

Aspectos regulatórios e seus efeitos no setor de água e esgoto do Brasil.

Área da ANPEC: Área 8 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças

Fábio Garcia Silva (FEA-RP/USP)

Aluno do programa de doutorado direto da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto - USP. Principal área de interesse é saneamento básico.

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, USP. Av. Bandeirantes, 3900. Monte Alegre. CEP: 14040-905 - Ribeirão Preto, SP - Brasil. Telefone: (16) 3315-4963. E-Mail: fgarcia@usp.br

Bruno Ledo (FEA-RP/USP)

Professor Doutor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto - USP. Realiza pesquisas na área de microeconomia teórica e aplicada. Principais áreas de interesse são saneamento básico e seguros.

Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, USP. Av. Bandeirantes, 3900. Monte Alegre. CEP: 14040-905 - Ribeirão Preto, SP - Brasil. Telefone: (16) 3602-0449. E-Mail: bruno@fearp.usp.br

Aspectos regulatórios e seus efeitos no setor de água e esgoto do Brasil.

Resumo

Considerando que instituições são os mecanismos que moldam as relações humanas e criam os incentivos geradores do desenvolvimento econômico, propõe-se entender quais aspectos regulatórios são os responsáveis pelo desempenho da indústria de serviços de água e esgoto. O estudo é relevante pois relaciona a eficiência do prestador de serviços ao ambiente institucional onde este está inserido. Gestores públicos podem estar interessados em compreender quais aspectos regulatórios aumentam a eficiência da prestação de serviços de água e esgoto. Para alcançar os objetivos propostos utilizou-se o método de análise de fronteira estocástica. Entre os principais resultados encontrados pode-se citar a maior eficiência de empresas mistas de capital aberto e que o estabelecimento de convênios de cooperação técnica entre agências reguladoras e demais instituições colabora para explicar a eficiência do setor.

Palavras-Chave: instituições, regulação, saneamento básico, determinantes de ineficiência.

Área da ANPEC: Área 8 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças

Abstract

Considering that institutions are the mechanisms that shape human relationships and create the incentives that generate economic development, it is proposed to understand which regulatory aspects are responsible for the performance of the water and sewage services industry. The study is relevant because it relates the efficiency of the service provider to the institutional environment where it is inserted. Public managers may be interested in understanding which regulatory aspects increase the efficiency of water and sewage services. To achieve the proposed objectives, the method of stochastic frontier analysis was used. Among the main results found, we can mention the greater efficiency of publicly traded mixed companies and that the establishment of technical cooperation agreements between regulatory agencies and other institutions helps to explain the efficiency of the sector.

Keywords: institutions, regulation, sanitation, inefficiency determinants.

JEL: D22, L51, L95, O43.

1 Introdução

Quais aspectos regulatórios incentivam o ganho de eficiência das empresas do setor de água e esgoto? Este estudo pretende analisar a indústria de serviços de água e esgoto adotando as premissas da economia institucionalista. De acordo com [North \(1991\)](#), instituições são as "regras do jogo", mecanismos que moldam as relações humanas e criam os incentivos que podem gerar desenvolvimento econômico. O papel das instituições no desenvolvimento humano tem sido amplamente estudado em comparações *cross-country*. ([LAGERLÖF, 2005](#); [ACEMOGLU; JOHNSON; ROBINSON, 2002](#); [BANERJEE; IYER, 2005](#); [HALL; JONES, 1999](#)).

O artigo de [Ménard \(2017\)](#) explica que há diferentes camadas institucionais que regulam o setor de saneamento básico. O autor estabelece um referencial teórico mostrando quais os mecanismos pelos quais as instituições relacionadas com o setor afetam a decisão dos prestadores de serviços, instituições eficientes são capazes de reduzir incertezas, o que garante a provisão de bens e serviços enquanto minimizam os custos.

Muitos desses mecanismos estão em âmbito macro-institucional e interagem com operadores em um nível micro-institucional. O estudo identifica as chamadas meso-instituições que são a ligação entre as macro-instituições e as micro-instituições. [Ménard \(2017\)](#) fez uma análise comparativa entre instituições provedoras de água potável para a Inglaterra e País de Gales, França e Holanda.

Quando estudada apenas no nível macro-institucional a organização da atividade econômica permanece abstrata ou ambígua. As macro-instituições precisam de dispositivos que traduzam as regras gerais para diretrizes específicas e mecanismos que moldem a sua implementação no escopo, espaço e tempo onde os atores envolvidos vivem. ([MÉNARD, 2017](#))

As meso-instituições no modelo de [Ménard \(2017\)](#) possuem posição central na estrutura institucional do setor de saneamento. Pois são elas a ligação entre as normas e regras definidas no nível macro-institucional (Agência Nacional de Águas - ANA , Congresso Nacional) e as micro-instituições (Companhias Estaduais de Saneamento, Departamentos Municipais, Empresas Privadas) que vão, de fato, implementar as normas.

Assim, a eficiência de uma instituição, e em particular de uma meso-instituição está ligada em criar os incentivos corretos para o desenvolvimento econômico. As meso-instituições (agências reguladoras) criam esses incentivos interpretando as leis e normas das macro-instituições (congresso nacional, ANA) e regulando as micro-instituições (prestadores de serviço).

De acordo com [Laffont et al. \(2005\)](#), [Estache, Goicoechea e Trujillo \(2009\)](#) e [Gasmi, Um e Virto \(2009\)](#) evidências sugerem que a teoria tradicional da regulação não funciona adequadamente em países em desenvolvimento, uma vez que em seu ambiente os contratos

resultam incompletos. Contratos são considerados incompletos quando não atendem de forma explícita todos os aspectos que podem afetar o contrato. Segundo [Laffont et al. \(2005\)](#), é também o caso de quando os agentes possuem racionalidade limitada, algo que também ocorre em países desenvolvidos. Porém, contratos também podem ser incompletos devido a fraquezas institucionais, mais frequentes, portanto, em países em desenvolvimento.

Segundo [Estache e Wren-Lewis \(2009\)](#), as fraquezas institucionais podem ser agrupadas em quatro grupos: (i) capacidade de regulação limitada, (ii) comprometimento limitado, (iii) prestação de contas limitada e (iv) eficiência fiscal limitada. Essas falhas não são uniformes, e podem possuir pesos diferentes em cada país. A diferença fundamental entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento é que para países em desenvolvimento tais fraquezas institucionais são mais determinantes no desempenho final dos setores regulados.

Assim, antes que se proponha qualquer desenho regulatório para países em desenvolvimento, a teoria desenvolvida por [Laffont et al. \(2005\)](#) indica que é interessante um diagnóstico do ambiente institucional deste país. Uma vez que o diagnóstico será diverso para diferentes países, é de se esperar que a política regulatória ótima também o seja.

No Brasil, a lei nº 11.445/2007 - LNSB insere o setor de água e esgoto dentro de um conjunto mais amplo denominado saneamento básico. Além dos serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário, o saneamento básico ainda abarca a limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, assim como a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

A história dos serviços de água e esgoto no Brasil alude a metade do século XIX, as empresas privadas foram as responsáveis pelo setor até o início do século XX. A partir de 1940 ([BARBOSA, 2012](#)) entidades públicas passaram a operar localmente os chamados Departamentos Autônomos de Águas e Esgotos (DAAE) e Serviços Autônomos de Águas e Esgotos (SAAE). É nesta mesma época que foi criado o Código de Águas, primeiro instrumento institucional com orientação a regulação da utilização dos recursos hídricos.

Entre os anos de 1968 e 1970 foi criado o Sistema Financeiro de Saneamento e estruturado o PLANASA (Plano Nacional de Saneamento), a implementação do PLANASA se deu em 1971. Esta época remete a criação das Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs) ([SCRIPTORE; JÚNIOR, 2012](#)). Muitos municípios brasileiros que ainda não possuíam serviços de águas e esgotos concederam para as CESBs o direito de provisão. Foram entre os anos de 1975 e 1982 que observa-se uma forte expansão dos investimentos, no entanto a crise econômica dos anos 80 interrompeu esta expansão.

Durante a década de 90 houve um enfoque no ganho de eficiência das empresas em detrimento do aumento da cobertura, situação oposta daquela vista nos anos 70. A lei nº 8987 de 1995 autorizou a operação do setor privado nos serviços de água e esgoto.

Neste período começam a ser implementadas as agências reguladoras, embora a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico tenha sido criada apenas no ano 2000, algumas agências infra-nacionais já existem desde 1997.

A presença de agência reguladoras infra-nacionais tem aumentado no setor de águas e esgotos. Como exposto por [Barbosa \(2012\)](#) nota-se uma grande heterogeneidade entre as agências reguladoras brasileiras, elas se diferenciam por alcance (quantidade de municípios de atuação), especificidade (regulação apenas do setor de águas e esgotos ou multissetorial) e tempo de atuação (algumas agências são recém criadas e emitiram poucas ou nenhuma normas). Nota-se que a transição entre estado provedor e estado regulador não está completa, uma vez que cerca da metade dos municípios não contam com a regulação de uma agência infra-nacional.

Assim, procura-se colaborar com a compreensão do atual estágio de desenvolvimento do ambiente regulatório do país e apontar aspectos e práticas por parte de agência reguladoras que propiciam ganhos de eficiência para o setor de água e esgoto. Na seção 2 será abordada a revisão de literatura. A apresentação dos dados e do método está na seção 3. A seção 4 traz os resultados estimados e a seção 5 conclui o trabalho.

2 Revisão de Literatura

Em [Scriptore e Júnior \(2012\)](#) os autores estudam o desempenho de provedores públicos e privados de serviços de saneamento básico no Brasil, uma vez que empresas públicas e privadas podem ter incentivos distintos. Foi utilizada uma abordagem de *cross-section* para uma amostra de 4.930 municípios brasileiros. O estudo não revelou evidências de superioridade de um grupo em relação a outro, embora os grupos tenham revelado superioridade em indicadores específicos.

O estudo de [Junior e Paganini \(2009\)](#) compara os aspectos conceituais da prestação de serviços de água e esgoto com a de outros setores da indústria no Brasil. Um dos principais impasses para a regulação no setor de saneamento básico no Brasil é a indefinição da titularidade dos serviços nos sistemas integrados e nas regiões metropolitanas. ([JUNIOR; PAGANINI, 2009](#)).

Embora grande parte da população no Brasil seja atendida por empresas estatais ([MARQUES, 2010](#)) adverte que a regulação por meio do governo não seja a mais indicada. [Neto \(2005\)](#) argumenta que os interesses das empresas e de seus controladores não necessariamente representam o interesse público, não existe divisão de papéis entre regulador e regulado e por ser a regulação tipicamente estatal, há incompatibilidade com o regime jurídico das empresas.

A regulação do setor de saneamento básico no Brasil deve enfatizar a divisão de

atribuições entre o poder concedente e o regulador e, além disso, é mais complexa devido ao fato de regulador e regulado pertencerem ao mesmo ente federado. (JUNIOR; PAGANINI, 2009)

Junior e Paganini (2009) entende que a atividade de regulação é relevante para a aplicação da lei no setor de saneamento e fundamental para o desenvolvimento do setor. A regulação deve respeitar particularidades locais e regionais e deve ser aplicada tanto para empresas públicas quanto para empresas privadas.

Segundo Gasmi, Um e Virto (2009) duas abordagens têm sido utilizadas para estudar os determinantes da performance do ambiente regulatório e seus resultados: a primeira abordagem é conceitual e analisa o papel das estruturas políticas e a segunda abordagem é mais empírica, e enfatiza o impacto da qualidade regulatória.

Gasmi, Um e Virto (2009) analisou a performance da regulação por meio do nível do produto (ex: cobertura de rede), eficiência (ex: rede por empregado) e preço. A análise empírica não mostrou forte relação entre qualidade das instituições e a performance da regulação em países desenvolvidos, mas encontrou um efeito maior entre esses dois componentes para países em desenvolvimento, ou seja, em países em desenvolvimento a qualidade das instituições conduz a uma melhor performance regulatória.

Os resultados encontrados na literatura estão em linha com as afirmações de Laffont et al. (2005) e Estache, Goicoechea e Trujillo (2009) para países em desenvolvimento, isto é, há pouca evidência empírica positiva para os efeitos da regulação e das reformas regulatórias no desempenho de setores regulados.

Para o Brasil, Barbosa (2012) analisa o efeito da estrutura regulatória por meio dos efeitos da experiência da agência reguladora, do alcance da agência e do modelo de regulação no desempenho dos operadores de serviço público de água e esgoto. Entre os principais resultados encontrados destaca-se: ausência de influência da experiência da agência reguladora no desempenho dos provedores, ausência de influência do alcance da agência reguladora, ausência de influência na especialização da agência reguladora e os modelos de regulação baseados na taxa de retorno e híbridos proporcionam melhores incentivos no desempenho das provedoras.

O artigo de Carvalho e Sampaio (2015) compara os *scores* de eficiência entre os provedores regulados e não regulados no Brasil, os dados abrangem 32 provedores de serviços e 23 autoridades regulatórias. O estudo utiliza-se de 3 metodologias sendo elas: DEA, Malmquist Index e Análise documental das normas regulatórias.

Estudos mais recentes tem evidenciado a importância do ambiente institucional no desempenho de serviços regulados. Dentre esses estudos destaca-se o artigo de Soroush et al. (2021), o artigo analisa como a qualidade das instituições regionais impactam o desempenho de 108 provedores de distribuição de energia elétrica em 15 regiões na Itália

entre os anos de 2011 e 2015. Utiliza-se como variáveis explicativas fatores como: custo do trabalho, custo do capital, controle da corrupção, *voice* e *accountability, rule of law*, eficiência governamental, características geográficas como a presença de montanhas, região do país (Norte, Sul e Centro) e natureza jurídica do provedor (público ou privado)

3 Dados e Método

3.1 Dados

Os dados utilizados neste estudo foram obtidos por meio do SNIS, IBGE, Ipeadata, Agências Reguladoras Infra-Nacionais e Associação Brasileira de Agências de Regulação - ABAR.

Os dados referentes a ABAR utilizados são relativos a 10^o edição da Pesquisa ABAR realizada em 2020 e que consolida dados do ano de 2019. Um total de 30 agências reguladoras participaram da pesquisa promovida pela ABAR.

Optou-se por utilizar três características como *proxies* de qualidade institucional das agências reguladoras: transparência, cooperação técnica e relação de concursados. Uma vez que características institucionais são persistentes no tempo e dado o pequeno período amostral de 5 anos, utilizou-se os dados referentes à 2019 para todo o período. Com isso, assume-se que no caso de uma mudança institucional, por exemplo, aumento nos convênios de cooperação técnica, os efeitos só serão percebidos em períodos mais longos.

Na tabela 1 apresenta-se as perguntas realizadas pela pesquisa ABAR que foram utilizadas para elaboração de um índice de transparência. As agências reguladoras responderam sete perguntas a respeito de realização de sessões públicas, publicação na internet, satisfação do usuário e existência de conselhos de saneamento onde atuam. As respostas dadas pelas agências reguladoras participantes da pesquisa foram sim ou não. Atribui-se o valor de 1 (um) quando a resposta foi sim e 0 (zero) quando a resposta foi não, então a média simples das respostas resultou no índice de transparência.

Tabela 1 – Características Operacionais da Agência e existência de Conselhos

Pergunta	Resposta
V1 - Realiza sessões públicas?	0=Não,1=Sim
V2 -Decisões são publicadas na internet?	0=Não,1=Sim
V3 -Relatórios de fiscalização na internet?	0=Não,1=Sim
V4 -Há pesquisa de satisfação do usuário	0=Não,1=Sim
V5 -Conselho Estadual ou Municipal de Saneamento	0=Não,1=Sim
V6 -Conselho Externo de gestão da agência	0=Não,1=Sim
V7 -Conselho de usuários dos serviços	0=Não,1=Sim
Transparência= Média(V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7)	

O índice de cooperação técnica (tabela 2) foi obtido de forma similar ao índice de

transparência. Considerou-se um conjunto de perguntas sobre a existência de convênios de cooperação técnica com diferentes instituições.

Tabela 2 – Convênios/Cooperação Técnica para Regulação

Item:	Resposta
V8 - Ministério Público - V1	0=Não,1=Sim
V9 - Universidades	0=Não,1=Sim
V10 - Poder Executivo	0=Não,1=Sim
V11 - Associação de usuários	0=Não,1=Sim
V12 - Associação de municípios	0=Não,1=Sim
V13 - Agencias reguladoras	0=Não,1=Sim
V14 - Instituições internacionais	0=Não,1=Sim
V15 - Outros	0=Não,1=Sim
V16 - Realiza coordenação com outras agências regularmente?	0=Não,1=Sim
CoopTécnica = Média(V8, V9, V10, V11, V12, V13, V14, V15, V16)	

No âmbito de explorar aspectos da autonomia das agências reguladoras selecionou-se a relação de funcionários de nível superior concursados em relação ao total de funcionários de nível superior, tabela 3.

Tabela 3 – Situação funcional de pessoal de nível superior

V17 - Concursados	Quantidade de pessoal de nível superior concursado
V18 - Total	Quantidade total de pessoal de nível superior
%Concursados = Concursados/Total	

Com o dados advindos da Pesquisa da ABAR de 2020 criou-se, ainda, duas "dummies" em relação ao critério de seleção de dirigente. Se o dirigente é indicado pelo executivo a *dummy* "IndicExec" é igual a 1, caso contrário igual a zero. Se o dirigente é indicado pelo executivo com sabatina pelo legislativo a *dummy* "IndicExecLeg" é igual 1 e zero caso contrário. Estas *dummies* são indicadores do grau autonomia por parte da agência reguladora em relação ao chefe do executivo ao qual ela é subordinada. A referência são outros critérios de seleção, por exemplo: assembleia de municípios ou eleição de conselho.

Como insumo considerou-se o OPEX, que é a soma dos custos operacionais com pessoal, produtos químicos, terceiros e energia elétrica além de outras despesas. O OPEX também é a variável dependente do modelo. Todas as variáveis financeiras foram calculadas em termos de valores de 2020 utilizando o IPCA para correção.

As variáveis relacionadas aos produtos (output) foram escolhidas como *proxies* de acesso e qualidade: número de ligações de água, índice de cobertura de água, índice de cobertura de esgoto e índice de perdas (produto indesejado).

A variável de acesso mais utilizada pela literatura refere-se a quantidades absolutas, como o volume de água produzido e a quantidade de ligações de água. [Cetrulo et al.](#)

(2020) também introduzem a cobertura do serviço de água, os autores argumentam sobre a importância de se considerar o direito humano a água. Também consideraram a cobertura do serviço Lin (2005) e Singh, Upadhyay e Mittal (2010).

Variáveis *dummy* foram inseridas para diferenciar a abrangência da agência reguladora. A recém criação de diversas agências reguladoras infra-nacionais propiciam um ambiente regulatório diverso, pretende-se observar se existe diferença significativa na abrangência (estadual, municipal ou intermunicipal) das agências reguladoras.

A abrangência da agência reguladora infra-nacional ou a quantidade de municípios nos quais esta atua é uma *proxy* para a capacidade regulatória tal qual descrito por Laffont et al. (2005), isto é, agências reguladoras infra-nacionais com menos recursos possuem maiores dificuldades em adquirir mão de obra qualificada, fator este que aumenta o problema de assimetria de informação na relação de regulação.

Também foi incluída uma *dummy* para agência reguladora específica do setor de água e esgoto. As informações a respeito da especificidade ou atuação multissetorial foram obtidos por meio do site de cada agência reguladora e Pesquisa ABAR. A lista das agências reguladoras foi obtida por meio do site da Agência Nacional de Águas - ANA e os municípios foram considerados regulados uma vez que são conveniados a agência reguladora e só são considerados regulados a partir da data de criação da agência reguladora.

De acordo com Laffont et al. (2005), países menores e de menor renda tem optado por agência multissetoriais ao invés de agências especializadas, Laffont et al. (2005) consideram que essa escolha é racional em países pequenos uma vez que duplicação dos custos em se manter diversas agências não compensa os benefícios de uma regulação focalizada. No Brasil existem agências reguladoras infra-nacionais especializadas e multissetoriais.

Os prestadores de serviços foram divididos em três tipos de acordo com sua natureza jurídica e características corporativas: empresas privadas, empresa mista de capital aberto e pública. No grupo "empresa mista de capital aberto" estão as três empresas mistas brasileiras com ações na bolsa de valores: SABESP, COPASA e SANEPAR. O grupo "pública" compreende as empresas mistas de administração pública de capital fechado, autarquias, administração pública direta e empresas públicas.

Na tabela 5 observamos as relações entre abrangência do regulador e tipos de prestador de serviço. Observa-se que três grupos se destacam: prestador público sem regulação, prestador público com regulação estadual e empresa mista de capital aberto com regulação estadual. A maior parte das empresas que não possuem regulação são do tipo públicas.

Em uma inspeção preliminar dos dados foram verificadas diversas inconsistências como índice de perdas de água maiores que 100% e valores de custos negativos. Nestes casos foram aplicados filtros na base de dados de forma a excluir observações inconsistentes

Tabela 4 – Variáveis

Variável	Fonte	Significado
Variável Endógena		
OPEX (R\$)	SNIS: FN015	Custo total
Produtos		
Ligações (Unidades)	SNIS: AG002	Número de ligações ativas de água
Cobertura de Água (%)	SNIS: IN023	Índice de atendimento de água
Cobertura de Esgoto (%)	SNIS: ES026/POP_URB	Índice de atendimento de esgoto
Índice de Perdas (%)	SNIS: 1/IN013	Índice de perdas faturamento
Preços de Insumos		
P_1 (R\$)	SNIS:FN010/FN026	Custo por funcionário
P_2 (R\$)	SNIS: FN013/AG028	Custo de energia elétrica
Característica urbana		
Densidade (Ligações/km)	SNIS:AG002/AG005	Ligações por extensão de rede de água
Institucional		
Emp_Privada (DUMMY)	SNIS: Natureza Jurídica	1 = Empresa privada
CapAberto (DUMMY)	SNIS: Natureza Jurídica	1 = Empresa mista de capital aberto
AguaEsgoto (DUMMY)	SNIS: Tipo de serviço	1 = Mesmo prestador água/esgoto
Municipal (DUMMY)	ANA	1= AR abrangência municipal
Estadual (DUMMY)	ANA	1= AR abrangência estadual
Intermunicipal (DUMMY)	ANA	1= AR abrangência intermunicipal
Norte (R\$)	SNIS	1=Norte
Sul (R\$)	SNIS	1=Sul
Centroeste (R\$)	SNIS	1=Centroeste
Nordeste (R\$)	SNIS	1=Nordeste
Aspectos institucionais das Agências Reguladoras		
Específico (DUMMY)	Agências reguladoras	1 = Especificidade da agência reguladora
Transparência	ABAR	Ver tabela 1
CoopTécnica	ABAR	Ver tabela 2
% Concursados	ABAR	Ver tabela 3
IndExec	ABAR	1=Indicação executivo
IndExecLeg	ABAR	1=Indicação executivo/legislativo

Tabela 5 – Abrangência do Regulador por Natureza Jurídica da Empresa

	Capital Aberto	Privada	Publica
Regulador Ausente	6,61%	1,71%	24,23%
Regulador Estadual	25,33%	1,57%	34,52%
Regulador Intermunicipal	0,09%	0,44%	4,82%
Regulador Municipal	0,00%	0,29%	0,34%

e *outliers*.

Após a aplicação destas rotinas o número total de observações ficou em 15.628 observações. Apesar dos filtros, cabe ressaltar que essas exclusões, assim como a falta de dados, provavelmente não são meramente aleatórios, uma vez que justamente as empresas mais ineficientes são aquelas que tem mais motivos para omitir seus dados e maior probabilidade de informá-los erroneamente. Neste caso, é de se esperar que a ineficiência

média do setor seja subestimada. A tabela 6 apresenta a estatística descritiva das variáveis utilizadas na estimação.

Tabela 6 – Estatística Descritiva

Statistic	N	Média	DP	Min	Max
OPEX por Ligação (R\$)	15.628	651,62	257,01	4,01	1.410,43
OPEX (mil R\$)	15.628	9.496	66.491	18	3.375.832
Ligações de água (Un.)	15.628	11.983,17	65.654,43	134	3.174.341
Cobertura de Esgoto (%)	15.628	36,88	41,91	0,00	100,00
Cobertura de Água (%)	15.628	92,85	15,29	0,00	100,00
P_1 (R\$)	15.628	127.783,20	69.828,02	7.745,92	337.199,80
P_2 (R\$)	15.628	629,44	246,97	0,38	1.996,82
Densidade (ligações/km)	15.628	78,97	37,52	4,13	358,77
Índice de Perda (R\$)	15.628	27,17	17,63	1,01	100,00
Consumo (l/hab.dia)	15.628	134,02	49,56	3,37	686,54
Determinantes da ineficiência					
Statistic	N	Média	DP	Min	Max
Emp_Privada	15.628	0,04	0,20	0	1
CapAberto	15.628	0,32	0,47	0	1
Publica	15.628	0,64	0,48	0	1
AguaEsgoto	15.628	0,43	0,49	0	1
Específico	15.628	0,27	0,45	0	1
Estadual	15.628	0,61	0,49	0	1
Municipal	15.628	0,01	0,08	0	1
Intermunicipal	15.628	0,05	0,23	0	1
Reg_ausente	15.628	0,32	0,47	0	1
pib_pc (mil R\$)	15.628	15,90	15,36	2,66	425,86
Sudeste	15.628	0,35	0,48	0	1
Sul	15.628	0,22	0,42	0	1
Centroeste	15.628	0,11	0,31	0	1
Nordeste	15.628	0,27	0,44	0	1
Norte	15.628	0,05	0,22	0	1
Outros determinantes da ineficiência - Base ABAR					
Statistic	N	Média	DP	Min	Max
Transparência	8.810	0,55	0,30	0,00	1,00
Cooperação Técnica	8.810	0,51	0,17	0,00	1,00
% Concursados	8.810	0,37	0,25	0,00	0,89
Indicação do Executivo	8.810	0,19	0,39	0	1
Ind. do Exec. Sabatina legislativo	8.810	0,48	0,50	0	1
Outros	8.810	0,33	0,47	0	1

3.2 Método

Utiliza-se o método proposto por [Battese e Coelli \(1995\)](#) de análise de fronteira estocástica, com este método pretende-se responder as seguintes questões: Quais aspectos regulatórios incentivam o ganho de eficiência das empresas do setor de água e esgoto? Qual o efeito do desenho institucional propiciado pelo município no desempenho do prestador de serviços no setor de água e esgoto? Para tanto, utiliza-se uma base de dados em âmbito municipal. uma vez que o município no período de 2015 até 2019 é o titular do serviço. Assim, o município é considerado a Unidade Tomadora de Decisão (DMU - Decision Making Unit).

Como visto, os dados foram obtidos por meio do SNIS, ipeadata, IBGE, ANA, ABAR e Agências Reguladoras e estão em formato de painel não balanceado. De acordo com [Battese e Coelli \(1995\)](#), para especificação do modelo não é necessário os dados das N observações nos T períodos.

Parte dos estudos no tema aplicam métodos de análise de eficiência não-paramétricos (como a análise envoltória de dados, DEA) e paramétricos (como a análise estocástica de fronteira, SFA). Uma das vantagens do SFA em relação ao DEA é que o primeiro permite a recuperação dos coeficientes dos parâmetros ([PARMETER; KUMBHAKAR et al., 2014](#)), como queremos não apenas comparar a eficiência relativa de cada Município e sim o peso de cada fator na determinação dessa eficiência, o modelo SFA é mais adequado.

Modelos de eficiência ([COELLI et al., 2005](#)) relacionam a quantidade de insumos com a quantidade de produtos gerados nas DMU (Decision Making Units), que neste caso são os municípios brasileiros. O objetivo do método é identificar determinantes de ineficiências no setor de águas e esgotos, assumindo que as DMU são entidades minimizadoras de custos, então, a função de custo total pode ser escrita como:

$$TC = f(y, p, z, \beta) \quad (1)$$

Em que TC é o custo total da DMU, y representa o vetor de produtos, p é o vetor dos preços dos insumos, z é o vetor dos determinantes de ineficiência e β representa os parâmetros a serem estimados.

Considere o seguinte modelo estocástico de função de produção :

$$y_i = m(x_i; \beta) - \mu_i + v_i = m(x_i; \beta) + \epsilon_i \quad (2)$$

Nota-se que sua diferença principal em relação a função de produção padrão é a presença de dois termos de erro distintos no modelo. Os termos y_i e x_i são os vetores de produto e insumo, respectivamente. O termo μ_i captura a ineficiência, deficit da produção

máxima ditada pela função produção, $m(x_i; \beta)$. Por sua vez v_i captura a influência de fatores fora do controle do produtor.

Pitt e Lee (1981) e Schmidt e Sickles (1984) aplicaram modelos SFA aos dados em painel para interpretar efeitos aleatórios e fixos como ineficiência. Esses modelos, no entanto, consideram o termo de ineficiência não variando no tempo o que pode ser considerado não realista. Assim, Kumbhakar (1990) e Battese e Coelli (1992) propuseram modelos que permitem a variação dos termos de ineficiência no tempo.

Para estimar a relação entre ineficiência e possíveis determinantes diversos modelos foram elaborados, Reifschneider e Stevenson (1991) introduziram o termo variáveis explicativas de ineficiência, a literatura refere-se atualmente a este termo como determinantes da ineficiência ou variáveis z (PARMETER; KUMBHAKAR et al., 2014).

De acordo com (SOROUSH et al., 2021) os determinantes de ineficiência podem ser introduzidos em modelo de SFA por meio da média pré-truncada (BATTESE; COELLI, 1995), pela variância pré truncada (REIFSCHNEIDER; STEVENSON, 1991) do termo de ineficiência e pela propriedade de escala (WANG; SCHMIDT, 2002).

No modelo SFA com heterocedasticidade (REIFSCHNEIDER; STEVENSON, 1991) a forma geral da fronteira estocástica de custo é a seguinte:

$$\ln TC_{it} = \ln f(y_{it}, x_{it}, \beta) + \nu_{it} + \mu_{it} \quad (3)$$

Em que ν é um termo de erro que segue uma distribuição normal e μ é o termo de ineficiência. Este termo pode ter diversas distribuições como a exponencial ou a normal-truncada. A especificação do modelo utilizando uma função Translog é a seguinte:

$$\begin{aligned} \log(CT) = & \alpha + \beta \log(y) + \sum_{M=1}^{m=1} \gamma_m \log(w_m) + \sum_{L=1}^{l=1} \theta_m \log(z_l) + \frac{1}{2} \beta_{yy} \log(y)^2 + \\ & \frac{1}{2} \sum_{M=1}^{i=1} \sum_{M=1}^{j=1} \gamma_{ij} \log(p_i) \log(p_j) + \frac{1}{2} \sum_{L=1}^{i=1} \sum_{L=1}^{j=1} \theta_{ij} \log(z_i) \log(z_j) + \sum_{M=1}^{m=1} \gamma_{ym} \log(y) \log(p_m) + \\ & \sum_{L=1}^{l=1} \theta_{yl} \log(y) \log(z_l) + \sum_{M=1}^{i=1} \sum_{M=1}^{l=1} \eta_{ij} \log(w_m) \log(z_l) + \sum_{D=1}^{d=1} \delta_{ij} D_d + \nu_{it} + \mu_{it} \end{aligned}$$

De acordo com Battese e Coelli (1995) a eficiência técnica, μ_{it} , pode ser especificada da seguinte forma:

$$\mu_{it} = z_{it} \delta + w_{it} \quad (4)$$

Em que a variável aleatória, w_{it} é definida pela distribuição normal-truncada com média zero e variância, σ^2 , tal que o ponto de truncagem é $-z_{it} \delta$, ou seja, $w_{it} \geq -z_{it} \delta$

Utiliza-se neste trabalho o método proposto por Battese e Coelli (1995)¹.

¹ A estimação também foi realizada para o método de Wang e Schmidt (2002) com propriedade de escala, no entanto não houve convergência do modelo, de acordo com Soroush et al. (2021) a escolha final do modelo depende fortemente das características dos dados.

4 Resultados

Na tabela 7 é apresentado os resultados da estimação da fronteira de custo seguindo a abordagem de Battese e Coelli (1995). Os modelos 1 e 2 (ECF - Error Components Frontier) não consideram o vetor z de determinantes da ineficiência, como em Battese e Coelli (1992). Como formas funcionais experimentou-se as funções dos tipos Cobb-Douglas e Translog. Determinou-se por meio do Teste LR que a forma funcional da Translog é a mais adequada para descrever a função custo proposta, o mesmo ocorreu em Soroush et al. (2021) e Ferro et al. (2014). Para a estimação dos modelos 3 e 4 utilizou-se o método de Battese e Coelli (1995), conhecido como EEF (Efficiency Effects Frontier), que incorpora os determinantes de ineficiência.

Os modelos 1,2 e 3 foram estimados utilizando-se toda a base de dados explanada na seção 3. O modelo 4 utiliza uma sub-amostra que considera apenas os municípios que são atendidos por regulador que respondeu à pesquisa da ABAR no ano de 2020.

Nos modelo 1 e 2, os coeficientes dos três produtos e dos dois preços de insumos considerados são significativos. Nos modelos 1, 2 e 3 o coeficiente de cobertura de água é negativo, isto é, quanto maior a cobertura de água, mais eficiente (menor o custo) é o Município. No modelo 4 não foi encontrada significância para cobertura de água, com exceção dos coeficientes de interações com outras variáveis.

O coeficiente de densidade é negativo e significativo no modelo 1, o que indica ganho de eficiência com o aumento da densidade de acordo com o previsto pela teoria. Nos modelos 2, 3 e 4 o coeficiente de Densidade muda de sinal, no entanto diversas interações entre outros termos e Densidade possui coeficiente negativo, inclusive a forma quadrática de Densidade.

O coeficiente do índice de perdas positivo (modelos 1 e 2) indica que um aumento nas perdas está relacionado com um menor custo de operação, nos modelos 3 e 4 com os determinantes de ineficiência o coeficiente do índice de perdas não foi significativo.

Na tabela 8 são apresentados os determinantes de ineficiência dos modelos 3 e 4. Percebe-se no modelo 3 que municípios com presença de empresas mistas de capital aberto são mais eficientes que municípios com empresas de capital privado, e ambas são mais eficientes que empresas do tipo pública (autarquia, administração pública direta, empresa pública e empresa mista com administração pública de capital fechado). No modelo 4, não foi encontrado significância para empresas privadas, no entanto, empresas mistas de capital aberta foram mais eficientes que empresas do tipo pública.

Com relação ao mesmo prestador de serviços para os serviços de água e esgoto, o modelo 3 indica ganho de eficiência, o que está em linha com o esperado. Já para o modelo 4 com a sub-amostra da ABAR o sinal encontrado foi positivo. O PIB per capita foi positivo em ambos os modelos, municípios mais ricos tendem a ter menor eficiência.

Tabela 7 – Estimação dos Parâmetros

	ECF		EEF	
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4 (ABAR)
	Cobb-Douglas	Translog	Translog	Translog
	Coef.	Coef.	Coef.	Coef.
Intercepto	1,485***	-8,498***	-16,694***	-11,251***
Ligacoes	1,004***	0,366***	0,747***	0,922***
CobEsgoto	0,051***	0,066.	-0,201***	-0,182**
CobAgua	-0,029***	-0,394**	-0,69***	0,181
P_1	0,32***	2,011***	3,12***	2,174***
P_2	0,118***	0,77***	0,8***	0,062
Densidade	-0,019**	1,171***	1,557***	1,297***
IndicePerda	0,016***	0,249***	0,03	-0,019
1/2*Ligacoes^2		0,058***	0,046***	0,04***
1/2*CobEsgoto^2		-0,008,	0,001	0,046***
1/2*CobAgua^2		-0,032***	-0,039***	0,013
1/2*P_1^2		-0,126***	-0,221***	-0,15***
1/2*P_2^2		0,024***	0,007	-0,013*
1/2*Densidade^2		-0,091***	-0,091***	-0,015
1/2*IndicePerda^2		-0,028***	-0,006	-0,019*
Ligacoes*CobEsgoto		0,001	0,008***	0,009***
Ligacoes*P_1		0,016***	-0,006	-0,009
Ligacoes*P_2		0	-0,001	0,001
Ligacoes*Densidade		-0,037***	-0,056***	-0,067***
Ligacoes*IndicePerda		-0,004	-0,014***	-0,002
Ligacoes*CobAgua		0,022***	0,023***	0,012.
CobEsgoto*P_1		0	0,019***	0,001
CobEsgoto*P_2		-0,001	0,005*	0,006*
CobEsgoto*Densidade		0,011***	0,012***	0,009*
CobEsgoto*IndicePerda		0,003,	0,015***	0,001
CobEsgoto*CobAgua		-0,009*	-0,009*	-0,008
P_1*P_2		-0,056***	-0,041***	0,019
P_1*Densidade		-0,038***	-0,054***	-0,073***
P_1*IndicePerda		-0,015***	0,003	-0,016.
P_1*CobAgua		0,019*	0,056***	-0,006
P_2*Densidade		-0,05***	-0,051***	0,007
P_2*IndicePerda		-0,015***	-0,015*	0,017*
P_2*CobAgua		0,003	-0,02.	-0,034**
Densidade*IndicePerda		-0,02***	0,006	0,001
Densidade*CobAgua		0,022*	0,034*	0,007
CobAgua*IndicePerda		0,014*	0,01	0,01
sigmaSq	0,495***	0,436***	0,106***	0,073***
gamma	0,943***	0,939***	0,284***	0,214
time	-0,015***	-0,014***		
			Continua tabela 8	Continua tabela 8
N	15.628	15.628	15.628	8.810,00
Log likelihood	-92,5	451,6	-3.426,38	-942,73
Teste LR χ^2	11.461	451,6	3.241,7	2.130,4
Graus de Liberdade	11	39	51	52
Pr(>chisq)	0	0	0	0

Nota:

(.)p<0,01; (*)p<0,05; (**)p<0,01; (***)p<0,001

Em relação aos reguladores, o coeficiente para a abrangência do regulador é significativo com as três *dummies* testadas. Nota-se que a presença de regulação afeta negativamente a eficiência dos prestadores de serviços. Reguladores com abrangência estadual são os que menos contribuem para ineficiência, seguidos dos reguladores de abrangência municipal. Reguladores específicos são mais eficientes que reguladores multissetoriais.

Os fatores que contribuem para que a agência reguladora crie os mecanismos necessários para os ganhos de eficiência são explorados no modelo 4. O coeficiente de Transparência não se mostrou significativo para explicar a ineficiência.

O resultado do modelo 4 mostra que os convênios de cooperação técnica possuem coeficiente significativo e contribuem para o ganho de eficiência das agências reguladoras. Dessa forma, as agências reguladoras deveriam aumentar a colaboração com demais instituições como ministério público, universidades, poder executivo, instituições internacionais, outras agências reguladoras e associações. Este é um resultado que evidencia os resultados alcançados quando as meso-instituições atuam para transformar em ação as diretrizes estabelecidas pelas macro instituições.

Ao estabelecer cooperação técnica com demais entidades com interesses no setor de água e esgoto, as agências reguladoras aumentam as conexões entre as instituições, criando incentivos que geram um resultado mais socialmente desejado. Um convênio estabelecido com outra instituição não se limita a beneficiar apenas a agência reguladora, mas também colabora para que as demais instituições abordem o assunto sob distintas perspectivas, criando benefícios também para as demais instituições.

Uma vez que as demais instituições também fazem parte do arcabouço institucional que gera os incentivos nos quais os prestadores de serviços vão agir, podemos inferir que o estabelecimento de convênios de cooperação técnica tem um efeito multiplicador positivo no desenho institucional do setor de água e esgoto.

O coeficiente de %Concursados apresentou significância e o sinal do seu coeficiente foi positivo. O que pode ser um indicativo que o tipo de autonomia necessária para melhorar o desempenho das agências reguladoras em obter ganhos de eficiência não deve ser via funcionários concursados.

A *dummies* IndExec não foi significativa e a dummy IndExecLeg foi significativa com sinal positivo, ou seja, contribuindo para a ineficiência. Assim, outros critérios para indicação do dirigente da agência reguladora contribuem mais positivamente para ganhos de eficiência do que a indicação pelo executivo com sabatina pelo legislativo.

A eficiência média dos modelos poder encontrada na tabela 9. O modelo 3 que é também o mais completo é o único que apresenta ganhos de eficiência no período estudado.

Tabela 8 – Determinantes da Ineficiência

EEF (TRANSLOG)		
	Modelo 3	Modelo 4 (ABAR)
	Coef.	Coef.
Z_Intercepto	0,101***	0,771
Z_Emp_Privada	-0,158***	0,036
Z_CapAberto	-1,174***	-0,121***
Z_AguaEsgoto	-0,243***	0,043***
Z_PIB_pc	0,055***	0,049***
Z_Específico	-0,147***	
Z_RegMunicipal	0,267***	
Z_RegEstadual	0,123***	
Z_RegIntermunicipal	0,343***	
Z_Transparência		0,043
Z_CoopTécnica		-0,126**
Z_%Concursados		0,07*
Z_IndExec		-0,018
Z_IndExecLeg		0,097***
Z_Norte	0,137***	0,071
Z_Sul	0,286***	0,286***
Z_Centroeste	0,015	0,13***
Z_Nordeste	-0,079***	-0,02

Note: (.)p<0,01; (*)p<0,05; (**)p<0,01; (***)p<0,001

Tabela 9 – Eficiência média

	2015	2016	2017	2018	2019	Eficiência Média
Modelo 1	60,30%	59,33%	58,40%	57,82%	57,92%	58,98%
Modelo 2	62,26%	61,35%	60,50%	60,06%	60,33%	61,08%
Modelo 3	81,43%	81,61%	81,67%	82,49%	83,90%	81,99%
Modelo 4	38,62%	38,46%	38,25%	38,15%	37,47%	38,27%

5 Conclusão

Este estudo analisa a indústria de serviços de água e esgoto adotando as premissas da economia institucionalista. De acordo com [North \(1991\)](#), instituições são as "regras do jogo", mecanismos que moldam as relações humanas e criam os incentivos que podem gerar desenvolvimento econômico.

[Acemoglu, Robinson et al. \(2008\)](#) destaca que as pesquisas sobre instituições tem se concentrado em entender quais características institucionais em específico são as responsáveis pelo crescimento econômico. De acordo com [Soroush et al. \(2021\)](#), enquanto o papel das instituições tem sido amplamente estudado como fator de desenvolvimento econômico, poucos estudos se dedicam a estabelecer a relação entre instituições e setores específicos, particularmente setores regulados com indústrias de rede ativas, como é o caso do setor de água e esgoto.

Os trabalhos de [Laffont et al. \(2005\)](#) e [Ménard \(2017\)](#) introduziram conceitos relacionados as instituições no setor de água e esgoto. [Laffont et al. \(2005\)](#) chama a atenção para as fraquezas institucionais como restrições não negligenciáveis em países em desenvolvimento. [Ménard \(2017\)](#) apresenta o conceito de meso instituições e como estas são capazes de interpretar as normas e regras estabelecidas pelas macro instituições e criar os mecanismos de incentivos que moldam a ação dos prestadores de serviços.

Os dados utilizados foram do período 2015-2019 para todos municípios do Brasil com dados disponíveis no SNIS. Utilizou-se o método de análise de fronteira estocástica tal qual elaborado por [Battese e Coelli \(1995\)](#) de forma que foi possível estimar os determinantes da ineficiência do setor de água e esgoto. Dentre os principais resultados encontrados destaca-se que empresas mistas de capital aberto são mais eficientes que empresas privadas, e ambas são mais eficientes que autarquias, empresas públicas, administração pública direta e empresas públicas. Observa-se que a presença de reguladores infra-nacionais piora a eficiência dos prestadores de serviços.

No entanto, ao utilizar sub-amostra com dados da Associação Brasileira das Agências Reguladoras - ABAR nota-se que algumas praticas por parte das agências reguladoras aumentam a eficiência das empresas prestadoras de serviços. O estabelecimento de convênios de cooperação técnica entre a agência reguladora e demais instituições como o ministério público, universidades, poder executivo, outras agências reguladoras e associações aumentam a eficiência dos prestadores de serviços.

O resultado encontrado mostra, tal qual previsto pela teoria, que o desenho institucional é um importante determinante da eficiência das prestadoras de serviço. Sendo que é possível afirmar que o estabelecimento de convênios entre as agências reguladoras e demais instituições contribuem para que o arcabouço institucional crie os incentivos necessários capazes de aumentar a eficiência das empresas.

Referências

- ACEMOGLU, D.; JOHNSON, S.; ROBINSON, J. A. Reversal of fortune: Geography and institutions in the making of the modern world income distribution. *The Quarterly journal of economics*, MIT Press, v. 117, n. 4, p. 1231–1294, 2002.
- ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. et al. *The role of institutions in growth and development*. [S.l.]: World Bank Washington DC, 2008. v. 10.
- BANERJEE, A.; IYER, L. History, institutions, and economic performance: The legacy of colonial land tenure systems in india. *American economic review*, v. 95, n. 4, p. 1190–1213, 2005.
- BARBOSA, A. Regulação econômica 2º lugar: Pode a regulação econômica melhorar o desempenho econômico-financeiro e a universalização dos serviços de águas e esgotos no brasil? Esaf, 2012.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in india. *Journal of productivity analysis*, Springer, v. 3, n. 1, p. 153–169, 1992.
- BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. *Empirical economics*, Springer, v. 20, n. 2, p. 325–332, 1995.
- CARVALHO, A. E. C.; SAMPAIO, L. M. B. Paths to universalize water and sewage services in brazil: The role of regulatory authorities in promoting efficient service. *Utilities Policy*, Elsevier, v. 34, p. 1–10, 2015.
- CETRULO, T. B. et al. Water utilities performance analysis in developing countries: on an adequate model for universal access. *Journal of environmental management*, Elsevier, v. 268, p. 110662, 2020.
- COELLI, T. J. et al. *An introduction to efficiency and productivity analysis*. [S.l.]: springer science & business media, 2005.
- ESTACHE, A.; GOICOECHEA, A.; TRUJILLO, L. Utilities reforms and corruption in developing countries. *Utilities policy*, Elsevier, v. 17, n. 2, p. 191–202, 2009.
- ESTACHE, A.; WREN-LEWIS, L. Toward a theory of regulation for developing countries: Following jean-jacques laffont’s lead. *Journal of Economic Literature*, v. 47, n. 3, p. 729–70, 2009.
- FERRO, G. et al. Efficiency in brazil’s water and sanitation sector and its relationship with regional provision, property and the independence of operators. *Utilities Policy*, Elsevier, v. 28, p. 42–51, 2014.
- GASMI, F.; UM, P. N.; VIRTO, L. R. Political accountability and regulatory performance in infrastructure industries: an empirical analysis. *The World Bank Economic Review*, Oxford University Press, v. 23, n. 3, p. 509–531, 2009.

- HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The quarterly journal of economics*, MIT Press, v. 114, n. 1, p. 83–116, 1999.
- JUNIOR, A. d. C. G.; PAGANINI, W. d. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, SciELO Brasil, v. 14, n. 1, p. 79–88, 2009.
- KUMBHAKAR, S. C. Production frontiers, panel data, and time-varying technical inefficiency. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 46, n. 1-2, p. 201–211, 1990.
- LAFFONT, J.-J. et al. *Regulation and development*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2005.
- LAGERLÖF, N.-P. Geography, institutions and growth: The united states as a microcosm. 2005.
- LIN, C. Service quality and prospects for benchmarking: evidence from the peru water sector. *Utilities Policy*, Elsevier, v. 13, n. 3, p. 230–239, 2005.
- MARQUES, R. C. *Regulation of water and wastewater services*. [S.l.]: IWA publishing, 2010.
- MÉNARD, C. Meso-institutions: The variety of regulatory arrangements in the water sector. *Utilities Policy*, Elsevier, v. 49, p. 6–19, 2017.
- NETO, F. d. A. M. A nova regulamentação dos serviços públicos. *Revista eletrônica de direito administrativo e econômico*, 2005.
- NORTH, D. C. Institutions. *Journal of economic perspectives*, v. 5, n. 1, p. 97–112, 1991.
- PARMETER, C. F.; KUMBHAKAR, S. et al. *Efficiency analysis: a primer on recent advances*. [S.l.]: Now, 2014.
- PITT, M. M.; LEE, L.-F. The measurement and sources of technical inefficiency in the indonesian weaving industry. *Journal of development economics*, Elsevier, v. 9, n. 1, p. 43–64, 1981.
- REIFSCHNEIDER, D.; STEVENSON, R. Systematic departures from the frontier: a framework for the analysis of firm inefficiency. *International economic review*, JSTOR, p. 715–723, 1991.
- SCHMIDT, P.; SICKLES, R. C. Production frontiers and panel data. *Journal of Business & Economic Statistics*, Taylor & Francis, v. 2, n. 4, p. 367–374, 1984.
- SCRIPTORE, J. S.; JÚNIOR, R. T. A estrutura de provisão dos serviços de saneamento básico no brasil: uma análise comparativa do desempenho dos provedores públicos e privados. *Revista de Administração Pública*, SciELO Brasil, v. 46, p. 1479–1504, 2012.
- SINGH, M. R.; UPADHYAY, V.; MITTAL, A. K. Addressing sustainability in benchmarking framework for indian urban water utilities. *Journal of Infrastructure Systems*, American Society of Civil Engineers, v. 16, n. 1, p. 81–92, 2010.
- SOROUSH, G. et al. Network utilities performance and institutional quality: Evidence from the italian electricity sector. *Energy economics*, Elsevier, v. 96, p. 105177, 2021.

WANG, H.-J.; SCHMIDT, P. One-step and two-step estimation of the effects of exogenous variables on technical efficiency levels. *journal of Productivity Analysis*, Springer, v. 18, n. 2, p. 129–144, 2002.