe	0.038681	0.044471	0.034354	0.038652	0.039091	12
Espírito Santo	0.038836	0.045091	0.035258	0.036275	0.039467	11
Minas Gerais	0.038742	0.042826	0.042898	0.02945	0.04097	7
Rio de Janeiro	0.038878	0.041264	0.026022	0.032915	0.034144	17
São Paulo	0.039373	0.040253	0.033508	0.033236	0.036811	15
Paraná	0.039071	0.036864	0.047648	0.038489	0.041571	6
Rio Grande do Sul	0.037076	0.041663	0.037669	0.034151	0.038698	13
Santa Catarina	0.038954	0.044585	0.041213	0.038667	0.041861	5
Distrito Federal	0.038024	0.042744	0.039818	0.038768	0.040515	10
Goiás	0.039527	0.041824	0.05018	0.036917	0.044286	2
Mato Grosso do Sul	0.039793	0.020279	0.041659	0.038651	0.033314	22
Mato Grosso	0.038958	0.031977	0.03199	0.037564	0.033556	19

Fonte: Adaptado de Baldini *et al* (2021)

5.3.6 Média, Desvio-padrão e Fator Gaussiano

A partir da matriz de decisão normalizada, é feito o cálculo da média das alternativas de cada critério. À título de ilustração, vide alternativas x_1 a x_{261} , do critério “S1” do Quadro 12. Sobre as mesmas alternativas, apura-se o Desvio-padrão (DESVPAD), para medir o grau de dispersão ou desigualdade entre os estados; quanto maior o desvio-padrão, mais o indicador consegue diferenciar um estado do outro. O Fator Gaussiano é obtido pela divisão do desvio-padrão pela média ($\sigma/\bar{x}$), conforme Costa *et al.* (2023) e Santos *et al.* (2020).

Em seguida, obtém-se o Fator Gaussiano normalizado, por meio da divisão do Fator Gaussiano de cada indicador pela soma de todos os Fatores Gaussianos, garantindo resultados dentro da escala de 0 a 10, para comparabilidade.

Tabela 20

Cálculo do Fator Gaussiano da dimensão ambiental – 2013

Medidas estatísticas	MÁX Potabilidade da água	MÁX Aproveitamento da água	MÍN Captação per capita	MÁX Uso sustentável
Média	0.037037	0.037037	0.037037	0.037037
Desvio Padrão	0.003598	0.008777	0.009445	0.002299
Fator Gaussiano	0.097157	0.236982	0.255022	0.062084
Fator G. Normalizado	0.149186	0.36389	0.391591	0.095332

Fonte: Adaptado de Baldini *et al* (2021).

5.3.7 Análise dos Resultados

O Fator Gaussiano Normalizado reflete o peso final (importância) de cada critério na dimensão, e é definido estritamente pelo comportamento dos dados, sem qualquer fator humano ou subjetivo dos julgamentos (Gavião *et al.*, 2024). Essa estratégia fundamenta-se na capacidade discriminatória dos indicadores: critérios que apresentam maior variabilidade entre

os estados recebem maior peso, enquanto critérios com desempenhos homogêneos têm sua influência reduzida no modelo final (Russo & Russo, 2024).

5.3.7.1 AHP-Gaussiano na Dimensão Social

Tabela 21

Peso dos critérios na dimensão social (Fator Gaussiano Normalizado)

Ano	Acesso simultâneo	Atendimento vulnerável	Impacto hidrossanitário	Desigualdade no acesso
2013	0.087161	0.039227	0.062955	0.810657
2014	0.160582	0.134012	0.146388	0.559018
2015	0.170503	0.143361	0.064228	0.621909
2016	0.255727	0.262493	0.189528	0.292252
2017	0.106986	0.100884	0.045232	0.746898
2018	0.199215	0.191831	0.146062	0.462893
2019	0.299781	0.295265	0.135440	0.269515
2020	0.284401	0.272001	0.177602	0.265996
2021	0.235951	0.265499	0.092706	0.405844
2022	0.091852	0.064747	0.032684	0.810717

Fonte: Dados da pesquisa.

O indicador "Desigualdade no acesso" destaca-se como o critério de maior peso durante todo o período analisado, chegando a 81% em 2013 e 2022. O indicador mede o nível de abastecimento de água em regiões de baixo IDHM. Por ter maior fator gaussiano normalizado, indica que os estados têm realidades extremamente desiguais. Segundo Custódio (2023), o índice de atendimento entre 2016 e 2021 no Brasil cresceu apenas 0,9% em média, com os piores índices concentrados nas regiões norte e nordeste e maior precariedade nas áreas rurais. O Valor Público a Água é obtido pela soma dos indicadores sociais da matriz normalizada, ponderada pelos pesos do fator gaussiano normalizado. A Tabela 22 mostra o VPA social por estado e ano e, com base nesses resultados, é apresentado o ranqueamento dos melhores e piores VPA social dentre os estados, conforme Quadros 14 e 15.

Tabela 22

Valor Público da Água – Dimensão Social

Estado	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
AC	-0.0249	0.0206	0.0201	0.0228	0.0060	0.0279	0.0294	0.0251	0.0229	0.0424	0.0192
AP	-0.0242	0.0260	0.0313	0.0470	0.0059	0.0456	0.0414	0.0366	0.0413	-0.7403	-0.0489
AM	0.1657	-0.0099	0.0212	0.0187	0.0089	0.0248	0.0267	0.0388	0.0290	0.0490	0.0373
PA	-0.0199	0.0168	0.0127	0.0139	0.0055	0.0119	0.0138	0.0156	0.0147	0.0524	0.0137
RO	-0.0174	0.0100	0.0111	0.0141	0.0060	0.0134	0.0153	0.0159	0.0123	0.0205	0.0101
RR	0.0003	0.0267	0.0219	0.0400	0.0126	0.0337	0.0372	0.0394	0.0288	0.0322	0.0273
TO	-0.0037	0.0367	0.0213	0.0333	0.0115	0.0277	0.0302	0.0460	0.0422	0.1002	0.0345
AL	-0.0401	0.0156	0.0131	0.0206	0.0060	0.0162	0.0164	0.0166	0.0227	0.3802	0.0467
BA	-0.0131	0.0206	0.0212	0.0320	0.0094	0.0273	0.0306	0.0311	0.0241	0.0509	0.0234

CE	-0.0154	0.0283	0.0230	0.0326	0.0121	0.0304	0.0316	0.0351	0.0349	0.0787	0.0291
MA	-0.0185	0.0145	0.0122	0.0204	0.0065	0.0166	0.0156	0.0184	0.0156	0.0560	0.0157
PB	-0.0068	0.0220	0.0209	0.0330	0.0112	0.0255	0.0271	0.0283	0.0240	0.0394	0.0225
PE	-0.0065	0.0190	0.0187	0.0261	0.0105	0.0225	0.0287	0.0280	0.0263	0.0380	0.0211
PI	-0.0037	0.0258	0.0136	0.0232	0.0067	0.0231	0.0207	0.0229	0.0189	0.0529	0.0204
RN	-0.0151	0.0311	0.3447	0.0360	0.0192	0.0386	0.0371	0.0382	0.0347	0.0784	0.0643
SE	0.0489	0.3087	0.0372	0.0605	0.0173	0.1635	0.0312	0.0322	0.1086	0.1213	0.0929
ES	-0.0192	0.0239	0.0256	0.0397	0.0154	0.0321	0.0436	0.0479	0.0415	0.0385	0.0289
MG	-0.0153	0.0311	0.0310	0.0484	0.0180	0.0380	0.0492	0.0473	0.0446	0.0380	0.0330
RJ	-0.0121	0.0524	0.0546	0.0553	-0.0390	0.0505	0.0603	0.0598	0.0529	0.0544	0.0389
SP	0.1183	0.0456	0.0650	0.0664	0.0256	0.0671	0.0805	0.0660	0.0635	0.0601	0.1183
PR	-0.0089	0.0346	0.0330	0.0478	0.0200	0.0411	0.0551	0.0499	0.0488	0.0587	0.0380
RS	-0.0070	0.0260	0.0242	0.0371	0.0153	0.0309	0.0413	0.0363	0.0393	0.0535	0.0297
SC	-0.0335	0.0248	0.0013	0.0349	0.0152	0.0307	0.0425	0.0366	0.0401	0.0414	0.0234
DF	-0.0065	0.0496	0.0424	0.0657	0.0241	0.0535	0.0682	0.0640	0.0599	0.0563	0.0477
GO	-0.0098	0.0390	0.0305	0.0477	0.7218	0.0391	0.0479	0.0478	0.0416	0.0642	0.1070
MS	-0.0030	0.0304	0.0245	0.0428	0.0148	0.0364	0.0421	0.0416	0.0365	0.0411	0.0307
MT	-0.0731	0.0301	0.0238	0.0399	0.0135	0.0318	0.0361	0.0346	0.0304	0.0415	0.0209

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 14

Ranking das cinco melhores UF's na Dimensão Social do VPA

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	SP	SE	RN	SP	GO	SE	SP	SP	SE	AL
2	AM	RJ	SP	DF	SP	SP	DF	DF	SP	SE
3	SE	DF	RJ	SE	DF	DF	RJ	RJ	DF	RO
4	RR	SP	DF	RJ	PR	RJ	PR	PR	RJ	CE
5	MS	GO	SE	MG	RN	AP	MG	ES	PR	RN

Fonte: Dados da pesquisa.

Embora a região nordeste enfrente dificuldades nos índices de abastecimento de água, Sergipe alcançou liderança no ranking nacional em três ocasiões (2014, 2018 e 2021), juntamente com São Paulo (2013, 2016 e 2019). Ambos mostraram pouca diferença entre o atendimento com água em áreas de maior e menor IDHM, o que resultou na entrega de um maior valor público social da água no período analisado.

Quadro 15

Ranking das cinco piores UF's na Dimensão Social do VPA

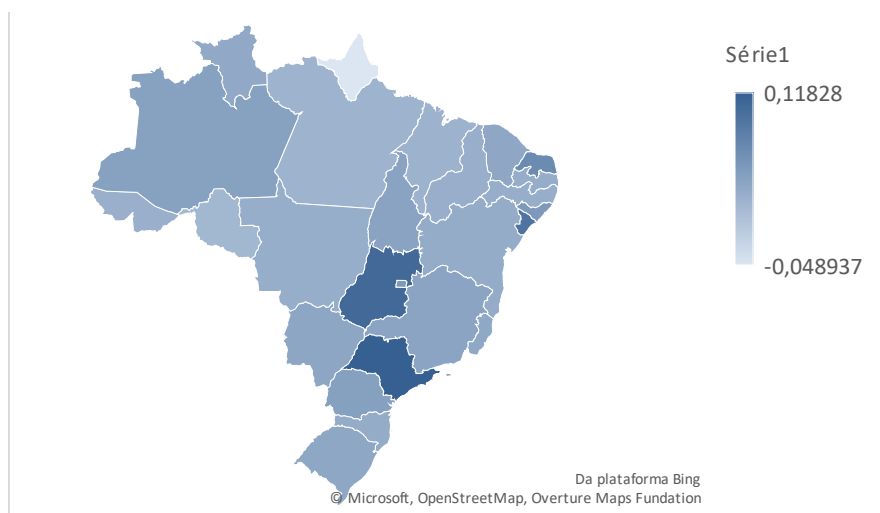
Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
23	AP	PA	AL	AL	AC	PE	PI	PI	AL	PE
24	AC	AL	PA	MA	AL	MA	AL	MA	PI	MG
25	SC	MA	MA	AM	AP	AL	MA	AL	MA	RR
26	AL	RO	RO	RO	PA	RO	RO	RO	PA	RO
27	MT	AM	SC	PA	RJ	PA	PA	PA	RO	AP

Fonte: Dados da pesquisa.

Já o ranking das cinco piores unidades da federação, revela uma concentração crítica nas regiões Norte e Nordeste, com predominância de Maranhão e Alagoas, distribuídos dentre as últimas cinco posições. O Pará ocupa a **27ª** posição na maior parte dos anos, figurando entre os piores colocados em nível de atendimento com água, com o município de Ananindeua atendendo 26,91% da população em 2013 e 42,74% em 2022 (Trata Brasil, 2013 e 2022).

Figura 3

Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Social por Unidade da Federação (2013-2022)



Nota: Tons mais escuros indicam maiores níveis de Valor Público da Água.

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3.7.2 AHP-Gaussiano Dimensão Econômica

Tabela 23

Peso dos critérios na dimensão econômica (Fator Gaussiano Normalizado)

Ano	Eficiência Operacional	Perda de Água	Receita Per Capita	Investimento Água	Investimento Esgoto
2013	0.170318	0.082476	0.097507	0.229722	0.419974
2014	0.196619	0.105345	0.129239	0.229310	0.339485
2015	0.20218	0.088411	0.120798	0.240634	0.347971
2016	0.194430	0.088496	0.116281	0.259623	0.341167
2017	0.171251	0.087136	0.103176	0.219365	0.419070
2018	0.218664	0.096913	0.110331	0.243231	0.330859
2019	0.190985	0.093381	0.106050	0.242558	0.367023
2020	0.178011	0.096242	0.118357	0.254134	0.353254
2021	0.160245	0.102298	0.127647	0.273262	0.336546
2022	0.181100	0.097666	0.123891	0.200700	0.396641

Fonte: Dados da pesquisa

O peso dos critérios está bem distribuído na dimensão econômica, porém “Investimento em esgoto per capita” foi o que mais se destacou (42% em 2013 e 2017), sendo o ponto de maior

desigualdade entre os estados. Historicamente, esgotamento sanitário recebe menos investimento que o setor de abastecimento de água. Saiani e Galvão (2010) sugerem que a ausência de metas internacionais para o esgotamento sanitário nos ODMs (Objetivos de Desenvolvimento do Milênio), pode ter desestimulado o investimento no setor. E mesmo em cenário de investimento, há um quadro de ineficiência nos gastos, como atestam Bittelbrunn *et al.* (2016), concluindo que a passos lentos o Brasil caminha para a universalização do esgoto. Para obter o Valor Público a Água na dimensão econômica, foi feita a soma dos indicadores econômicos da matriz normalizada, ponderada pelos pesos do fator gaussiano normalizado.

Tabela 24

Valor Público da Água – Dimensão Econômica

Estado	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
AC	0.0450	0.0396	0.0374	0.0459	0.1042	0.0662	0.0314	0.0218	0.0187	0.0104	0.0420
AP	0.0303	0.0233	0.0101	0.0209	0.0382	0.0109	0.0098	0.0064	0.0148	0.0203	0.0185
AM	0.0349	0.0299	0.0267	0.0249	0.0218	0.0349	0.0542	0.0370	0.0398	0.0425	0.0347
PA	0.0436	0.0326	0.0228	0.0256	0.0154	0.0239	0.0281	0.0545	0.0470	0.0211	0.0315
RO	0.0422	0.0402	0.0103	0.0169	0.0544	0.0429	0.0222	0.0302	0.0322	0.0846	0.0376
RR	0.1197	0.0595	0.0419	0.0593	0.0643	0.0454	0.0308	0.0326	0.0134	0.0176	0.0484
TO	0.0533	0.0667	0.0936	0.0468	0.0432	0.0473	0.0612	0.0651	0.0822	0.0742	0.0634
AL	0.0111	0.0136	0.0242	0.0213	0.0176	0.0210	0.0154	0.0172	0.0198	0.0450	0.0206
BA	0.0290	0.0300	0.0327	0.0297	0.0253	0.0297	0.0279	0.0308	0.0416	0.0331	0.0310
CE	0.0243	0.0299	0.0291	0.0251	0.0230	0.0259	0.0279	0.0311	0.0307	0.0454	0.0292
MA	0.0166	0.0224	0.0297	0.0355	0.0193	0.0213	0.0149	0.0320	0.0393	0.0213	0.0252
PB	0.0252	0.0225	0.0194	0.0369	0.0189	0.0297	0.0183	0.0194	0.0274	0.0192	0.0237
PE	0.0466	0.0464	0.0528	0.0453	0.0487	0.0500	0.0573	0.0503	0.0499	0.0466	0.0494
PI	0.0456	0.0353	0.0279	0.0192	0.0185	0.0314	0.0286	0.0263	0.0343	0.0258	0.0293
RN	0.0230	0.0314	0.0363	0.0344	0.0386	0.0637	0.0482	0.0399	0.0335	0.0234	0.0373
SE	0.0352	0.0459	0.0480	0.0450	0.0423	0.0303	0.0662	0.0526	0.0463	0.0285	0.0440
ES	0.0460	0.0408	0.0383	0.0440	0.0405	0.0402	0.0381	0.0395	0.0387	0.0470	0.0413
MG	0.0250	0.0305	0.0379	0.0253	0.0274	0.0303	0.0257	0.0284	0.0278	0.0271	0.0285
RJ	0.0281	0.0424	0.0532	0.0414	0.0303	0.0355	0.0319	0.0286	0.0277	0.0402	0.0359
SP	0.0306	0.0358	0.0444	0.0472	0.0374	0.0380	0.0384	0.0454	0.0377	0.0354	0.0390
PR	0.0348	0.0421	0.0393	0.0376	0.0379	0.0401	0.0418	0.0418	0.0431	0.0412	0.0400
RS	0.0267	0.0293	0.0302	0.0317	0.0309	0.0325	0.0335	0.0376	0.0353	0.0330	0.0321
SC	0.0418	0.0447	0.0626	0.0573	0.0626	0.0532	0.0766	0.0770	0.0500	0.0578	0.0584
DF	0.0242	0.0308	0.0271	0.0290	0.0369	0.0319	0.0346	0.0346	0.0230	0.0209	0.0293
GO	0.0365	0.0447	0.0384	0.0388	0.0254	0.0347	0.0311	0.0327	0.0306	0.0405	0.0353
MS	0.0466	0.0466	0.0384	0.0574	0.0440	0.0464	0.0538	0.0413	0.0444	0.0441	0.0463
MT	0.0339	0.0432	0.0473	0.0577	0.0330	0.0426	0.0519	0.0458	0.0707	0.0537	0.0480

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 16

Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Econômica do VPA

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

1	RR	TO	TO	RR	AC	AC	SC	SC	TO	RO
2	TO	RR	SC	MT	RR	RN	SE	TO	MT	TO
3	PE	MS	RJ	MS	SC	SC	TO	PA	SC	SC
4	MS	PE	PE	SC	RO	PE	PE	SE	PE	MT
5	ES	SE	SE	SP	PE	TO	AM	PE	PA	ES

Fonte: Dados da pesquisa.

Os estados de Tocantins, Acre, Roraima e Santa Catarina consolidaram-se no topo do ranking do Valor Público Econômico da Água nos 10 anos analisados. Dados brutos do SNIS revelam que esses estados investiram em infraestrutura de esgoto por habitante mais do que a média nacional, como mostra a Tabela 22. O relatório *Ranking do Saneamento com Base no SNIS 2013* (Trata Brasil, 2015, p. 50), reforça esse cenário, ao mostrar que os investimentos totais (em água e esgoto) realizados nas capitais de cada um desses estados em 2013, supera os valores investidos no quinquênio 2009-2013. Em 2022, o cenário ratifica o ranking do AHP-Gaussiano, mostrando evolução do investimento nas capitais de Santa Catarina, Tocantins e Rondônia, com os maiores volume de aportes realizados em 2022, comparado ao quinquênio 2018-2022 (Trata Brasil, 2024, p. 69). Estados com menor escala populacional (MT, PA, RO e TO) e elevado investimento podemos alcançar posições elevadas no ranking, desde que não possuam valores críticos nos demais critérios.

Tabela 25

Índice de investimento em esgoto per capita – AC, RR, TO e SC

Ano	Média anual	Acre	Roraima	Tocantins	Santa Catarina
2013	106,54	81,046	120,766	229,180	1,053,476
2014	83,00	94,511	140,535	285,252	1,131,513
2015	73,49	100,368	192,560	347,912	1,298,547
2016	67,34	99,906	197,405	354,919	1,431,242
2017	74,48	88,810	218,433	419,361	1,578,942
2018	65,61	87,978	297,889	453,956	1,666,861
2019	62,84	88,199	365,286	464,838	1,795,333
2020	61,01	101,988	399,316	503,295	1,890,464
2021	73,20	108,145	430,677	557,176	2,029,450
2022	119,40	87,383	417,306	541,112	2,213,019

Fonte: Dados da pesquisa.

Um dos pontos interessantes do ranking é o aparecimento pontual de São Paulo (2016) e Amazonas (2019) dentre os cinco melhores. De acordo com dados do SNIS/2016, São Paulo apresentou o segundo melhor índice de Investimento em infraestrutura de água per capita (R\$ 64,04), perdendo apenas para Mato Grosso do Sul (R\$ 67,64). Esse desempenho no critério de segundo maior peso na dimensão econômica trouxe o estado de São Paulo para o ranking dos

cinco melhores Valor Público de 2016. Já o estado do Amazonas se destacou no critério Eficiência operacional em 2019, apresentando o melhor desempenho entre os estados, com a menor despesa operacional por volume de água distribuída e esgoto tratado (R\$ 985,45), de acordo com dados extraídos do SNIS. Sob a ótica de Moore (1995), que menciona que o Valor Público só é sustentável se houver equilíbrio no Triângulo Estratégico: Valor Público, Capacidade Operacional e Legitimidade (apoio), o estado do Amazonas demonstrou capacidade operacional pela eficiência nos gastos, gerando valor público.

Quadro 17

Ranking das cinco piores UF's na Dimensão Econômica do VPA

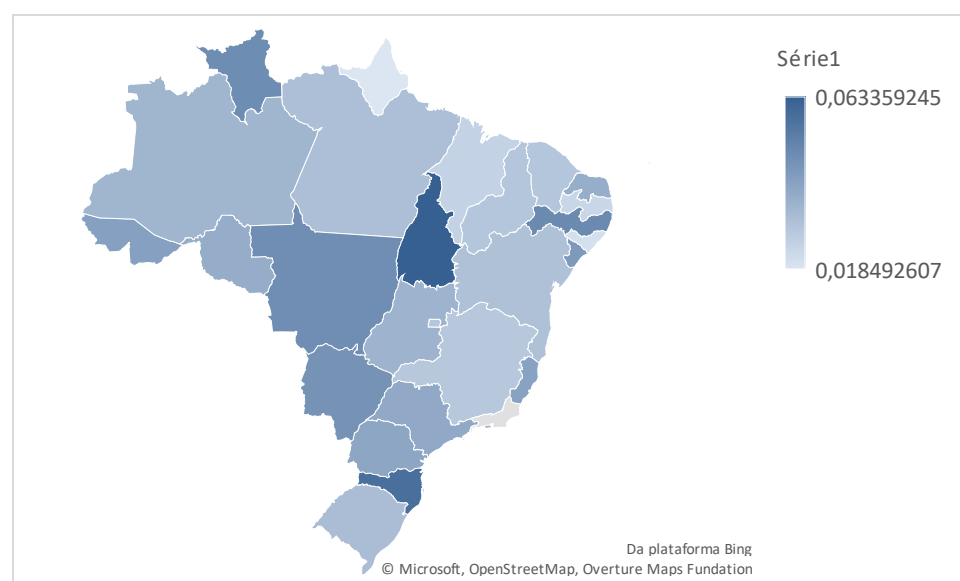
Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
23	CE	RS	AL	AM	MA	CE	RO	PI	DF	DF
24	DF	AP	PA	AL	PB	PA	PB	AC	AL	AP
25	RN	PB	PB	AP	PI	MA	AL	PB	AC	PB
26	MA	MA	RO	PI	AL	AL	MA	AL	AP	RR
27	AL	AL	AP	RO	PA	AP	AP	AP	RR	AC

Fonte: Dados da pesquisa.

O Norte domina as piores posições no Valor Público Econômico da Água, com predominância dos estados de Alagoas e Amapá. Informações extraídas do SNIS mostram que Alagoas obteve o pior índice de investimento per capita em esgoto de 2013 (R\$ 5,20) e baixo índice em 2014 (R\$ 10,27). Amapá apresenta resultados mais críticos, com investimentos per capita em esgoto praticamente nulo nos anos de 2016, 2020 e 2022.

Figura 4

Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Econômica por Unidade da Federação (2013-2022)



Nota: Tons mais escuros indicam maiores níveis de Valor Público da Água.

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3.7.3 AHP-Gaussiano – Dimensão Ambiental

Tabela 26

Peso dos critérios na dimensão ambiental (Fator Gaussiano Normalizado)

Ano	Potabilidade água	Aproveitamento da água	Captação per capita	Uso sustentável da água
2013	0.179547	0.350904	0.377617	0.091929
2014	0.100734	0.417367	0.383745	0.098151
2015	0.155370	0.416720	0.341033	0.086870
2016	0.213341	0.361911	0.340384	0.084362
2017	0.192062	0.365644	0.338688	0.103604
2018	0.162148	0.377552	0.353093	0.107206
2019	0.107794	0.419703	0.384005	0.088496
2020	0.150694	0.404139	0.369205	0.075960
2021	0.149500	0.397470	0.385583	0.067446
2022	0.154061	0.392991	0.382955	0.069991

Fonte: Dados da pesquisa.

“Aproveitamento da água” e “Captação de água per capita” foram os indicadores mais expressivos da dimensão ambiental, representando, juntos, quase 80% do peso total. Aproveitamento de recursos hídricos passa pela exploração sustentável e equilibrada dos mananciais, sem provocar stress hídrico no sistema, tendo em vista que, fundamentalmente, a água é parte de um ecossistema e não apenas uma mercadoria ou um serviço público básico (Vorosmarty, 2010). A Tabela 17 mostra o valor público ambiental por estado e ano.

Tabela 27

Valor Público da Água - Dimensão Ambiental

Estado	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
AC	0.0337	0.0450	0.0347	0.0397	0.0371	0.0446	0.0318	0.0456	0.0470	0.0446	0.0404
AP	0.0448	0.0485	0.0412	0.0404	0.0389	0.0313	0.0449	0.0316	0.0384	0.0452	0.0405
AM	0.0242	0.0218	0.0283	0.0257	0.0197	0.0203	0.0247	0.0217	0.0406	0.0151	0.0242
PA	0.0245	0.0372	0.0274	0.0389	0.0450	0.0424	0.0410	0.0362	0.0283	0.0430	0.0364
RO	0.0380	0.0375	0.0400	0.0384	0.0395	0.0354	0.0305	0.0323	0.0228	0.0303	0.0345
RR	0.0433	0.0471	0.0374	0.0408	0.0404	0.0468	0.0386	0.0416	0.0364	0.0377	0.0410
TO	0.0439	0.0480	0.0415	0.0382	0.0482	0.0443	0.0419	0.0429	0.0443	0.0448	0.0438
AL	0.0314	0.0097	0.0385	0.0253	0.0163	0.0319	0.0358	0.0242	0.0232	0.0349	0.0271
BA	0.0383	0.0201	0.0400	0.0259	0.0113	0.0338	0.0344	0.0343	0.0233	0.0167	0.0278
CE	0.0422	0.0429	0.0392	0.0367	0.0324	0.0423	0.0393	0.0419	0.0420	0.0400	0.0399
MA	0.0267	0.0433	0.0283	0.0326	0.0506	0.0426	0.0325	0.0316	0.0358	0.0365	0.0361
PB	0.0384	0.0374	0.0391	0.0413	0.0425	0.0404	0.0481	0.0473	0.0328	0.0349	0.0402
PE	0.0442	0.0215	0.0410	0.0395	0.0391	0.0375	0.0370	0.0373	0.0356	0.0222	0.0355
PI	0.0419	0.0466	0.0404	0.0413	0.0454	0.0462	0.0443	0.0418	0.0455	0.0410	0.0434
RN	0.0421	0.0434	0.0396	0.0354	0.0359	0.0328	0.0226	0.0187	0.0245	0.0316	0.0327

SE	0.0435	0.0487	0.0415	0.0428	0.0512	0.0471	0.0491	0.0475	0.0492	0.0450	0.0465
ES	0.0417	0.0304	0.0402	0.0360	0.0251	0.0255	0.0404	0.0299	0.0274	0.0313	0.0328
MG	0.0348	0.0283	0.0291	0.0360	0.0334	0.0316	0.0328	0.0341	0.0317	0.0357	0.0328
RJ	0.0384	0.0356	0.0384	0.0408	0.0345	0.0319	0.0359	0.0311	0.0403	0.0402	0.0367
SP	0.0287	0.0322	0.0236	0.0372	0.0406	0.0387	0.0393	0.0410	0.0428	0.0425	0.0367
PR	0.0366	0.0474	0.0390	0.0425	0.0509	0.0468	0.0489	0.0476	0.0501	0.0460	0.0456
RS	0.0393	0.0413	0.0394	0.0378	0.0399	0.0351	0.0341	0.0363	0.0330	0.0386	0.0375
SC	0.0399	0.0435	0.0405	0.0410	0.0475	0.0435	0.0471	0.0456	0.0466	0.0438	0.0439
DF	0.0269	0.0246	0.0371	0.0377	0.0254	0.0245	0.0315	0.0430	0.0447	0.0429	0.0338
GO	0.0445	0.0404	0.0413	0.0363	0.0369	0.0356	0.0266	0.0382	0.0372	0.0408	0.0378
MS	0.0421	0.0434	0.0404	0.0410	0.0412	0.0357	0.0394	0.0476	0.0500	0.0404	0.0421
MT	0.0262	0.0343	0.0328	0.0307	0.0312	0.0311	0.0276	0.0292	0.0268	0.0341	0.0304

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 18

Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Ambiental do VPA

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	BA	BA	BA	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB
2	GO	PB	PB	BA	DF	PE	GO	GO	GO	GO
3	CE	GO	GO	GO	GO	DF	BA	DF	PE	SC
4	PB	DF	DF	DF	BA	GO	PE	BA	DF	DF
5	SC	PE	PE	PE	SE	BA	DF	PE	BA	BA

Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo das cinco unidades da federação com maior Valor Público Ambiental é composto, majoritariamente, por estados das regiões Nordeste e Centro-Oeste. Paraíba apresenta o desempenho mais consolidado, liderando o ranking de forma ininterrupta a partir de 2016. Esse resultado indica uma eficiência no aproveitamento de recursos e controle do consumo per capita de água.

Quadro 19

Ranking das cinco piores UFs na Dimensão Ambiental do VPA

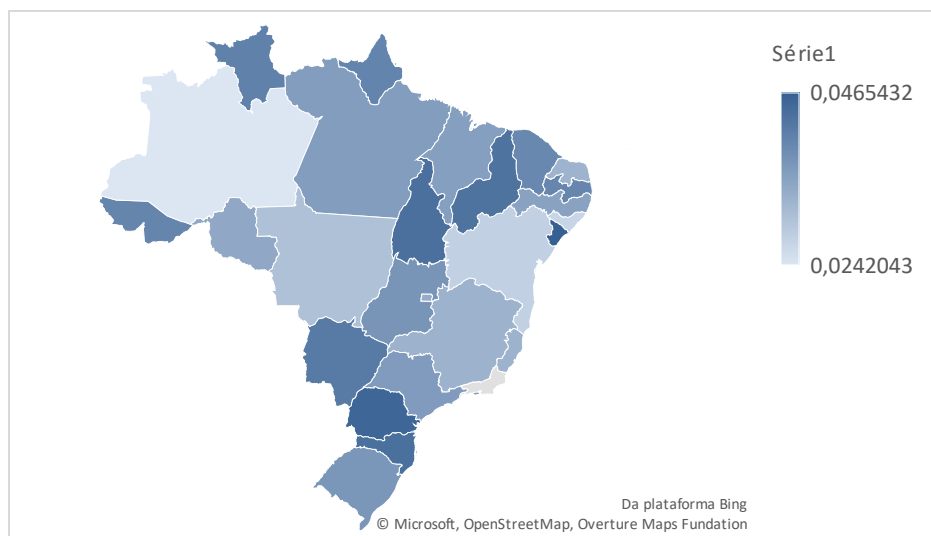
Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
23	PA	AM	SP	RN	AM	PA	RN	RN	AM	PA
24	RN	RO	RN	MS	RN	MS	RO	RR	MS	MS
25	AM	RN	AM	AM	MS	AM	MS	MS	RO	RN
26	RR	RR	RR	RR	MA	MA	RR	RO	RR	RR
27	MA	MA	MA	MA	RR	RR	MA	MA	MA	MA

Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo dos cinco estados com menor Valor Público Ambiental é composto, predominantemente, por estados das regiões Norte e Nordeste. Maranhão e Roraima apresentam a situação mais crítica, indicando baixo desempenho em aproveitamento sustentável de recursos hídricos e elevada captação de água por habitante.

Figura 5

Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Ambiental por Unidade da Federação (2013-2022)



Nota: Tons mais escuros indicam maiores níveis de Valor Público da Água.

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3.7.4 AHP-Gaussiano – Dimensão Política

Tabela 28

Peso dos critérios na dimensão política (Fator Gaussiano Normalizado)

Ano	Contratos vigentes	Tarifa social	Iniciativa privada
2013	0.111227	0.114447	0.774326
2014	0.139842	0.136105	0.724053
2015	0.160120	0.171869	0.668011
2016	0.156919	0.174574	0.668508
2017	0.175186	0.175715	0.649099
2018	0.182680	0.181574	0.635746
2019	0.162765	0.180833	0.656402
2020	0.148429	0.191821	0.65975
2021	0.158985	0.198471	0.642544
2022	0.168323	0.221601	0.610076

Fonte: Dados da pesquisa.

Na dimensão política, o critério “Iniciativa privada” apresentou predominância absoluta como principal fator de desigualdade entre os estados, variando de 77% em 2013 a 61% em 2022. É um cenário cada vez mais crescente a participação privada nos serviços de abastecimento de água, com aumento de 136% entre 2013 e 2022 (ABCON SINDICOM, 2025).

Tabela 29

Valor Público da Água – Dimensão Política

Estado	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
AC	0.0114	0.0144	0.0186	0.0186	0.0207	0.0218	0.0208	0.0194	0.0206	0.0103	0.0177

AP	0.0070	0.0083	0.1242	0.0107	0.0107	0.0114	0.0113	0.0127	0.0131	0.0740	0.0283
AM	0.0178	0.0392	0.0276	0.0374	0.0304	0.0352	0.0320	0.0229	0.0201	0.0165	0.0279
PA	0.0067	0.0301	0.0476	0.0538	0.0511	0.0443	0.0428	0.0327	0.0315	0.0234	0.0364
RO	0.0059	0.0071	0.0093	0.0130	0.0961	0.0970	0.0692	0.0707	0.0624	0.0490	0.0480
RR	0.0113	0.0139	0.0176	0.0174	0.0179	0.0189	0.0182	0.0170	0.0188	0.0199	0.0171
TO	0.0086	0.0986	0.1074	0.0832	0.1301	0.1513	0.2001	0.2200	0.2017	0.1624	0.1363
AL	0.0193	0.0088	0.0111	0.0113	0.0118	0.0115	0.0123	0.0098	0.0811	0.1010	0.0278
BA	0.0078	0.0096	0.0102	0.0078	0.0061	0.0055	0.0080	0.0144	0.0147	0.0159	0.0100
CE	0.0099	0.0120	0.0136	0.0149	0.0156	0.0163	0.0153	0.0148	0.0156	0.0193	0.0147
MA	0.0074	0.0090	0.0277	0.0341	0.0099	0.0366	0.0391	0.0271	0.0195	0.0129	0.0223
PB	0.0143	0.0028	0.0032	0.0037	0.0042	0.0051	0.0052	0.0050	0.0055	0.0097	0.0059
PE	0.3688	0.0082	0.0100	0.0090	0.0102	0.0107	0.0092	0.0085	0.0098	0.0103	0.0455
PI	0.0167	0.0068	0.0090	0.0085	0.0082	0.0228	0.0184	0.0149	0.0205	0.0117	0.0138
RN	0.0084	0.0093	0.0091	0.0073	0.0066	0.0072	0.0064	0.0060	0.0058	0.0073	0.0073
SE	0.0079	0.0097	0.0103	0.0098	0.0117	0.0113	0.0116	0.0101	0.0108	0.0128	0.0106
ES	0.0092	0.0357	0.0292	0.0303	0.0250	0.0228	0.0227	0.0237	0.0241	0.0235	0.0246
MG	0.0191	0.0101	0.0136	0.0131	0.0151	0.0143	0.0136	0.0137	0.0139	0.0135	0.0140
RJ	0.0950	0.2278	0.1404	0.1697	0.1414	0.1087	0.1096	0.1033	0.0732	0.0999	0.1269
SP	0.0095	0.0620	0.0475	0.0621	0.0510	0.0456	0.0453	0.0517	0.0485	0.0419	0.0465
PR	0.0112	0.0278	0.0269	0.0295	0.0288	0.0271	0.0250	0.0265	0.0258	0.0271	0.0256
RS	0.0085	0.0147	0.0145	0.0146	0.0154	0.0155	0.0143	0.0154	0.0160	0.0162	0.0145
SC	0.0220	0.0206	0.0336	0.0514	0.0475	0.0445	0.0467	0.0546	0.0514	0.0422	0.0415
DF	0.0507	0.0163	0.0195	0.0198	0.0211	0.0223	0.0208	0.0213	0.0222	0.0272	0.0241
GO	0.0095	0.0112	0.0110	0.0125	0.0127	0.0136	0.0118	0.0110	0.0148	0.0392	0.0147
MS	0.2244	0.0812	0.0623	0.0831	0.0623	0.0531	0.0537	0.0560	0.0527	0.0418	0.0770
MT	0.0117	0.2048	0.1448	0.1732	0.1386	0.1255	0.1167	0.1169	0.1060	0.0711	0.1209

Quadro 20

Ranking das cinco melhores UFs na Dimensão Política do VPA

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	PE	RJ	MT	MT	RJ	TO	TO	TO	TO	TO
2	MS	MT	RJ	RJ	MT	MT	MT	MT	MT	AL
3	RJ	TO	AP	TO	TO	RJ	RJ	RJ	AL	RJ
4	DF	MS	TO	MS	RO	RO	RO	RO	RJ	AP
5	SC	SP	MS	SP	MS	MS	MS	MS	RO	MT

Fonte: Dados da pesquisa.

Na dimensão política, o estado de Tocantins assumiu liderança isolada de 2018 a 2022, seguido por Mato Grosso, que ocupou o segundo lugar no ranking.

Quadro 21

Ranking das cinco piores UFs na Dimensão Política do VPA

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
23	BA	AP	PE	PE	MA	SE	AP	SE	AP	PI
24	MA	PE	RO	PI	PI	PE	PE	AL	SE	PE
25	AP	RO	RN	BA	RN	RN	BA	PE	PE	AC

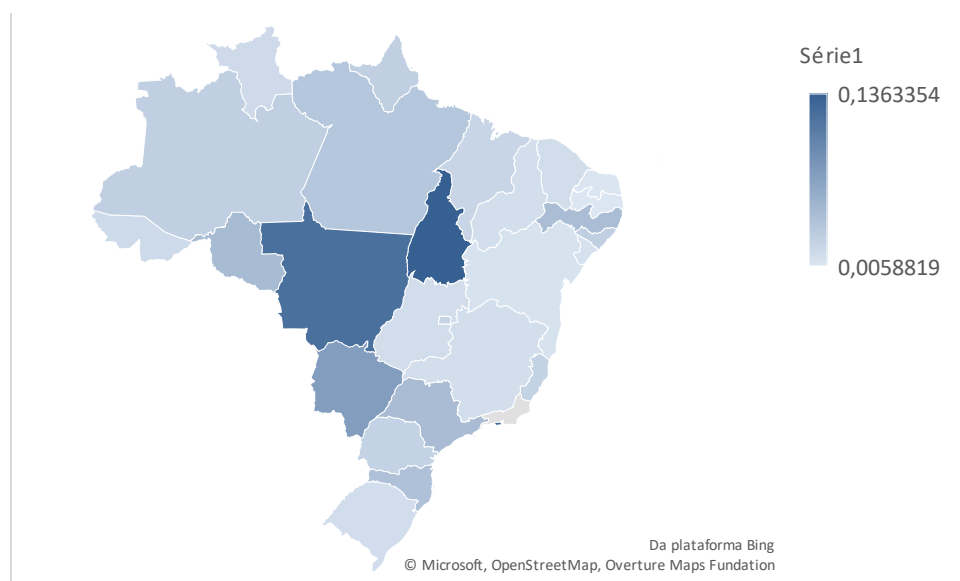
26	PA	PI	PI	RN	BA	BA	RN	RN	RN	PB
27	RO	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB	RN

Fonte: Dados da pesquisa.

O grupo dos cinco piores estados é dominado por Norte e Nordeste, com destaque para a Paraíba, que ocupou a última posição por oito anos consecutivos (2014-2021). Sob a ótica de Moore (1995), estes dados indicam um colapso no "ambiente de autorização" ou ausência de segurança jurídica.

Figura 6

Distribuição Espacial do Valor Público da Água: Médias da Dimensão Política por Unidade da Federação (2013-2022)



Nota: Tons mais escuros indicam maiores níveis de Valor Público da Água.

Fonte: Dados da pesquisa.

5.3.7.5 AHP-Gaussiano – Dimensão Intangível

Assim como nas demais dimensões, os 4 indicadores da dimensão intangível do valor público da água apresentam dados para os 27 estados brasileiros no período histórico de 2013 a 2022. Entretanto, valores zero surgiram nos indicadores: “Frequência de paralisações em Sistemas de Abastecimento de Água” em Roraima (2017 a 2019); “Extravasamento de esgoto” no Acre (2019 a 2022) e Amapá (2013 e 2014); e “Intermitências no Abastecimento de Água”, no Amapá, Roraima e Distrito Federal, distribuídos nos períodos de 2013-2014 e 2019-2022.

Esses resultados zero são esperados e desejáveis, mas a metodologia de cálculo do AHP-Gaussiano não processa números zeros, porque o fator gaussiano é calculado por meio da divisão do desvio-padrão pela média; se a média contiver números zero, o cálculo se torna matematicamente impossível. Além disso, o método precisa de variação entre as alternativas, para que possa ser dado peso aos critérios; a presença de zeros anula a diferença entre as

alternativas. Por outro lado, eliminar esses estados porque não apresentaram ocorrências de extravasamento de esgoto, paralisações ou intermitências, retiraria da pesquisa os casos de sucesso e o ranqueamento ficaria prejudicado.

Diante desse cenário, e visando manter a aplicação do método AHP-Gaussiano, bem como a inclusão de todas as unidades federativas, preservando o ranqueamento nacional, foi feita uma adequação prévia dos dados antes de rodar o método AHP Gaussiano, por meio da normalização mín-máx inversa, ou seja, o valor 0 (melhor) foi transformado em 1, e o maior valor (pior) foi transformado em 0. Trata-se de uma modelagem de utilidade. Todos os outros números foram ajustados proporcionalmente. Esse procedimento encontra respaldo em Santos, Costa e Gomes (2021), criadores do método AHP-Gaussiano, que explicam que a variabilidade do modelo depende da razão entre desvio-padrão e média, o que torna o ajuste de valores zero necessário para o cálculo do Fator Gaussiano. Além disso, o ajuste permite que os zeros essenciais (verdadeiros), que representam um resultado esperado e desejável, sejam devidamente processados no modelo.

Tabela 30

Peso dos critérios na dimensão intangível (Fator Gaussiano Normalizado)

Ano	Paralisações	Intermitências	Extravasamento esgoto
2013	0.253767	0.356689	0.389544
2014	0.280861	0.234445	0.484694
2015	0.304706	0.394065	0.301230
2016	0.373435	0.285649	0.340916
2017	0.285213	0.218629	0.496158
2018	0.281074	0.238297	0.480629
2019	0.355438	0.204462	0.440100
2020	0.311522	0.229688	0.458790
2021	0.346788	0.229984	0.423228
2022	0.295958	0.259105	0.444937

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados mostram que a dimensão intangível é liderada pelo critério Extravasamento de esgoto, sendo esse o fator de maior peso na percepção de segurança sanitária e o que causou maior impacto na geração do valor público intangível, conforme Tabela 31.

Tabela 31

Valor Público da Água – Dimensão Intangível

Estado	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Média
Acre	0.0337	0.0450	0.0347	0.0397	0.0371	0.0446	0.0318	0.0456	0.0470	0.0446	0.0404
Amapá	0.0448	0.0485	0.0412	0.0404	0.0389	0.0313	0.0449	0.0316	0.0384	0.0452	0.0405
Amazonas	0.0242	0.0218	0.0283	0.0257	0.0197	0.0203	0.0247	0.0217	0.0406	0.0151	0.0242

Pará	0.0245	0.0372	0.0274	0.0389	0.0450	0.0424	0.0410	0.0362	0.0283	0.0430	0.0364
Rondônia	0.0380	0.0375	0.0400	0.0384	0.0395	0.0354	0.0305	0.0323	0.0228	0.0303	0.0345
Roraima	0.0433	0.0471	0.0374	0.0408	0.0404	0.0468	0.0386	0.0416	0.0364	0.0377	0.0410
Tocantins	0.0439	0.0480	0.0415	0.0382	0.0482	0.0443	0.0419	0.0429	0.0443	0.0448	0.0438
Alagoas	0.0314	0.0097	0.0385	0.0253	0.0163	0.0319	0.0358	0.0242	0.0232	0.0349	0.0271
Bahia	0.0383	0.0201	0.0400	0.0259	0.0113	0.0338	0.0344	0.0343	0.0233	0.0167	0.0278
Ceará	0.0422	0.0429	0.0392	0.0367	0.0324	0.0423	0.0393	0.0419	0.0420	0.0400	0.0399
Maranhão	0.0267	0.0433	0.0283	0.0326	0.0506	0.0426	0.0325	0.0316	0.0358	0.0365	0.0361
Paraíba	0.0384	0.0374	0.0391	0.0413	0.0425	0.0404	0.0481	0.0473	0.0328	0.0349	0.0402
Pernambuco	0.0442	0.0215	0.0410	0.0395	0.0391	0.0375	0.0370	0.0373	0.0356	0.0222	0.0355
Piauí	0.0419	0.0466	0.0404	0.0413	0.0454	0.0462	0.0443	0.0418	0.0455	0.0410	0.0434
Rio G. do Norte	0.0421	0.0434	0.0396	0.0354	0.0359	0.0328	0.0226	0.0187	0.0245	0.0316	0.0327
Sergipe	0.0435	0.0487	0.0415	0.0428	0.0512	0.0471	0.0491	0.0475	0.0492	0.0450	0.0465
Espírito Santo	0.0417	0.0304	0.0402	0.0360	0.0251	0.0255	0.0404	0.0299	0.0274	0.0313	0.0328
Minas Gerais	0.0348	0.0283	0.0291	0.0360	0.0334	0.0316	0.0328	0.0341	0.0317	0.0357	0.0328
Rio de Janeiro	0.0384	0.0356	0.0384	0.0408	0.0345	0.0319	0.0359	0.0311	0.0403	0.0402	0.0367
São Paulo	0.0287	0.0322	0.0236	0.0372	0.0406	0.0387	0.0393	0.0410	0.0428	0.0425	0.0367
Paraná	0.0366	0.0474	0.0390	0.0425	0.0509	0.0468	0.0489	0.0476	0.0501	0.0460	0.0456
Rio G. do Sul	0.0393	0.0413	0.0394	0.0378	0.0399	0.0351	0.0341	0.0363	0.0330	0.0386	0.0375
Santa Catarina	0.0399	0.0435	0.0405	0.0410	0.0475	0.0435	0.0471	0.0456	0.0466	0.0438	0.0439
Distrito Federal	0.0269	0.0246	0.0371	0.0377	0.0254	0.0245	0.0315	0.0430	0.0447	0.0429	0.0338
Goiás	0.0445	0.0404	0.0413	0.0363	0.0369	0.0356	0.0266	0.0382	0.0372	0.0408	0.0378
Mato G. do Sul	0.0421	0.0434	0.0404	0.0410	0.0412	0.0357	0.0394	0.0476	0.0500	0.0404	0.0421
Mato Grosso	0.0262	0.0343	0.0328	0.0307	0.0312	0.0311	0.0276	0.0292	0.0268	0.0341	0.0304

Fonte: Dados da pesquisa.

Quadro 22

Ranking das cinco melhores UF's na Dimensão Intangível do VPA

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	AP	SE	TO	SE	SE	SE	SE	PR	PR	PR
2	GO	AP	SE	PR	PR	RR	PR	MS	MS	AP
3	PE	TO	GO	PI	MA	PR	PB	SE	SE	SE
4	TO	PR	AP	PB	TO	PI	SC	PB	AC	TO
5	SE	RR	PE	SC	SC	AC	AP	SC	SC	AC

Fonte: Dados da pesquisa.

Os primeiros lugares no ranking do valor público intangível são os estados que apresentaram melhor desempenho na combinação dos 3 critérios (paralisações, intermitências e extravasamento de esgoto). Analisando Extravasamento de esgoto, por ser o critério de maior destaque, os dados brutos mostram que os estados que ocuparam os primeiros lugares tem índice médio de extravasamento do período de 2013 a 2022 menor do que a média nacional (2.754): PR (0.384), SE (0.539) e TO (0.644).

Quadro 23

relativa de recursos em benefícios sociais, o que eleva seu posicionamento quando o critério de avaliação é o valor público gerado, e não apenas o volume absoluto de investimentos realizados.

À luz da teoria do valor público de Moore (1995), os achados do AHP-Gaussiano mostram que o Valor Público da Água está mais fortemente associado às dimensões cujos efeitos são diretamente percebidos pelos usuários, com destaque para as dimensões social e econômica, relacionadas ao acesso, à regularidade do serviço e à eficiência operacional. Por outro lado, dimensões de natureza mais institucional ou difusa, como a política e a intangível, exercem menor influência sobre o VPA. Esse resultado reforça que o valor público emerge da entrega efetiva de benefícios reconhecidos pela sociedade e que avanços isolados ou desequilibrados entre as dimensões tendem a limitar o reconhecimento social e a legitimidade das políticas públicas de saneamento.

6 CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Esta pesquisa teve como objetivo investigar o Valor Público da Água (VPA) no setor de saneamento básico brasileiro, no período de 2013 a 2022, à luz do Novo Marco Legal do Saneamento, por meio da construção e validação de um indicador sintético multidimensional. Partindo da Teoria do Valor Público, conforme proposta por Moore (1995, 2000, 2021), o estudo buscou superar abordagens tradicionais centradas exclusivamente em indicadores técnicos, operacionais ou econômico-financeiros, propondo uma mensuração integrada que contemplasse dimensões sociais, econômicas, ambientais, políticas e intangíveis associadas aos serviços de abastecimento de água.

À luz da questão de pesquisa formulada na introdução — sobre quais indicadores contribuem para a mensuração do valor público associado ao abastecimento de água e como integrá-los em um indicador sintético — os resultados demonstram que o valor público da água pode ser operacionalizado empiricamente por meio de um modelo de mensuração formativo, capaz de representar, ainda que de forma imperfeita, a complexidade inerente à criação de valor público no setor de saneamento. A hipótese central do estudo foi confirmada, evidenciando que as dimensões do VPA apresentam relevâncias estatísticas e capacidades explicativas distintas ao longo do tempo.

Do ponto de vista metodológico, a combinação da Modelagem de Equações Estruturais por Mínimos Quadrados Parciais (PLS-SEM) com o método multicritério AHP-Gaussiano mostrou-se adequada à natureza construtiva e multidimensional do VPA. O modelo apresentou consistência interna e capacidade explicativa moderada em parte significativa do período analisado, atingindo seu melhor desempenho em 2019. Esses resultados indicam que o índice proposto

possui robustez suficiente para fins analíticos e comparativos, sem pretensão de esgotar o conceito de valor público.

A análise dos pesos externos revelou que a dimensão política exerce papel central na explicação do Valor Público da Água no Brasil. Esse achado, longe de representar uma limitação do modelo, reforça empiricamente a lógica do Triângulo Estratégico de Moore (1995), segundo a qual a criação de valor público depende não apenas da capacidade operacional, mas também da legitimidade institucional e do apoio político. No contexto do saneamento básico, aspectos como segurança jurídica dos contratos, regulação tarifária, participação do setor privado e arranjos institucionais mostraram-se determinantes para a geração de valor público, evidenciando que a água, enquanto bem essencial e direito humano fundamental, é profundamente atravessada por escolhas políticas e institucionais.

As dimensões social, econômica, ambiental e intangível também se mostraram relevantes, ainda que com pesos diferenciados ao longo do tempo e entre as unidades federativas. Esses resultados corroboram a literatura que defende a mensuração do valor público como um fenômeno multidimensional, sensível a contextos institucionais, socioeconômicos e territoriais. Ademais, a evolução temporal do VPA evidencia que a criação de valor público no abastecimento de água não é linear nem homogênea, refletindo desigualdades regionais persistentes e os efeitos graduais das mudanças introduzidas pelo Novo Marco Legal do Saneamento.

Do ponto de vista teórico, a principal contribuição do estudo reside na aplicação empírica da Teoria do Valor Público ao setor de saneamento básico, especificamente ao abastecimento de água, ampliando o diálogo entre contabilidade pública, políticas públicas e governança dos recursos hídricos. Ao traduzir o conceito de valor público em métricas observáveis, o trabalho contribui para reduzir o descompasso entre a formulação de objetivos normativos amplos e sua avaliação empírica, fenômeno frequentemente identificado na literatura como *decoupling*.

Em termos práticos e institucionais, o índice de Valor Público da Água proposto pode servir como instrumento de apoio à tomada de decisão por gestores públicos, agências reguladoras e formuladores de políticas públicas, ao permitir uma avaliação mais abrangente do desempenho dos serviços de abastecimento de água. Ao incorporar dimensões para além da eficiência técnica, o VPA oferece subsídios para análises que considerem equidade, sustentabilidade ambiental, governança e percepção social, alinhando-se aos princípios do Novo Marco Legal do Saneamento e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em especial o ODS 6.

Como toda pesquisa, este estudo apresenta limitações. A utilização de dados secundários impõe restrições quanto à disponibilidade e à padronização das informações entre estados e ao

longo do tempo. Além disso, embora o índice proposto capture múltiplas dimensões do valor público, ele não esgota a complexidade do conceito, que permanece condicionado por contextos políticos, sociais e institucionais dinâmicos, conforme destacado por Moore (2021).

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras aprofundem a análise do Valor Público da Água em recortes subnacionais, como municípios ou regiões metropolitanas, incorporem variáveis qualitativas relacionadas à participação social e à percepção dos usuários, ou ampliem o escopo para outros serviços do saneamento básico. Tais desdobramentos podem contribuir para o aprimoramento contínuo do modelo proposto e para o fortalecimento de avaliações orientadas à criação de valor público no setor de saneamento brasileiro.

REFERÊNCIAS

- Abba, F., Al-Naemi, S. A., Farooque, A., & Phillips, M. (2023). A review on the water dimensions, security, and governance for two distinct regions. *Water*, 15(1), 208. <https://doi.org/10.3390/w15010208>
- ABCON – Associação Brasileira das Concessionárias Privadas de Serviços de Água e Esgoto. (2025). *Panorama da participação privada no saneamento 2025*. ABCON.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2019). *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores*. ANA. <https://www.ana.gov.br/>
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2021). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe 2021*. ANA.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. (2022). *ODS 6 no Brasil: Visão da ANA sobre os indicadores* (2ª ed.). ANA. <https://www.ana.gov.br/>
- Aguiar, A. M., & Bernardes, F. G. (2025). *Cano sem água não mata a sede: A incorporação de abordagem qualitativa ao processo de monitoramento da universalização do abastecimento de água*.
- Aitchison, J. (1982). The statistical analysis of compositional data (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 44(2), 139–177.
- Akter, S., Wamba, S. F., & Dewan, S. (2017). Why is PLS-SEM suitable for complex modelling? An empirical illustration in big data analytics quality. *Production Planning & Control*, 28(11-12), 1011–1021. <https://doi.org/10.1080/09537287.2016.1267411>
- Albuquerque, M. S., Silva, F. J. A., & Belém, R. L. A. (2023). Análise sobre um enfoque jurídico e ambiental das diretrizes do saneamento básico no município de Juazeiro do Norte. *Revista Convibra*, 12. <https://doi.org/10.55905/revconv.16n.12-019>
- Alegre, H., Baptista, J. M., Cabrera, E., Jr., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W., & Parena, R. (2006). *Performance indicators for water supply services* (2nd ed.). IWA Publishing.
- Almeida, S. B. S., Oliveira, P. J., Souza, A. M. N., & Souza, I. L. L. (2024). A relação entre a falta de saneamento básico, o aumento das doenças infecciosas e dos gastos públicos: Revisão sistemática de literatura. *Brazilian Journal of Health Review*, 7(2), 5334–5346. <https://doi.org/10.34119/bjhrv7n2-090>
- Alves, E. I. S., & Mendes, M. A. (2011). Avaliação de parâmetros de qualidade da água com base no uso pretendido. *Revista do Programa de Apoio à Iniciação Científica – PAIC 2010-2011*.
- Andrade, M. C., & Maciel, V. F. (2024). O novo marco legal do saneamento básico e o leilão da CEDAE: Transformações, desafios e perspectivas para o setor de infraestrutura no Brasil. *Revista de Gestão e Secretariado (GeSec)*, 15(12), 1–19.
- Angell, C. (2021). *Plasticity of senescence in the antler fly (Protopiophila litigata)* [Doctoral dissertation, University of Ottawa]. Ottawa, Canada.
- Arnstein, S. R. (1969). A ladder of citizen participation. *Journal of the American Institute of Planners*, 35(4), 216–224. <https://doi.org/10.1080/01944366908977225>

- Bacha, L., Lima, V. S., Ventura, R., Bandeira, M. S., Cosenza, C., Rezende, C. E., Ottoni, A. B., Tschoeke, D., Thompson, C., & Thompson, F. (2023). Current situation of drinking water quality in a Latin American megalopolis. *Water*, 15(1), 165. <https://doi.org/10.3390/w15010165>
- Baldini, F., Santos, M., Coelho, L. S., & Mariani, V. C. (2021). *AHPGAUSSIANO em VBA* (Versão 1) [Software].
- Baracho, S. M. L. N. (2004). *Tratamento de dados ausentes em estudos longitudinais* [Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri].
- Batista, G. E. A. P. A., & Monard, M. C. (2002). *A study of K-Nearest Neighbour as an imputation method* (Technical Report No. 174). University of São Paulo, Institute of Mathematics and Computer Sciences.
- Bayu, I. G. A., Helmi, F., Haeruddin, H., & Haq, M. A. (2020). Water governance contribution to water and sanitation services: Global-scale inequality analysis. *Water*, 12(6), 787. <https://doi.org/10.3390/w12030787>
- Beck Jørgensen, T., & Bozeman, B. (2007). Public values: An inventory. *Administration & Society*, 39(3), 354–381. <https://doi.org/10.1177/0095399707300703>
- Beck Jørgensen, T., & Vrangbæk, K. (2011). Value dynamics: Towards a framework for analyzing public value change. *International Journal of Public Administration*, 34(8), 486–496. <https://doi.org/10.1080/01900692.2011.583002>
- Benington, J. (2009). Creating the public in order to create public value? *International Journal of Public Administration*, 32(3-4), 232–249. <https://doi.org/10.1080/01900690902732163>
- Berg, S. V. (2007). Infrastructure regulation: Risk, return and performance. *Journal of Regulatory Economics*, 31(1), 3–16. <https://doi.org/10.1007/s11149-006-9011-y>
- Berg, S. V., & Mugisha, S. (2010). Pro-poor water service strategies in developing countries: Promoting justice in Uganda's urban project. *Water Policy*, 12(4), 589–601. <https://doi.org/10.2166/wp.2010.034>
- Block, S., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., Wendling, Z. A., et al. (2024). *2024 Environmental Performance Index*. Yale Center for Environmental Law & Policy. <https://epi.yale.edu>
- Bollen, K. A., & Lennox, R. (1991). Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological Bulletin*, 110(2), 305–314. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.110.2.305>
- Borsboom, D., Mellenbergh, G. J., & van Heerden, J. (2004). The concept of validity. *Psychological Review*, 111(4), 1061–1071. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.111.4.1061>
- Bozeman, B., & Johnson, J. (2015). The political economy of public values: A conceptual backup. *The American Review of Public Administration*, 45(1), 61–85. <https://doi.org/10.1177/0275074014541783>
- Bozeman, B., & Sarewitz, D. (2011). Public value mapping and science policy evaluation. *Minerva*, 49(1), 1–23. <https://doi.org/10.1007/s11024-011-9161-7>

Bracci, E., Papi, L., Bigoni, M., Deidda Gagliardo, E., & Bruns, H. J. (2019). Public value and public sector accounting research: A structured literature review. *Journal of Public Budgeting, Accounting & Financial Management*, 31(1), 103–136. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-07-2018-0077>

Brasil. (2007). *Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico*. Diário Oficial da União.

Brasil. (2020). *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico*. Diário Oficial da União.

Brasil. Ministério da Saúde. (2016). *Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano*. Ministério da Saúde.

Brasil. Ministério da Saúde. (2021). Mortalidade infantil no Brasil. *Boletim Epidemiológico*, 52(37). <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos>

Breaugh, J., Hammerschmid, G., & Stockreiter, S. (2025). The prevalence of public values in public–private partnerships for governmental digitalization: A systematic literature review. *Government Information Quarterly*, 42(1), 102048. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2025.102048>

Bryson, J. M., Crosby, B. C., & Bloomberg, L. (2014). Public value governance: Moving beyond traditional public administration and the New Public Management. *Public Administration Review*, 74(4), 445–456. <https://doi.org/10.1111/puar.12238>

Camacho, F. T., & Rodrigues, B. C. L. (2014). Regulação econômica de infraestruturas: Como escolher o modelo mais adequado? *Revista do BNDES*, (41), 257–288.

Carpenter, J. R., & Smuk, M. (2021). Missing data: A statistical framework for practice. *Biometrical Journal*, 63(5), 915–947. <https://doi.org/10.1002/bimj.202000196>

Carvalho, A. R., & Silva, D. D. (2017). Risk assessment of water contaminants in Brazil: Current situation and future perspectives. *Water Resources Management*, 31(5), 1535–1548. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1593-4>

Carvalho, D. M., & van Tulder, R. (2022). Water and sanitation as a wicked governance problem in Brazil: An institutional approach. *Frontiers in Water*, 4, 781638. <https://doi.org/10.3389/frwa.2022.781638>

Cheah, J. H., Sarstedt, M., Ringle, C. M., Ramayah, T., & Ting, H. (2018). Convergent validity assessment of formatively measured constructs in PLS-SEM: On the use of single-item versus multi-item measures in redundancy analyses. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 30(11), 3192–3210. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-10-2017-0649>

Chidiac, S., El Najjar, P., Ouani, N., El Rayess, Y., & El Azzi, D. (2023). A comprehensive review of water quality indices (WQIs): History, models, attempts and perspectives. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 22(3), 349–395. <https://doi.org/10.1007/s11157-023-09650-7>

Coenders, G., Egozcue, J. J., Facevicová, K., Navarro-Lopez, C., Palarea-Albaladejo, J., Pawlowsky-Glahn, V., & Tolosana-Delgado, R. (2023). Forty years after Aitchison's paper, "The statistical analysis of compositional data". Where we are and where we are

going. *SORT: Statistics and Operations Research Transactions*, 47(2), 207–228. <https://doi.org/10.57645/20.8080.02.6>

Coltman, T., Devinney, T. M., Midgley, D. F., & Venaik, S. (2008). Formative versus reflective measurement models: Two applications of formative measurement. *Journal of Business Research*, 61(12), 1250–1262. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2008.01.013>

Confederação Nacional da Indústria. (2019). *A importância da concorrência para o saneamento básico*. <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2019/9/importancia-da-concorrenca-para-o-setor-de-saneamento-basico/>

Conselho Nacional do Meio Ambiente. (2005). *Resolução nº 357/2005*. Ministério do Meio Ambiente.

Crippa, M. M. (2006). *Monitoramento estatístico da qualidade da água de sistemas de distribuição* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Custódio, A. M. B. (2023). *Desigualdade no acesso ao saneamento básico no Brasil: Uma análise a partir das diferenças regionais e de situação do domicílio entre os anos de 2016 e 2022* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Ceará].

Dallagnol, E. C., & Portulhak, H. (2025). Public value disclosure by Brazilian federal universities. *The British Accounting Review*, 57(2), 101234. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2025.101234>

Diamantopoulos, A. (2005). The C-OAR-SE procedure for scale development in marketing: A comment. *International Journal of Research in Marketing*, 22(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2005.01.001>

Diamantopoulos, A. (2006). The error term in formative measurement models: Interpretation and modeling implications. *Journal of Modelling in Management*, 1(1), 7–17. <https://doi.org/10.1108/17465660610667775>

Dickin, S., & Gabrielsson, S. (2023). Inequalities in access to water, sanitation and hygiene: Challenges and opportunities for measurement and monitoring. *Water Security*, 20, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.wasetc.2023.100143>

Ekwaru, J. P., & Veugelers, P. J. (2018). The overlooked importance of constants added to log-transformed variables. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 72(7), 594–596. <https://doi.org/10.1136/jech-2017-210184>

Estache, A., & Kouassi, E. (2002). *Sector organization, governance, and the inefficiency of African water utilities* (World Bank Policy Research Working Paper No. 2890). World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-2890>

Falkenmark, M., & Rockström, J. (2004). *Balancing water for humans and nature: The new approach in ecohydrology*. Earthscan.

Falkenmark, M., & Rockström, J. (2006). The new blue and green water paradigm: Breaking new ground for water resources planning and management. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 132(3), 129–132. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2006\)132:3\(129](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2006)132:3(129)

Fechine, V. M. R., Vasconcelos, A. M. N., Cruz, R. C. S., Barreto, L. G., Correia, L. T., & Gomes, M. M. F. (2022). *Mortalidade por doenças de veiculação hídrica e saneamento básico no Brasil*. In XXII Encontro Nacional de Estudos Populacionais.

Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABEP).

Felgas, C. G., Moreira, M. Â. L., Fávero, L. P. L., & Santos, M. (2025). *Ranking of Brazilian states for investment in education: An analysis from the perspective of the AHP-Gaussian method*. *Procedia Computer Science*, 266, 94–101. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2025.08.012>

Ferreira, J. G., Gomes, M. F. B., & Dantas, M. W. A. (2021). Desafios e controvérsias do novo marco legal do saneamento básico no Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 7(7), 68453–68470. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-019>

Ferreira, L. A., Salla, L. B., & Gomes, T. A. R. (2020). Parâmetros de potabilidade da água para consumo humano: Revisão integrativa. *Revista Saúde (Santa Maria)*, 46(2), e20200102. <https://doi.org/10.5902/2236583450215>

Figueiredo, M. S. L., Araújo, J. S., & Nascimento, S. C. (2023, maio). *Gestão integrada de sistemas de esgotamento sanitário* [Trabalho apresentado]. 32º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), Belo Horizonte, MG.

Finn, A., & Kayande, U. (2005). How accurate is C-OAR-SE? A generalizability theory perspective on Rossiter's procedure. *International Journal of Research in Marketing*, 22(1), 11–21. <https://doi.org/10.1016/j.ijresmar.2005.01.002>

Foster, V., & Briceño-Garmendia, C. (Eds.). (2010). *Africa's infrastructure: A time for transformation*. World Bank.

Fukumoto, E., & Bozeman, B. (2019). Public values theory: What is missing? *The American Review of Public Administration*, 49(6), 635–648. <https://doi.org/10.1177/0275074019842270>

G1 TO. (2013, 5 de setembro). *Praia de Palmas é interditada após vazamento na tubulação de esgoto*. G1. <https://g1.globo.com/to/tocantins/noticia/2013/09/praias-das-arnos-fica-interditada-ate-resultado-de-analise-da-agua.html>

Galaitsi, S., Russell, R., Bishara, A., Durant, J. L., Bogle, J., & Huber-Lee, A. (2016). Intermittent domestic water supply: A critical review and analysis. *Environmental Science & Technology*, 50(2), 542–553. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b04332>

Galvão Junior, A. C., & Paganini, W. S. (2009). Aspectos conceituais de regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 14(1), 79–88. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000100009>

Gavião, L. O., Lima, G. B. A., Garcia, P. A. A., & Teixeira, L. S. (2024). Decision support based on performance data using the analytic hierarchy process without expert judgement. *Brazilian Journal of Operations and Production Management*, 21(1), e20241882. <https://doi.org/10.14488/BJOPM.1882.2024>

Ghinis, C. P., Blazina, C. R., & Gomes, A. J. R. (2023). *Análise gerencial de custos em empresas de saneamento básico: Aspectos metodológicos e abordagem empírica para o caso de uma prestadora local* [Trabalho apresentado]. 32º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (FITABES), Belo Horizonte, MG.

Gleick, P. H. (2003a). Global freshwater resources: Soft-path solutions for the 21st century. *Science*, 302(5650), 1524–1528. <https://doi.org/10.1126/science.1089967>

Gleick, P. H. (2003b). Water use. *Annual Review of Environment and Resources*, 28,

275–314. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459>

GO Associados. (2025). *Estudo sobre as alterações metodológicas do SINISA em relação ao SNIS*. Instituto Trata Brasil.

GO Associados & Instituto Trata Brasil. (2024). *Estudo de perdas de água de 2024 (SNIS, 2022): Desafios na eficiência do saneamento básico no Brasil*. <https://www.tratabrasil.org.br>

Gomes, V., Ometto, A. R., Malheiros, T. F., & Mierzwa, J. C. (2014). Saneamento básico no Brasil: Análise do acesso domiciliar simultâneo a abastecimento de água e a coleta de esgoto. *Revista de Administração Pública*, 48(6), 1395–1417. <https://doi.org/10.1590/0034-76121694>

Guimarães, E. F. (2015). *Modelo inclusivo para a universalização do saneamento básico em áreas de vulnerabilidade social* [Tese de doutorado, Universidade de São Paulo].

Ha, M. J., Sun, W., & Zhang, N. R. (2020). Compositional Zero-Inflated Network Estimations for microbiome data. *BMC Bioinformatics*, 21, 581. <https://doi.org/10.1186/s12859-020-03911-w>

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2009). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.

Hair, J. F., Jr., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80519-7>

Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>

Heller, L. (2007). Saneamento e saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(6), 1779–1797. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000600027>

Heller, L., & Castro, J. E. (2007). Water and sanitation in Brazil: The legacy of the Universalization Plan. *International Journal of Water Resources Development*, 23(2), 281–296. <https://doi.org/10.1080/07900620601159800>

Heller, L., & Rezende, S. C. (2009). O saneamento no Brasil: Políticas e interfaces. *Ciência & Saúde Coletiva*, 14(6), 2301–2310. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232009000600030>

Heller, L., et al. (2014). *Panorama do saneamento básico no Brasil: Elementos conceituais para o saneamento básico* (Vol. 1). Ministério das Cidades.

Hernández-Sancho, F., & Sala-Garrido, R. (2009). Technical efficiency and cost analysis in wastewater treatment processes: A DEA approach. *Desalination*, 249(1), 230–234. <https://doi.org/10.1016/j.desal.2009.01.029>

Hespanhol, I. (2008). *Water pollution control: A guide to the use of water quality management principles*. UNEP; WHO.

Hijazi, R. (2011). *A method based on the EM algorithm to deal with rounded zeros in compositional data under Dirichlet models* [Paper presentation]. 4th International

Workshop on Compositional Data Analysis (CoDaWork 2011), Girona, Spain.

Hutton, G., & Varughese, M. (2016). *The costs of meeting the 2030 Sustainable Development Goal targets on drinking water, sanitation, and hygiene*. World Bank.

International Conference on Water and the Environment (ICWE). (1992). *The Dublin statement on water and sustainable development*. World Meteorological Organization.

Instituto Trata Brasil. (2021). *Saneamento e doenças de veiculação hídrica: DATASUS e SNIS 2019*. <https://www.tratabrasil.org.br>

Instituto Trata Brasil & Ex Ante Consultoria Econômica. (2022). *Benefícios econômicos e sociais da expansão do saneamento no Brasil*. Instituto Trata Brasil.

Instituto Trata Brasil & GO Associados. (2020). *Perdas de água 2020 (ano base 2018): Desafios à disponibilidade hídrica e necessidade de avanço na eficiência do saneamento*. <http://tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/perdas-de-agua-2020>

Isik, L. (2025). Inovação interrompida: A lacuna entre a criação de valor e a avaliação no setor público. *Government Information Quarterly*, 42(1), 102035. <https://doi.org/10.1016/j.giq.2025.102035>

Jacobi, P., & Cibim, J. (2021). *A universalização do saneamento no Brasil: Desigualdades e desafios*. Instituto de Energia e Ambiente da USP.

Jarvis, C. B., MacKenzie, S. B., & Podsakoff, P. M. (2003). A critical review of construct indicators and measurement model misspecification in marketing and consumer research. *Journal of Consumer Research*, 30(2), 199–218. <https://doi.org/10.1086/376806>

Jesus, F. S. M., Monteiro, A. M. V., & Tomasella, J. (2023). Desigualdades espaciais no acesso à água potável segura em um país de renda média-alta: Uma análise multiescalar do Brasil. *Água*, 15(8), 1620. <https://doi.org/10.3390/w15081620>

Jørgensen, T. B., & Rutgers, M. R. (2015). Public values: Core or confusion? Introduction to the centrality and puzzlement of public values research. *The American Review of Public Administration*, 45(1), 3–12. <https://doi.org/10.1177/0275074014546416>

Karunasena, K., Deng, H., & Singh, M. (2011). Measuring the public value of e-government: A case study from Sri Lanka. *Transforming Government: People, Process and Policy*, 5(1), 81–99. <https://doi.org/10.1108/17506161111114667>

Kayaga, S., & Franceys, R. (2007). Customer-oriented indicators of service performance in developing countries. *Utilities Policy*, 15(4), 256–268. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2007.05.002>

Kingdom, B., Liemberger, R., & Marin, P. (2006). *The challenge of reducing non-revenue water (NRW) in developing countries*. World Bank.

Klamt, R. A., Lobo, E. A., & Costa, A. B. (2021). Desenvolvimento de um índice de qualidade da água (IQA) para abastecimento público no Vale do Rio Pardo, RS, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 16(4), e2711. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2711>

Kock, N. (2018). Minimum sample size requirements in structural equation modeling: An expectation-based approach. *Knowledge Analysis and Management*, 7(1), 1–21.

Leite, C. H. P., Moita Neto, J. M., & Bezerra, A. K. L. (2022). Novo marco legal do

saneamento básico: Alterações e perspectivas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 27(5), 1041–1047. <https://doi.org/10.1590/S1413-415220210311>

Leite, M. D. S., Araújo, P. P. P., Oliveira, M. M., Almeida, K. E. L., Belchior, S. M. S., Meneses, H. R. F., et al. (2021). O Novo Marco do Saneamento (Lei Federal nº 14.026 de 2020) e os possíveis impactos nos pequenos municípios brasileiros. *Research, Society and Development*, 10(9), e37910918258. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18258>

Lemos, J. M., & Santos, M. (2024). *Aplicação do método AHP Gaussiano no planejamento dos trabalhos de auditoria da Controladoria-Geral da União em São Paulo* [Trabalho de conclusão de especialização, USP/ESALQ].

Leoneti, A. B., Prado, E. L., & Oliveira, S. V. W. B. (2011). Saneamento básico no Brasil: Considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. *Revista de Administração Pública*, 45(2), 331–348. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000200003>

Li, S., & Wang, B. (2020). Is social justice the superior economic growth model? Comparative analysis on G20 countries. *Cogent Social Sciences*, 6(1), 1760413. <https://doi.org/10.1080/23311886.2020.1760413>

Libey, A., Adank, M., & Thomas, E. (2020). Who pays for water? Comparing life cycle costs of water services among several low, medium and high-income utilities. *World Development*, 136, 105155. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105155>

Lima, L. S. C., Scalize, P. S., Arruda, P. N., & Baumann, L. R. F. (2017). Satisfação e percepção dos usuários dos sistemas de saneamento de municípios goianos operados pelas prefeituras. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 22(6), 1155–1165. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017142945>

Little, R. J. A., & Rubin, D. B. (2019). *Statistical analysis with missing data* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Lubbe, S., Filzmoser, P., & Templ, M. (2021). Comparison of zero replacement strategies for compositional data with many zeros. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 210, 104248. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2021.104248>

Macedo, J. J., Reis, D. R. B., Silva, F. F., Leite, G., & Vettorazzi, I. C. (2025). Saneamento básico no Brasil: Desigualdades e avanços nas áreas urbanas e rurais. *Revista Foco*, 18(11), 1–24. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v18n11-019>

Malhotra, N. K. (2012). *Pesquisa de marketing: Uma orientação aplicada* (L. B. Ribeiro & M. Stefani, Trans.; 6ª ed.). Bookman.

Marques, P., & Cunico, A. (2023). Integrating the influence of untreated sewage into our understanding of the urban stream syndrome. *Freshwater Science*, 42(2), 195–203. <https://doi.org/10.1086/724823>

Marques, R. C., & Simões, P. (2020). Revisitando a comparação entre a prestação de serviços de água públicos e privados: Um estudo empírico em Portugal. *Água*, 12(5), 1477. <https://doi.org/10.3390/w12051477>

Martín-Fernández, J. A., Barceló-Vidal, C., & Pawlowsky-Glahn, V. (2003). Dealing with zeros and missing values in compositional data sets using nonparametric imputation. *Mathematical Geology*, 35(3), 253–278.

<https://doi.org/10.1023/A:1023866030544>

Maziotis, A., Villegas, A., Molinos-Senante, M., & Sala-Garrido, R. (2020). Impact of external costs of unplanned supply interruptions on water company efficiency: Evidence from Chile. *Utilities Policy*, 66, 101087. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101087>

Mazzucato, M. (2024). Uma resposta coletiva aos nossos desafios globais: Uma abordagem de bem comum e de “modelagem de mercado”. *El Trimestre Económico*, 91(361). <https://doi.org/10.20430/ete.v91i361.2225>

Mendes, A. T., & Alves, C. M. A. (2026). Assimetrias nos serviços de água e saneamento e como elas estão moldando a drenagem urbana e o gerenciamento de águas pluviais no Brasil. *Utilities Policy*, 98. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.102052>

Mick, E., et al. (2023). Integrated host/microbe metagenomics enables accurate classification of lower respiratory tract infections. *Journal of Clinical Investigation*, 133(165904). <https://doi.org/10.1172/JCI165904>

Minatel, D., Santos, N. R., Ferreira, V., & Modesto, M. (2021). *AHP-Gaussian to enhance model selection based on multiple fairness criteria* [Paper presentation]. 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAccT). <https://doi.org/10.1145/3442188.3445901>

Ministério das Cidades. (2014). *Plano nacional de saneamento básico – Plansab*. Ministério das Cidades.

Ministério das Cidades. (2023). *SNIS: Glossário de informações - água e esgotos 2022*. Ministério das Cidades.

Molinos-Senante, M., Maziotis, A., Sala-Garrido, R., & Mocholí-Arce, M. (2022). Estimating performance and savings of water leakages and unplanned water supply interruptions in drinking water providers. *Resources, Conservation and Recycling*, 186, 106538. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106538>

Moore, M. H. (1995). *Creating public value: Strategic management in government*. Harvard University Press.

Moore, M. H. (2000). Managing for value: Organizational strategy in for-profit, non-profit, and governmental organizations. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 29(1 Suppl), 183–204. <https://doi.org/10.1177/0899764000291S009>

Moore, M. H. (2021). Commentaries on “Public Value is Unknowable”: Valuing the dimensions of public choices. *Public Money & Management*, 41(1), 10–13. <https://doi.org/10.1080/09540962.2020.1815340>

Moretti, R. S., Varallo, L. R. S., & Comaru, F. (2013). O direito à água potável e os riscos de desabastecimento: Um estudo do ABC paulista. *Revista da UFMG*, 20(2), 391–404.

Morlin, V. T., & Euzébio, S. R. M. (2024). Direito à água: Um direito humano de três dimensões. *Revista Jurídica*.

Motta Nunes, C., & Marques, R. C. (2025). Privatization pathways in Brazilian water utilities: The role of financial standing. *Utilities Policy*, 97, 102052. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2025.102052>

Nabatchi, T. (2012). Devolvendo o “público” à pesquisa sobre valores públicos: Projetando a participação para identificar e responder a valores. *Public Administration Review*, 72(5), 699-708. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6210.2012.02597.x>

Nações Unidas. (2015). *Transformando nosso mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. <https://sdgs.un.org/goals>

Nicoletti, J. (2013, 10 de janeiro). *Praia de Perequê é parcialmente interditada por vazamento de esgoto*. G1. <https://g1.globo.com/sc/santa-catarina/noticia/2013/01/praiade-pereque-e-parcialmente-interditada-por-vazamento-de-esgoto.html>

Nozaki, V. T. (2016). *Avaliação comparativa da eficiência na prestação de serviços de saneamento básico entre os modelos público e privado* [Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo].

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2010). *Pricing water resources and water and sanitation services*. OECD Publishing.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2015). *OECD principles on water governance*. OECD Publishing.

Ortiz-Prado, E., Simbaña-Rivera, K., Cevallos, G., Gómez-Barreno, L., Cevallos, D., Lister, A., Fernandez-Naranjo, R., Ríos-Touma, B., Váscquez-González, J., & Izquierdo-Condomínio, J. S. (2022). *Waterborne diseases and ethnic-related disparities: A 10-year nationwide study of disease burden and mortality in Ecuador*. *Frontiers in Public Health*, 10, 1029375. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1029375>

Organização Pan-Americana da Saúde. (2000). *Acesso equitativo a serviços de água e saneamento e seu impacto no desenvolvimento humano*. OPAS/OMS.

Paixão, A. N., & Ferreira, T. (2012). Determinantes da mortalidade infantil no Brasil. *Informe Gepec*, 16(2), 6–20.

Palomero-González, J. A., Almenar-Llongo, V., & Fuentes-Pascual, R. (2022). A composite indicator index as a proxy for measuring the quality of water supply. *Water Resources Management*, 36(3), 855-870. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03058-2>

Papi, L., Gagliardo, E. D., Bigoni, M., Bracci, E., & Bruns, H. J. (2019). Valor público e pesquisa em contabilidade do setor público: Uma revisão estruturada da literatura. *Revista de Orçamento Público, Contabilidade e Gestão Financeira*, 31(1), 103–136. <https://doi.org/10.1108/JPBAFM-07-2018-0077>

Paranhos, J., Perin, F. S., Falcão, D., Vaz-Canosa, M., & Hasenclever, L. As prioridades de saúde e a articulação com as políticas de indústria e CT&I no Brasil entre 2003 e 2017. *Novos Estudos CEBRAP*, 41(2), 315-332. <https://doi.org/10.25091/S01013300202200020007>

Paula Júnior, F., & Modaelli, S. (Eds.). (2024). *Política de águas e educação ambiental: Processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos* (3ª ed.). Brasília.

Paz, M. G. A., & Fracalanza, A. P. (2020). Controle social no saneamento básico em Guarulhos (SP): O Conselho Municipal de Política Urbana. *Ambiente & Sociedade*, 23, 1–20. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC20190019R1VU2020L4AO>

Pepe, L. M., Roque, R. H., Santos, M., & Fávero, L. P. (2023). *AHP-GS: Implementação*

do método AHP-Gaussiano para tomada de decisão no cenário Big Data [Trabalho apresentado]. XLIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP).

Pérard, É. (2009). Abastecimento de água: Público ou privado? Uma abordagem baseada no custo dos fundos, custos de transação, eficiência e custos políticos. *Política & Sociedade*, 8(3), 193–219. <https://doi.org/10.1016/j.polsoc.2008.10.003>

Pimentel, L. B., & Miterhof, M. T. (2022). O financiamento dos serviços de água e esgoto: Análise do passado recente (2016-2019) e desafios da diversificação de fontes para chegar à universalização. *Economia e Sociedade*, 31(3), 735–770. <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2022v31n3art08>

Podsakoff, P. M., & Organ, D. W. (1986). Self-reports in organizational research: Problems and prospects. *Journal of Management*, 12(4), 531-544. <https://doi.org/10.1177/014920638601200408>

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD). (2010). *IDHM Municípios 2010*. <https://www.undp.org/pt/brazil/idhm-municipios-2010>

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) & Fundação João Pinheiro (FJP). (2021). *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil*. <https://atlasbrasil.org.br>

Prüss-Ustün, A., Bartram, J., Clasen, T., Colford, J. M., Cumming, O., Curtis, V., et al. (2014). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: A retrospective analysis of data from 145 countries. *Tropical Medicine & International Health*, 19(8), 894–905. <https://doi.org/10.1111/tmi.12329>

Prüss-Ustün, A., Wolf, J., Bartram, J., Clasen, T., Cumming, O., Freeman, M. C., et al. (2019). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 222(5), 765–777. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.05.004>

Prüss-Ustün, A., Troeger, C., Boisson, S., Cumming, O., Wolf, J., Johnston, R. B., et al. (2023). Burden of disease attributable to unsafe drinking-water, sanitation and hygiene in domestic settings: A global analysis of selected adverse health outcomes. *The Lancet*, 401(10393), 2060–2072. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)00458-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00458-0)

Ramírez-Castillo, F. Y., Loera-Muro, A., Jacques, M., Garneau, P., Avelar-González, F. J., Harel, J., & Guerrero-Barrera, A. L. (2015). Waterborne pathogens: Detection methods and challenges. *Pathogens*, 4(2), 307–334. <https://doi.org/10.3390/pathogens4020307>

Ravanello, R. P., Pinheiro, R. R., Vieira, K. M., & Potrich, A. C. G. (2024). Qualidade percebida do saneamento básico: Uma análise a partir dos quatro componentes. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(6), 1–23. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n6-177>

Reis, C. A. S., & Carneiro, R. (2021). O direito humano à água e a regulação do saneamento básico no Brasil: Tarifa social e acessibilidade econômica. *Desenvolvimento em Questão*, 19(54), 123–142. <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2021.54.123-142>

Rezende, S. C. (2011). Desafios da política de saneamento no Brasil: Perspectivas do novo marco regulatório. *Revista de Administração Pública*, 45(5), 1347–1373. <https://doi.org/10.1590/S0034-76122011000500006>

Ribeiro, G. A., & Willis, J. O. (2017). *A influência do PIB per capita e gastos em saúde na expectativa de vida* [Trabalho acadêmico, USP].

Rodrigues, B. L. B., & Marques, M. N. (2024). *Relação entre indicadores socioeconômicos e o consumo per capita de água nos municípios cearenses* [Trabalho acadêmico, UECE].

Rodriguez-Garcia, G., Molinos-Senante, M., Hospido, A., Hernández-Sancho, F., Moreira, M. T., & Feijoo, G. (2011). Environmental and economic profile of six typologies of wastewater treatment plants. *Water Research*, 45(18), 5997–6010. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2011.08.053>

Roffia, P., Bucciol, A., & Hashlamoun, S. (2023). Determinants of life expectancy at birth: A longitudinal study on OECD countries. *International Journal of Health Economics and Management*, 23(2), 189–212. <https://doi.org/10.1007/s10754-022-09338-5>

Rossales da Silva, K., Soares Leivas, P. H., Aristides dos Santos, A. M., & Halmenschlager, V. (2023). Saneamento básico e mortalidade infantil: Uma análise via painel espacial para os municípios brasileiros. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, 16(1), 29–56. <https://doi.org/10.54766/rberu.v16i1.804>

Rossiter, J. R. (2002). The C-OAR-SE procedure for scale development in marketing. *International Journal of Research in Marketing*, 19(4), 305–335. [https://doi.org/10.1016/S0167-8116\(02\)00097-6](https://doi.org/10.1016/S0167-8116(02)00097-6)

Rubin, D. B. (1978). Multiple imputations in sample surveys – A phenomenological Bayesian approach to nonresponse. *Proceedings of the Survey Research Methods Section of the American Statistical Association*.

Russo, A. C., & Russo, E. (2024). Application of the AHP-Gaussian method to support the prioritization of workers' health actions in Brazil, based on data from DATASUS. *Gestão & Produção*, 31, e10423. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2024v31e10423>

Sá, M. M., Roberto, J. C. A., & Souto, S. P. (2023). Análise dos impactos do novo marco legal do saneamento na prestação de serviços de saneamento básico no Brasil. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 21(6), 3833–3854. <https://doi.org/10.55905/oelv21n6-041>

Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation*. McGraw-Hill.

Saiani, C. C. S., & Galvão, G. C. (2010). *Evolução das desigualdades regionais do déficit de acesso a serviços de saneamento básico no Brasil*.

Salla, M. R., et al. (2019). Relação entre saneamento básico e saúde pública em Bissau, Guiné-Bissau. *Saúde e Sociedade*, 28(4), 284–296. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902019190137>

Santos, A. M. S. P., & Vasques, P. H. R. P. (2023). Gestão interfederativa em tempos de instabilidade institucional: Uma análise da política de saneamento básico brasileira. *Revista Brasileira de Administração Pública*.

Santos, D. L. (2023, maio). *Uso de geoprocessamento na identificação de pontos críticos de extravasamentos de esgoto* [Trabalho apresentado]. 32º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), Belo Horizonte, MG.

Santos, F. N. B. (2018). *Análise comparativa dos custos operacionais de 44 estações de tratamento de esgoto na região sudeste do Brasil* [Dissertação de mestrado, UFMG].

Santos, F. H., Silva, J. P., Almeida, R. T., & Souza, L. M. (2022). Índice de Qualidade da Água do Vale do Rio Pardo (IQA-VRP): Uma proposta baseada em análise multivariada. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 27(3).

Santos, G. R. (2020). *Tarifa social da água no Brasil: Reflexões sobre avanços e lacunas*.

Santos, M., Costa, I. P., & Gomes, C. F. S. (2021). Multicriteria decision-making in the selection of warships: A new approach to the AHP method. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 13(1). <https://doi.org/10.13033/ijahp.v13i1.833>

Sarstedt, M., Ringle, C. M., & Hair, J. F. (2017). Partial least squares structural equation modeling. In C. Homburg, M. Klarmann, & A. Vomberg (Eds.), *Handbook of Market Research*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-05542-8_15-1

Shela, V., et al. (2023). Run! This road has no ending! A systematic review of PLS-SEM application in strategic management research among developing nations. *Heliyon*, 9(12), e22476. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22476>

Shmueli, G., Ray, S., Velasquez Estrada, J. M., & Shatla, S. B. (2016). The elephant in the room: Evaluating the predictive performance of PLS models. *Journal of Business Research*, 69(10), 4552–4564. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.049>

Silva, A. C., Souza, M. R., & Pereira, J. L. (2019). Avaliação dos programas de tarifa social no abastecimento de água no Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 24(3).

Silva, C. S. P., Silva, P. A. L., & Santos, M. (2022, novembro). *Apoio à decisão no exército brasileiro: Ordenação de equipamento de terraplenagem utilizando o método AHP-GAUSSIANO* [Trabalho apresentado]. LIV Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Juiz de Fora, MG.

Silva, D. F., Furtado, L. G., Beltrão, N. E. S., & Pontes, A. N. (2020). Pressões ambientais sobre serviços ecossistêmicos hídricos em um manancial em Belém, Pará, Brasil. *Research, Society and Development*, 9(8), e502985981. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5981>

Silva, S. E., Fávero, L. P., Moreira, M. Â. L., & Santos, M. dos. (2023). *Proposal of a diversified investment portfolio in stocks: An approach to AHP-Gaussian method*. *Procedia Computer Science*, 221, 418–425. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.07.056>

Silva, T. S., Barbosa, J. L., & Silva, W. T. P. (2024). Intermittência no abastecimento de água e seu impacto sobre a micromedicação. *Editora Científica Digital*. <https://doi.org/10.37885/241218394>

Silva, W. T. P., Santos, A. A., Gomes, L. A., & Musis, C. R. (2008). Quota per capita de água, fatores intervenientes e modelagem: Estudo de caso para classes socioeconômicas de Cuiabá-MT. *Sociedade & Natureza*, 20(2), 219–230. <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000200014>

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). (2021). *Relatório anual 2021*. Ministério do Desenvolvimento Regional. <http://www.snis.gov.br/>

- Soiferman, L. K. (2010). *Inductive and deductive research approaches*. University of Manitoba.
- Souza, J. L., Pereira, M. A., & Lima, R. T. (2021). Parâmetros de potabilidade da água para o consumo. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 26(4).
- Talbot, C. (2006, abril). *Public value paradoxes and prospects* [Trabalho apresentado]. 10th International Research Symposium on Public Management, Glasgow.
- Teixeira, J. C., & Guilhermino, R. L. (2006). Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 11(3), 277–282. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522006000300012>
- Teixeira, V. A. (2012). *Criando valor público – gestão estratégica no TCU*. Tribunal de Contas da União. <http://portal.tcu.gov.br/>
- Tian, K., Goodwin, D., Gallagher, E., & Smith, H. M. (2023). An exploration of customers' satisfaction with water and wastewater services in the UK. *Water Economics and Policy*, 9(2), 2350001. <https://doi.org/10.1142/S2382624X23500017>
- Tonetti, J., & Adami, R. M. (2022). Demandas do consumo da água captada pela empresa de abastecimento público de Pedras Grandes (SC). *Revista Tecnologia e Ambiente*, 28.
- Tótola, L. A., & Bastos, R. K. X. (2025). Panorama da tarifa social no saneamento básico no Brasil. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 17, e20240258. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.017.e20240258>
- Trojan, F., & Morais, D. C. (2015). Modelo de decisão para gestão de manutenção visando a redução de perdas em redes de distribuição de água. *Gestão & Produção*, 22(2), 3459–3479. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1084-13>
- UN-Water. (2019). *World water development report 2019: Leaving no one behind*. UNESCO.
- Vörösmarty, C. J., et al. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467(7315), 555–561. <https://doi.org/10.1038/nature09440>
- von Sperling, M. (2014). *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos* (4ª ed.). Editora UFMG.
- von Sperling, T. L., & von Sperling, M. (2013). Proposição de um sistema de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 18(4), 313–322. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400001>
- Walsh, P., & Wheeler, W. (2012). *Water quality index aggregation and cost benefit analysis* (Working Paper No. 12-05). National Center for Environmental Economics, EPA.
- Wang, B., & Christensen, T. (2017). Public values and comprehensive social development: A comparative evaluation of China and the United States. *Administration & Society*, 49(6), 852–881. <https://doi.org/10.1177/0095399715587522>
- Wang, B., & Lyu, Y. (2023). Research on the compilation of a composite index from the perspective of public value—The case of the Global Health Security Index.

Sustainability, 15(19), 14574. <https://doi.org/10.3390/su151914574>

West, R. M. (2021). Best practice in statistics: The use of log transformation. *Annals of Clinical Biochemistry*, 59(3), 162–165. <https://doi.org/10.1177/00045632211050531>

Whittington, D., Jeuland, M., Barker, K., & Yuen, Y. (2012). Setting priorities, targeting subsidies among water, sanitation, and preventive health interventions in developing countries. *World Development*, 40(8), 1546–1568. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.03.004>

World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first addendum*. WHO.

World Health Organization & UNICEF. (2017). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines*. <https://washdata.org>

World Health Organization & UNICEF. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2017: Special focus on inequalities*. <https://washdata.org>

World Health Organization & UNICEF. (2023). *Country consultation guidance for WASH indicators*. <https://washdata.org>

Wong, I. C. K., et al. (2017). Wealth quintiles or deciles? *PLOS ONE*, 12(11), e0187547. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187547>

Zhu, X., Hou, M., & Wei, J. (2024). Uso global da água e seus padrões em transformação: Perspectivas dos países da OCDE. *Água*, 16(24), 3592. <https://doi.org/10.3390/w16243592>

APÊNDICE A

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2013

2013	PLS-SEM	Bootstrapping		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.139	0.506	0.613	-0.559	0.535
• <i>Acesso água e esgoto</i>	0.523	1.621	0.105	0.004	0.989
• <i>Atendimento a vulneráveis</i>	-0.370	1.044	0.297	-0.786	-0.051
• <i>Impacto hidrossanitário</i>	0.707	1.473	0.141	0.483	1.232
• <i>Desigualdade no acesso</i>	-0.231	0.534	0.593	-0.942	0.435
Dimensão Econômica	0.178	0.572	0.567	-0.291	0.949
• <i>Eficiência operacional</i>	-0.213	0.855	0.393	-0.949	0.090
• <i>Taxa de perda de água</i>	-0.296	0.976	0.329	-0.908	0.026
• <i>Receita per capita</i>	0.641	1.208	0.227	-0.162	1.086
• <i>Investimento em água</i>	-0.304	1.070	0.285	-0.892	0.037
• <i>Investimento em esgoto</i>	0.439	1.052	0.293	-0.396	0.983
Dimensão Ambiental	0.008	0.040	0.968	-0.419	0.353
• <i>Potabilidade da água</i>	-0.206	0.425	0.671	-1.039	0.525
• <i>Aproveitamento da água</i>	0.853	2.205	0.028	0.672	1.473
• <i>Captação hídrica per capita</i>	-0.206	0.618	0.537	-0.596	0.529
• <i>Uso sustentável da água</i>	0.813	1.944	0.052	0.519	1.216
Dimensão Política	0.383	2.097	0.036	0.081	0.806
• <i>CTR vigentes de água</i>	0.414	1.904	0.057	0.034	0.818
• <i>Regulamentação tarifa social</i>	0.733	4.156	0.000	0.456	1.031
• <i>Iniciativa privada</i>	0.298	1.032	0.302	-0.198	0.806
Dimensão Intangível	0.502	2.331	0.020	0.142	0.861
• <i>Paralisação de água</i>	0.059	0.183	0.855	-0.319	0.813
• <i>Intermitências</i>	-0.155	0.520	0.603	-0.615	0.553
• <i>Extravasamento de esgoto</i>	0.964	3.178	0.001	0.875	1.054
Dimensão Externa					
• <i>Reclamações</i>	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000

APÊNDICE B

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2014

2014	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.004	0.026	0.979	-0.307	0.285
• <i>Acesso água e esgoto</i>	0.66	2.534	0.011	0.37	0.999
• <i>Atendimento a vulneráveis</i>	-0.037	0.177	0.859	-0.49	0.327
• <i>Impacto hidrossanitário</i>	0.614	2.526	0.012	0.355	1.023
• <i>Desigualdade no acesso</i>	-0.277	0.762	0.446	-0.706	0.474
• Dimensão Econômica	-0.01	0.036	0.971	-0.78	0.425
• <i>Eficiência operacional</i>	-0.307	0.927	0.354	-0.809	0.329
• <i>Taxa de perda de água</i>	-0.235	0.74	0.459	-0.626	0.164
• <i>Receita per capita</i>	0.756	1.525	0.127	0.381	1.021
• <i>Investimento em água</i>	0.02	0.106	0.915	-0.329	0.36
• <i>Investimento em esgoto</i>	0.12	0.461	0.645	-0.361	0.642
Dimensão Ambiental	0.109	0.497	0.619	-0.262	0.594
• <i>Potabilidade da água</i>	0.366	3.119	0.002	0.223	0.738
• <i>Aproveitamento da água</i>	0.501	3.676	0	0.397	0.838
• <i>Captação hídrica per capita</i>	0.069	0.214	0.83	-0.461	0.648
• <i>Uso sustentável da água</i>	-0.444	1.206	0.228	-0.682	0.476
Dimensão Política	0.755	2.881	0.004	0.322	1.167
• <i>CTR vigentes de água</i>	0.287	1.869	0.062	0.072	0.607
• <i>Regulamentação tarifa social</i>	-0.064	0.429	0.668	-0.311	0.292
• <i>Iniciativa privada</i>	0.906	6.678	0	0.687	1.007
Dimensão Intangível	-0.184	1.088	0.277	-0.614	0.06
• <i>Paralisação de água</i>	0.769	1.998	0.046	0.318	1.12
• <i>Intermitências</i>	0.553	1.868	0.062	0.252	1.039
• <i>Extravasamento de esgoto</i>	0.046	0.086	0.931	-0.882	0.96
Dimensão Externa					
• <i>Reclamações</i>	1	n/a	n/a	1	1

APÊNDICE C

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2015

2015	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	-0.175	0.594	0.552	-0.87	0.307
• Acesso água e esgoto	0.332	1.05	0.294	-0.267	0.856
• Atendimento a vulneráveis	-0.219	0.662	0.508	-1.019	0.232
• Impacto hidrossanitário	0.728	1.346	0.178	-0.133	1.571
• Desigualdade no acesso	-0.302	0.726	0.468	-0.867	0.096
Dimensão Econômica	-0.238	0.648	0.517	-1.324	0.266
• Eficiência operacional	0.148	0.719	0.472	-0.199	0.606
• Taxa de perda de água	0.634	1.282	0.2	-0.332	1.077
• Receita per capita	-0.42	0.872	0.383	-0.954	-0.111
• Investimento em água	-0.092	0.473	0.636	-0.464	0.258
• Investimento em esgoto	-0.089	0.351	0.725	-0.65	0.288
Dimensão Ambiental	0.11	0.481	0.63	-0.288	0.62
• Potabilidade da água	0.538	3.161	0.002	0.297	0.936
• Aproveitamento da água	0.685	2.591	0.01	0.211	1.053
• Captação hídrica per capita	-0.026	0.098	0.922	-0.315	0.725
• Uso sustentável da água	0.221	1.026	0.305	-0.238	0.625
Dimensão Política	0.525	2.045	0.041	0.036	1.006
• CTR vigentes de água	0.346	1.585	0.113	-0.01	0.845
• Regulamentação tarifa social	0.49	2.323	0.02	0.267	0.986
• Iniciativa privada	0.618	2.084	0.037	-0.045	0.911
Dimensão Intangível	0.283	1.185	0.236	-0.19	0.768
• Paralisação de água	-0.228	1.084	0.278	-0.727	0
• Intermitências	-0.018	0.059	0.953	-0.572	0.601
• Extravasamento de esgoto	0.951	2.31	0.021	-0.563	1.009
Dimensão Externa					
• Reclamações	1	n/a	n/a	1	1

APÊNDICE D

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2016

2016	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.226	1.087	0.277	-0.139	0.666
• Acesso água e esgoto	0.154	0.738	0.461	-0.272	0.557
• Atendimento a vulneráveis	0.287	1.305	0.192	-0.263	0.603
• Impacto hidrossanitário	0.610	3.281	0.001	0.389	0.991
• Desigualdade no acesso	0.405	1.763	0.078	0.035	0.917
Dimensão Econômica	0.267	0.731	0.465	-0.403	1.060
• Eficiência operacional	-0.245	0.927	0.354	-0.623	-0.059
• Taxa de perda de água	-0.350	0.807	0.420	-0.801	-0.236
• Receita per capita	0.401	1.381	0.167	-0.231	0.688
• Investimento em água	0.414	1.495	0.135	-0.171	0.695
• Investimento em esgoto	0.137	0.616	0.538	-0.273	0.614
Dimensão Ambiental	-0.051	0.151	0.880	-1.096	0.407
• Potabilidade da água	0.396	2.914	0.004	0.246	0.744
• Aproveitamento da água	0.431	2.924	0.003	0.224	0.717
• Captação hídrica per capita	-0.366	2.661	0.008	-0.633	-0.190
• Uso sustentável da água	0.129	0.619	0.536	-0.275	0.534
Dimensão Política	0.292	1.345	0.179	-0.078	0.785
• CTR vigentes de água	0.595	2.365	0.018	0.268	1.028
• Regulamentação tarifa social	0.262	0.984	0.325	-0.378	0.823
• Iniciativa privada	0.543	2.135	0.033	-0.090	0.956
Dimensão Intangível	0.350	1.009	0.313	-0.335	0.796
• Paralisação de água	-0.146	0.349	0.727	-1.046	0.469
• Intermitências	0.935	1.759	0.079	0.549	1.342
• Extravasamento de esgoto	-0.398	0.813	0.416	-0.801	-0.048
Dimensão Externa					
• Reclamações	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000

APÊNDICE E

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2017

2017	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.143	0.568	0.570	-0.477	0.549
• <i>Acesso água e esgoto</i>	0.162	0.710	0.478	-0.366	0.514
• <i>Atendimento a vulneráveis</i>	0.357	1.241	0.215	-0.279	0.707
• <i>Impacto hidrossanitário</i>	0.708	3.544	0.000	0.519	1.318
• <i>Desigualdade no acesso</i>	0.649	2.084	0.037	0.059	1.104
Dimensão Econômica	-0.250	0.615	0.538	-1.170	0.451
• <i>Eficiência operacional</i>	0.289	1.056	0.291	-0.284	0.591
• <i>Taxa de perda de água</i>	0.416	1.110	0.267	-0.370	0.753
• <i>Receita per capita</i>	-0.447	1.083	0.279	-0.768	-0.323
• <i>Investimento em água</i>	-0.211	0.852	0.394	-0.665	0.024
• <i>Investimento em esgoto</i>	0.140	0.783	0.434	-0.185	0.509
Dimensão Ambiental	-0.062	0.208	0.835	-0.849	0.388
• <i>Potabilidade da água</i>	0.421	3.275	0.001	0.262	0.794
• <i>Aproveitamento da água</i>	0.455	3.255	0.001	0.211	0.718
• <i>Captação hídrica per capita</i>	-0.391	2.894	0.004	-0.625	-0.156
• <i>Uso sustentável da água</i>	0.099	0.533	0.594	-0.206	0.523
Dimensão Política	0.457	1.941	0.052	-0.057	0.806
• <i>CTR vigentes de água</i>	0.445	1.522	0.128	-0.367	0.898
• <i>Regulamentação tarifa social</i>	0.145	0.554	0.580	-0.494	0.653
• <i>Iniciativa privada</i>	0.736	2.302	0.021	0.203	1.049
Dimensão Intangível	0.433	1.365	0.172	-0.016	0.894
• <i>Paralisação de água</i>	0.025	0.068	0.946	-0.852	0.649
• <i>Intermitências</i>	1.081	2.103	0.035	1.060	1.287
• <i>Extravasamento de esgoto</i>	-0.240	0.456	0.648	-1.634	0.308
Dimensão Externa	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000
• <i>Reclamações</i>	-	-	-	-	-

APÊNDICE F

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2018

2018	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.336	1.660	0.097	0.011	0.857
• Acesso água e esgoto	0.050	0.272	0.786	-0.407	0.333
• Atendimento a vulneráveis	0.319	1.520	0.128	-0.168	0.607
• Impacto hidrossanitário	0.609	4.165	0.000	0.426	1.037
• Desigualdade no acesso	0.515	2.667	0.008	0.230	0.951
Dimensão Econômica	-0.424	0.933	0.351	-1.620	0.264
• Eficiência operacional	0.328	1.097	0.273	-0.252	0.851
• Taxa de perda de água	0.509	1.152	0.249	-0.353	0.971
• Receita per capita	-0.422	1.084	0.278	-0.736	-0.109
• Investimento em água	-0.107	0.446	0.656	-0.655	0.196
• Investimento em esgoto	-0.104	0.536	0.592	-0.733	0.152
Dimensão Ambiental	-0.298	0.875	0.382	-1.393	0.189
• Potabilidade da água	0.390	3.230	0.001	0.217	0.720
• Aproveitamento da água	0.451	3.032	0.002	0.230	0.759
• Captação hídrica per capita	-0.396	2.582	0.010	-0.626	-0.114
• Uso sustentável da água	0.089	0.529	0.597	-0.182	0.466
Dimensão Política	0.519	2.036	0.042	-0.018	0.863
• CTR vigentes de água	0.316	1.025	0.306	-0.664	0.732
• Regulamentação tarifa social	-0.005	0.017	0.987	-0.675	0.557
• Iniciativa privada	0.881	2.348	0.019	0.629	1.085
Dimensão Intangível	0.506	1.324	0.186	-0.242	0.945
• Paralisação de água	0.046	0.111	0.912	-0.797	0.868
• Intermitências	0.826	1.743	0.081	0.119	1.030
• Extravasamento de esgoto	-0.449	0.821	0.412	-0.812	0.132
Dimensão Externa					
• Reclamações	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000

APÊNDICE G

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2019

2019	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.305	1.323	0.186	-0.039	0.952
• Acesso água e esgoto	0.109	0.494	0.621	-0.429	0.457
• Atendimento a vulneráveis	0.375	1.348	0.178	-0.228	0.798
• Impacto hidrossanitário	0.500	3.439	0.001	0.369	1.160
• Desigualdade no acesso	0.535	2.373	0.018	0.195	1.050
Dimensão Econômica	-0.082	0.323	0.747	-0.472	0.592
• Eficiência operacional	0.323	1.106	0.269	-0.278	0.733
• Taxa de perda de água	0.486	1.168	0.243	-0.364	0.916
• Receita per capita	-0.202	0.836	0.403	-0.647	0.206
• Investimento em água	-0.376	1.022	0.307	-0.692	0.295
• Investimento em esgoto	-0.021	0.095	0.924	-0.626	0.226
Dimensão Ambiental	-0.069	0.230	0.818	-0.829	0.387
• Potabilidade da água	0.453	3.200	0.001	0.321	0.880
• Aproveitamento da água	0.405	2.811	0.005	0.202	0.788
• Captação hídrica per capita	-0.367	2.452	0.014	-0.598	-0.119
• Uso sustentável da água	0.040	0.238	0.812	-0.248	0.424
Dimensão Política	0.530	1.868	0.062	-0.106	0.930
• CTR vigentes de água	0.435	1.422	0.155	-0.297	0.989
• Regulamentação tarifa social	0.007	0.019	0.985	-0.835	0.765
• Iniciativa privada	0.812	2.604	0.009	0.570	1.081
Dimensão Intangível	0.580	1.404	0.160	-0.383	0.851
• Paralisação de água	0.128	0.344	0.731	-0.555	0.959
• Intermitências	0.829	2.106	0.035	0.079	1.015
• Extravasamento de esgoto	-0.418	0.770	0.441	-0.752	0.676
Dimensão Externa					
• Reclamações	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000

APÊNDICE H

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2020

2020	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)	Intervalo de Confiança (IC)		
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Stan- sic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.339	1.571	0.116	0.013	0.940
• <i>Acesso água e esgoto</i>	0.317	1.811	0.070	-0.048	0.642
• <i>Atendimento a vulneráveis</i>	0.297	1.335	0.182	-0.146	0.742
• <i>Impacto hidrossanitário</i>	0.519	3.764	0.000	0.368	0.903
• <i>Desigualdade no acesso</i>	0.477	2.539	0.011	0.206	0.965
Dimensão Econômica	-0.220	0.571	0.568	-1.427	0.347
• <i>Eficiência operacional</i>	0.392	0.990	0.322	-0.383	0.861
• <i>Taxa de perda de água</i>	0.372	1.022	0.307	-0.347	0.830
• <i>Receita per capita</i>	-0.561	1.087	0.277	-0.937	-0.195
• <i>Investimento em água</i>	-0.007	0.039	0.969	-0.389	0.259
• <i>Investimento em esgoto</i>	-0.081	0.385	0.700	-0.566	0.212
Dimensão Ambiental	-0.202	0.570	0.569	-1.976	0.207
• <i>Potabilidade da água</i>	0.509	3.017	0.003	0.317	0.924
• <i>Aproveitamento da água</i>	0.403	2.432	0.015	0.166	0.842
• <i>Captação hídrica per capita</i>	-0.238	1.061	0.289	-0.398	0.362
• <i>Uso sustentável da água</i>	0.075	0.332	0.740	-0.295	0.571
Dimensão Política	0.111	0.432	0.666	-0.529	0.504
• <i>CTR vigentes de água</i>	0.659	2.109	0.035	0.282	1.073
• <i>Regulamentação tarifa social</i>	0.369	1.101	0.271	-0.589	0.882
• <i>Iniciativa privada</i>	0.347	1.334	0.182	-0.202	0.839
Dimensão Intangível	-0.345	0.757	0.449	-1.234	0.416
• <i>Paralisação de água</i>	0.411	1.034	0.301	-0.427	0.967
• <i>Intermitências</i>	-0.711	1.055	0.291	-1.055	-0.616
• <i>Extravasamento de esgoto</i>	0.500	1.140	0.254	-0.447	0.880
Dimensão Externa					
• <i>Reclamações</i>	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000

APÊNDICE I

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2021

2021	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.585	2.208	0.027	0.282	1.666
• Acesso água e esgoto	0.398	2.807	0.005	0.151	0.681
• Atendimento a vulneráveis	0.216	0.996	0.319	-0.231	0.654
• Impacto hidrossanitário	0.433	4.154	0.000	0.310	0.705
• Desigualdade no acesso	0.555	3.046	0.002	0.294	1.037
Dimensão Econômica	0.608	2.328	0.020	0.270	1.341
• Eficiência operacional	0.070	0.464	0.643	-0.256	0.322
• Taxa de perda de água	-0.297	1.812	0.070	-0.578	-0.029
• Receita per capita	0.544	2.640	0.008	0.198	0.910
• Investimento em água	0.460	2.610	0.009	0.195	0.856
• Investimento em esgoto	0.140	1.038	0.299	-0.155	0.376
Dimensão Ambiental	-0.507	1.396	0.163	-2.085	-0.058
• Potabilidade da água	0.467	3.385	0.001	0.285	0.822
• Aproveitamento da água	0.379	2.158	0.031	0.041	0.814
• Captação hídrica per capita	-0.286	1.708	0.088	-0.397	0.163
• Uso sustentável da água	0.160	0.702	0.483	-0.181	0.648
Dimensão Política	-0.096	0.455	0.649	-0.859	0.185
• CTR vigentes de água	0.742	2.187	0.029	0.279	1.103
• Regulamentação tarifa social	0.358	1.072	0.284	-0.530	0.902
• Iniciativa privada	0.310	1.041	0.298	-0.364	0.868
Dimensão Intangível	0.225	0.709	0.478	-0.331	0.711
• Paralisação de água	-0.084	0.233	0.815	-0.931	0.237
• Intermitências	0.871	1.568	0.117	0.624	1.239
• Extravasamento de esgoto	-0.502	1.081	0.280	-0.881	-0.309
Dimensão Externa					
• Reclamações	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000

APÊNDICE J

Relevância e Significância – Modelo de Mensuração – Bootstrapping - 2022

2022	Coefficientes originais	Bootstrapping (teste de stress)		Intervalo de Confiança (IC)	
Dimensões e Indicadores	Peso (O)	T-Statistic	P-Value	IC 2,5%	IC 97,5%
Dimensão Social	0.070	0.248	0.804	-0.378	0.754
• <i>Acesso água e esgoto</i>	0.118	0.342	0.732	-0.539	0.801
• <i>Atendimento a vulneráveis</i>	-0.660	1.227	0.220	-1.072	-0.627
• <i>Impacto hidrossanitário</i>	-0.043	0.130	0.896	-1.480	0.343
• <i>Desigualdade no acesso</i>	0.643	1.234	0.217	-0.344	1.127
Dimensão Econômica	-0.051	0.183	0.855	-0.602	0.452
• <i>Eficiência operacional</i>	0.085	0.203	0.839	-0.619	0.847
• <i>Taxa de perda de água</i>	-0.171	0.572	0.567	-0.759	0.236
• <i>Receita per capita</i>	0.411	1.089	0.276	0.008	1.277
• <i>Investimento em água</i>	0.559	1.492	0.136	0.115	1.154
• <i>Investimento em esgoto</i>	0.213	0.641	0.521	-0.541	0.773
Dimensão Ambiental	0.383	1.040	0.298	-0.386	0.963
• <i>Potabilidade da água</i>	0.266	1.053	0.292	-0.212	0.754
• <i>Aproveitamento da água</i>	0.517	1.264	0.206	-0.255	1.312
• <i>Captação hídrica per capita</i>	0.681	1.378	0.168	-0.264	1.563
• <i>Uso sustentável da água</i>	-0.713	1.140	0.254	-0.942	-0.325
Dimensão Política	0.194	0.666	0.506	-0.223	1.034
• <i>CTR vigentes de água</i>	0.325	0.804	0.421	-0.619	0.977
• <i>Regulamentação tarifa social</i>	0.683	1.762	0.078	0.159	1.145
• <i>Iniciativa privada</i>	0.503	1.219	0.223	-0.443	1.060
Dimensão Intangível	-0.054	0.201	0.841	-0.405	0.729
• <i>Paralisação de água</i>	0.532	1.568	0.117	0.000	1.416
• <i>Intermitências</i>	0.695	1.604	0.109	-0.653	1.080
• <i>Extravasamento de esgoto</i>	0.261	0.600	0.548	-1.049	0.805
Dimensão Externa					
• <i>Reclamações</i>	1.000	n/a	n/a	1.000	1.000

APÊNDICE K

Ranking Dimensão Social - AHP-Gaussiano

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	SP	SE	RN	SP	GO	SE	SP	SP	SE	AL
2	AM	RJ	SP	DF	SP	SP	DF	DF	SP	SE
3	SE	DF	RJ	SE	DF	DF	RJ	RJ	DF	RO
4	RR	SP	DF	RJ	PR	RJ	PR	PR	RJ	CE
5	MS	GO	SE	MG	RN	AP	MG	ES	PR	RN
6	RO	RO	PR	PR	MG	PR	GO	GO	MG	GO
7	PI	PR	AP	GO	SE	GO	ES	MG	RO	SP
8	DF	RN	MG	AP	ES	RN	SC	RO	GO	PR
9	PE	MG	GO	MS	RS	MG	MS	MS	ES	DF
10	PB	MS	ES	RR	SC	MS	AP	RR	AP	MA
11	RS	MT	MS	MT	MS	RR	RS	AM	SC	RJ
12	PR	CE	RS	ES	MT	ES	RR	RN	RS	RS
13	GO	RR	MT	RS	RR	MT	RN	SC	MS	PI
14	RJ	AP	CE	RN	CE	RS	MT	AP	CE	PA
15	BA	RS	RR	SC	RO	SC	CE	RS	RN	BA
16	RN	PI	RO	RO	PB	CE	SE	CE	MT	AM
17	MG	SC	BA	PB	PE	AC	BA	MT	AM	AC
18	CE	ES	AM	CE	BA	RO	RO	SE	RR	MT
19	RO	PB	PB	BA	AM	BA	AC	BA	PE	SC
20	MA	BA	AC	PE	PI	PB	PE	PB	BA	MS
21	ES	AC	PE	PI	MA	AM	PB	PE	PB	PB
22	PA	PE	PI	AC	RO	PI	AM	AC	AC	ES
23	AP	PA	AL	AL	AC	PE	PI	PI	AL	PE
24	AC	AL	PA	MA	AL	MA	AL	MA	PI	MG
25	SC	MA	MA	AM	AP	AL	MA	AL	MA	RR
26	AL	RO	RO	RO	PA	RO	RO	RO	PA	RO
27	MT	AM	SC	PA	RJ	PA	PA	PA	RO	AP

APÊNDICE L

Ranking Dimensão Econômica - AHP-Gaussiano

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	RR	TO	TO	RR	AC	AC	SC	SC	TO	RO
2	TO	RR	SC	MT	RR	RN	SE	TO	MT	TO
3	PE	MS	RJ	MS	SC	SC	TO	PA	SC	SC
4	MS	PE	PE	SC	RO	PE	PE	SE	PE	MT
5	ES	SE	SE	SP	PE	TO	AM	PE	PA	ES
6	PI	SC	MT	TO	MS	MS	MS	MT	SE	PE
7	AC	GO	SP	AC	TO	RR	MT	SP	MS	CE
8	PA	MT	RR	PE	SE	RO	RN	PR	PR	AL
9	RO	RJ	PR	SE	ES	MT	PR	MS	BA	MS
10	SC	PR	GO	ES	RN	ES	SP	RN	AM	AM
11	GO	ES	MS	RJ	AP	PR	ES	ES	MA	PR
12	SE	RO	ES	GO	PR	SP	DF	RS	ES	GO
13	AM	AC	MG	PR	SP	RJ	RS	AM	SP	RJ
14	PR	SP	AC	PB	DF	AM	RJ	DF	RS	SP
15	MT	PI	RN	MA	MT	GO	AC	GO	PI	BA
16	SP	PA	BA	RN	RS	RS	GO	RR	RN	RS
17	AP	RN	RS	RS	RJ	DF	RR	MA	RO	SE
18	BA	DF	MA	BA	MG	PI	PI	CE	CE	MG
19	RJ	MG	CE	DF	GO	MG	PA	BA	GO	PI
20	RS	BA	PI	PA	BA	SE	CE	RO	MG	RN
21	PB	AM	DF	MG	CE	BA	BA	RJ	RJ	MA
22	MG	CE	AM	CE	AM	PB	MG	MG	PB	PA
23	CE	RS	AL	AM	MA	CE	RO	PI	DF	DF
24	DF	AP	PA	AL	PB	PA	PB	AC	AL	AP
25	RN	PB	PB	AP	PI	MA	AL	PB	AC	PB
26	MA	MA	RO	PI	AL	AL	MA	AL	AP	RR
27	AL	AL	AP	RO	PA	AP	AP	AP	RR	AC

APÊNDICE M

Ranking Dimensão Ambiental - AHP-Gaussiano

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	BA	BA	BA	PB	PB	PB	PB	PB	PB	PB
2	GO	PB	PB	BA	DF	PE	GO	GO	GO	GO
3	CE	GO	GO	GO	GO	DF	BA	DF	PE	SC
4	PB	DF	DF	DF	BA	GO	PE	BA	DF	DF
5	SC	PE	PE	PE	SE	BA	DF	PE	BA	BA
6	PR	SC	CE	SE	PE	SE	SC	SC	SE	PE
7	MG	CE	SC	ES	ES	SC	ES	ES	SC	ES
8	PE	MG	PR	SC	CE	ES	SE	PR	ES	PR
9	AL	PR	SE	CE	SC	PR	PR	SE	PR	CE
10	DF	RS	MG	PR	PR	CE	MG	MG	CE	RS
11	ES	ES	ES	MG	MG	MG	CE	CE	RS	MG
12	SE	SE	RS	RS	RS	RS	RS	RS	SP	SP
13	RS	AL	AL	SP	SP	SP	AP	TO	MG	SE
14	TO	SP	AP	AL	AL	AL	SP	SP	TO	TO
15	SP	TO	TO	AP	AP	AP	AL	AP	AL	AC
16	AC	AC	AC	PI	TO	TO	TO	AL	AP	AP
17	RJ	AP	PI	TO	AC	AC	AC	AC	RJ	RJ
18	PI	RJ	RO	AC	RO	PI	RJ	RJ	PI	MT
19	MT	PA	RJ	RJ	RJ	MT	PI	PI	MT	AM
20	RO	MT	PA	MT	MT	RJ	MT	MT	PA	PI
21	AP	PI	MT	RO	PA	RO	PA	PA	RN	AL
22	MS	MS	MS	PA	PI	RN	AM	AM	AC	RO
23	PA	AM	SP	RN	AM	PA	RN	RN	AM	PA
24	RN	RO	RN	MS	RN	MS	RO	RR	MS	MS
25	AM	RN	AM	AM	MS	AM	MS	MS	RO	RN
26	RR	RR	RR	RR	MA	MA	RR	RO	RR	RR
27	MA	MA	MA	MA	RR	RR	MA	MA	MA	MA

APÊNDICE O

Ranking Dimensão Intangível - AHP-Gaussiano

Ranking	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1	AP	SE	TO	SE	SE	SE	SE	PR	PR	PR
2	GO	AP	SE	PR	PR	RR	PR	MS	MS	AP
3	PE	TO	GO	PI	MA	PR	PB	SE	SE	SE
4	TO	PR	AP	PB	TO	PI	SC	PB	AC	TO
5	SE	RR	PE	SC	SC	AC	AP	SC	SC	AC
6	RR	PI	SC	MS	PI	TO	PI	AC	PI	SC
7	CE	AC	MS	RJ	PA	SC	TO	DF	DF	PA
8	RN	SC	PI	RR	PB	MA	PA	TO	TO	DF
9	MS	RN	ES	AP	MS	PA	ES	CE	SP	SP
10	PI	MS	BA	AC	SP	CE	MS	PI	CE	PI
11	ES	MA	RO	PE	RR	PB	CE	RR	AM	GO
12	SC	CE	RN	PA	RS	SP	SP	SP	RJ	MS
13	RS	RS	RS	RO	RO	PE	RR	GO	AP	RJ
14	PB	GO	CE	TO	PE	MS	PE	PE	GO	CE
15	RJ	RO	PB	RS	AP	GO	RJ	RS	RR	RS
16	BA	PB	PR	DF	AC	RO	AL	PA	MA	RR
17	RO	PA	AL	SP	GO	RS	BA	BA	PE	MA
18	PR	RJ	RJ	CE	RN	BA	RS	MG	RS	MG
19	MG	MT	RR	GO	RJ	RN	MG	RO	PB	AL
20	AC	SP	DF	MG	MG	RJ	MA	MA	MG	PB
21	AL	ES	AC	ES	CE	AL	AC	AP	PA	MT
22	SP	MG	MT	RN	MT	MG	DF	RJ	ES	RN
23	DF	DF	MG	MA	DF	AP	RO	ES	MT	ES
24	MA	AM	MA	MT	ES	MT	MT	MT	RN	RO
25	MT	PE	AM	BA	AM	ES	GO	AL	BA	PE
26	PA	BA	PA	AM	AL	DF	AM	AM	AL	BA
27	AM	AL	SP	AL	BA	AM	RN	RN	RO	AM