

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – CAMPOS ITABIRA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS PURAS E APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS - PROFÁGUA**

Dinilton Pereira Costa

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DEA NA ANÁLISE DE ASSIMETRIA NOS
SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO**

ITABIRA

2024

Dinilton Pereira Costa

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DEA NA ANÁLISE DE ASSIMETRIA NOS SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO

Documento apresentado à Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação - Mestrado profissional - em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área de concentração em Políticas Públicas para o Meio Ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Neves

ITABIRA

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ – CAMPOS ITABIRA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS PURAS E APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS
HÍDRICOS – PROFÁGUA

Dinilton Pereira Costa

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DEA NA ANÁLISE DE ASSIMETRIA NOS
SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO**

Dissertação apresentado à Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação - Mestrado profissional - em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, área de concentração em Políticas Públicas para o Meio Ambiente, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: ___/___/___

Professor Dr. Fernando Neves Lima

Professor Dr. Eduardo de Couto de Aguiar

Professor Dr. Luiz Cesar Ribas

Itabira

2024

A minha esposa, aos meus filhos, familiares, colegas de trabalho e de mestrado, aos meus orientadores e todos aqueles que sempre acreditaram em mim mesmo nos momentos mais difíceis, dedico.

Descanse no Senhor e aguarde por ele com paciência; não se aborreça
com o sucesso dos outros nem com aqueles que maquinam o mal.
Salmos 37:7 – Bíblia Sagrada

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	5
2.1 Objetivo geral.....	5
2.2 Objetivos específicos.....	5
3. REFERENCIAL TEÓRICO	6
3.1. Contextualização e conceituação da regulação dos serviços de Saneamento.....	6
3.2 Agências Reguladoras do Saneamento Básico no Brasil.....	8
3.3 Da Assimetria da Informação.....	10
3.4. Informações e Indicadores.....	12
3.5 Arcabouço Legal da Regulação de Saneamento Básico	13
3.6 Novo Marco Legal Saneamento Básico	14
3.7 Avaliação da eficiência na prestação de serviços de saneamento por meio de modelos DEA	16
4. METODOLOGIA	20
5. ESTUDOS DE CASO	23
5.1 Caracterização dos municípios.....	23
5.1.1 Januária.....	23
5.1.2 Pirapora.....	25
5.2 Análise da Cobertura dos serviços de saneamento nos Municípios.....	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	29
6.1 Dados de Análise sobre a Eficiência Januária	29
6.1.1 Abastecimento de água.....	29
6.1.2 Esgotamento sanitário.....	30
6.2 Dados de Análise sobre a Eficiência em Pirapora MG	30
6.2.1 Esgotamento sanitário.....	31

6.2.1.1 Acesso.....	31
6.2.1.2 Coleta x tratamento	32
6.2.2 Consumo e preço.....	32
6.3 Dados tabulados no DEA com o indicador de “índice de perdas”	39
6.3.1 Análise individualizada	45
6.4 Os resultados DEA comparando Januária X Pirapora em eficiência:	48
6.5 Impactos da assimetria na eficiência dos serviços	49
6.6 Impactos da assimetria nos resultados da regulação	50
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
8. REFERÊNCIAS.....	56

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ainda se encontra distante da universalização do saneamento básico, especialmente em relação ao fornecimento de água tratada e ao tratamento de esgoto. O déficit do setor de saneamento básico é elevado, sobretudo no que se refere ao esgotamento sanitário, com maior carência nas áreas periféricas dos centros urbanos e nas zonas rurais, onde se concentra a população mais pobre (AGÊNCIA SENADO, 2019).

De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (Brasil, 2020), 83,7% da população conta com atendimento dos serviços de abastecimento de água, sendo que as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste superam ou estão próximas a superar o índice de 90%. As regiões Norte e Nordeste apresentam atendimentos de 57,5% e 73,9%, respectivamente. Já a situação de atendimento com rede coletora de esgoto é bastante precária, atingindo 54,1% da população.

Alguns dos grandes desafios do setor, apontados por Anderáos (2021), advêm principalmente do arcabouço jurídico e institucional como, por exemplo, a falta de padronização e efetividade regulatória, a falta de concorrência e de atratividade para o setor privado e, conseqüentemente, a falta de investimentos.

Outros fatores, como a fragmentação de políticas públicas e a carência de instrumentos de regulamentação e regulação, podem ser distinguidos também como responsáveis pelo déficit dos serviços de água e esgoto no país (Nascimento; Heller, 2005) e pela insuficiência e má aplicação de recursos públicos.

Estudos realizados pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMAD), em parceria com o Banco de Desenvolvimento do Estado de Minas Gerais (BDMG) e com a Agência de Regulação de Saneamento do Estado de Minas Gerais (ARSAE), apontam que somente com a universalização de água e esgoto no Estado deverão ser investidos cerca de R\$ 19 bilhões em Minas Gerais (SEMAD, 2021) e o Estado tem prazo até o ano de 2023 de estabelecer o Novo Marco Regulatório do Saneamento (Lei Federal nº 14.026/2020), que determinou a obrigatoriedade da instituição pelos Estados das unidades regionais até julho do referido ano. Caso a medida não seja feita até a data limite, o Governo Federal fará a estruturação por meio de blocos regionais. Em Minas Gerais, as realidades são absolutamente distintas. Há prefeituras que já estão em nível avançado de resolução de problemas de saneamento, enquanto em outras cidades há muito a se fazer. A criação das unidades regionais de saneamento básico visa propor

uma união de esforços regionais na prestação de serviços, com viabilidade técnica, econômica e financeira, para garantir a universalização do saneamento a toda população (SEMAD, 2021).

A regulação deve ser realizada por órgãos com autonomia administrativa, econômica e financeira, como agências reguladoras instituídas. Essas devem combater falhas de mercado, assegurando a competitividade de setores da economia, diminuindo custos de transação inerentes à provisão de bens públicos, reduzindo assimetrias de informação entre agentes econômicos, combatendo externalidades negativas advindas das interações econômicas, universalizando serviços e promovendo interesses dos consumidores (COPETTI NETO; NERLING, 2017).

O atual cenário regulatório do setor de saneamento básico no Brasil caracteriza-se pela demanda por alta assimetria procedimental, material e organizacional (Marrara, 2020). O novo Marco regulatório do Saneamento Básico, que se instituiu com a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, promoveu uma ampla atualização dos normativos legais relacionados ao setor de saneamento básico brasileiro. Esse novo marco propõe uma reforma legislativa importante, com possíveis impactos na prestação dos serviços, visando grandes benefícios à população em termos de acesso e qualidade da prestação (BRASIL, 2020).

Neste entendimento, a regulação da atividade econômica tem o compromisso de não afetar negativamente a concorrência, ao contrário, prover pela manutenção daquela, porém de forma harmoniosa. Para que o regulador exerça uma regulação eficiente, buscando alcançar os objetivos de manutenção da prestação do serviço com qualidade e preço razoável e das condições de operação em ambiente competitivo, é necessária a existência de uma boa base de informações.

Por outro lado, a literatura sobre regulação econômica tem conferido especial atenção ao problema da assimetria de informações entre o órgão regulador e o ente regulado. Conforme examinado por Pinto Jr. e Pires (2000), a assimetria dificilmente é eliminada. Para que o regulador possa exercer uma regulação eficiente, defendendo o interesse público, é indispensável a existência de uma boa base de informação e um regime de incentivos que induza o ente regulado a fornecer informações necessárias. No que tange à regulação, o acesso à informação é importante, pois é por meio dela que os órgãos reguladores vão propor ações que visem estimular o ente regulado a operar de forma eficiente.

Analisando o que menciona o mesmo autor, entende-se que, quando a base de informações é deficiente, torna-se muito elevado o risco de captura regulatória. Algumas metas do Brasil dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS – até 2030 são de melhorar a

qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas; reduzir pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados; por fim, aumentar substancialmente o reciclo e o reuso seguro no local.

A regulação do setor, conforme o marco legal do saneamento básico (Brasil, 2020), deverá contribuir significativamente com o monitoramento, a fiscalização e o controle dos indicadores de metas, dentre as quais: a alteração da eficiência no uso da água ao longo do tempo; o nível de stress hídrico; a proporção das retiradas de água doce em relação ao total dos recursos de água doce disponíveis. Por esta razão, a assimetria da informação é parte fundamental para a análise de fiscalizações e controles, com o intuito de que sejam bem-sucedidos para o cumprimento de metas dos ODS, principalmente para corrigir “falhas de mercado”, que existem em regime de oligopólio ou monopólio. O monopólio se caracteriza pela atuação de uma ou poucas empresas de forma exclusiva em determinada atividade econômica, especificamente em relação aos serviços públicos.

Dessa forma, as informações desempenham um papel essencial na regulação do mercado, pois os prestadores de serviços públicos de saneamento básico, devem prestar informações a respeito das atividades que executam, conforme o cumprimento dos contratos, e ainda serem avaliados pela agência reguladora e pela sociedade, quanto à qualidade da sua prestação de serviços, segundo já regulamentado pela lei 11445/2007.

A eficiência da atuação do regulador depende da obtenção das informações relativas às atividades econômico-financeiras e operacionais das empresas reguladas. Quando há comprometimento no fornecimento das informações por parte do regulado, configura-se a assimetria de informação, termo encontrado na teoria econômica como uma falha de mercado, que deve ser combatida pela regulação, de acordo com Moraes (2017).

Pelo disposto, este trabalho é aderente a área de concentração “Regulação e Governança de Recursos Hídricos”, por contribuir na avaliação da atuação regulatória do Estado na gestão de recursos hídricos e avaliar os impactos da regulação nos serviços de saneamento. Ele está em concordância com a linha de pesquisa “Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos”, pois, a partir de seus resultados, será possível desenvolver pesquisas sobre metodologias, modelos, instrumentos legais e institucionais, aplicados de forma flexível e integrada e adaptados à realidade, possibilitando uma atuação regulatória mais efetiva do Estado.

De acordo com os ODS, não há sociedade igualitária e justa sem a atuação do mercado, das empresas e dos governos, conforme preconizado na Agenda 2030, proposta pela ONU, que consiste em um plano global para os países atingirem até 2030 um mundo melhor para todos os povos e nações. Os ODS têm 17 objetivos e 169 metas, criados para erradicar a pobreza e para promover vida digna a todos, dentro das condições que o planeta oferece, sem comprometer a qualidade de vida das próximas gerações, assegurando a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento até 2030 (UNESCO, 2015).

Diante desse contexto, indaga-se: é possível identificar critérios que permitam avaliar o nível de assimetria de informação a que os órgãos reguladores de saneamento básico no Brasil estão submetidos?

Destarte, o presente trabalho visa avaliar o nível de assimetria das informações fornecidas pelos entes regulados e prestadores de serviços de saneamento básico e enviados ao respectivo órgão de diretrizes de regulação, a Agência Nacional das Águas, ANA, dos municípios da região Alto Médio São Francisco, Pirapora e Januária, como comparativos sobre aspectos da assimetria da informação e dos critérios da regulação dos serviços de saneamento básico.

No que se refere à organização do trabalho, no primeiro tópico, introdução, é feita uma contextualização do tema, seguida da delimitação do problema, da apresentação do objetivo principal e dos específicos e, por fim, da justificativa.

No segundo, que trata do referencial teórico, abordam-se os temas pesquisados que serviram de base para esta dissertação, a saber: aspectos conceituais sobre a regulação, agências reguladoras, assimetria de informação, informações e indicadores, arcabouço legal e novo marco legal do saneamento básico. Optou-se por iniciar as análises pelo assunto “regulação”, pois ele é central para o problema da pesquisa, tendo em vista que a assimetria de informação ou assimetria informacional é fenômeno inerente à regulação.

Por outro lado, o contexto de pesquisa é o setor de regulação dos serviços de saneamento básico na esfera pública municipal, intermunicipal e estadual, o que torna o seu entendimento imprescindível ao estudo e ao conhecimento do arcabouço da regulação a que está submetido.

As agências reguladoras e a assimetria de informação foram discutidas no capítulo seguinte, considerando que fazem parte da regulação. Será explorado também o assunto “informação”, pois este é o objeto da assimetria estudada na pesquisa, logo seu conhecimento teórico não poderia ignorado.

Conforme Moraes (2017), a abordagem do tema relacionado aos indicadores pareceu propícia para ressaltar que o objetivo do trabalho é a proposição de critérios que possam servir para avaliação do nível de assimetria, de forma qualitativa, para expor todas as nuances e os contextos da atividade de regulação e de informação que podem levar a uma condição de informação assimétrica. Por outro lado, não é uma proposta de critérios que levem a quantificar a assimetria nos moldes das metodologias de construção de indicadores. Apesar de se reconhecer que poderia ser uma evolução natural do trabalho, não foi a opção de desenvolvimento desta pesquisa, portanto não deve ser ponto de discussão.

No terceiro tópico, é delineada a metodologia utilizada na pesquisa. No próximo, são apresentados os conceitos estudados de forma aplicada aos serviços de saneamento básico no Brasil. Assim, é traçado o panorama e, em seguida, é apresentada a regulação do setor nos dois municípios objetos deste estudo, a forma como disponibilizam as informações dos serviços de saneamento e, por último, os efeitos da assimetria no setor.

No quinto tópico é desenvolvida a proposta de critérios para a avaliação da assimetria de informação no setor, seguida das conclusões e das considerações finais.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar, sob a perspectiva da metodologia de análise envoltória de dados – DEA, quais os possíveis impactos da assimetria de informação na qualidade dos serviços de saneamento básico, bem como seus impactos na otimização de recursos hídricos.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar uma comparação entre municípios com gestões distintas em termos de saneamento;
- Utilizar a metodologia da análise envoltória de dados DEA para verificar se a mesma contribui para a mitigação da assimetria da informação;
- Analisar os impactos da assimetria da informação na regulação e seus impactos eficiência nos serviços de saneamento.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Contextualização e conceituação da regulação dos serviços de Saneamento

Por saneamento, entende-se um conjunto de ações integradas que envolvem as diferentes fases do ciclo da água, o que compreende: captação ou derivação da água, seu tratamento, adução e distribuição, esgotamento sanitário e efusão industrial (BARROSO, 2007).

De acordo com a Constituição Federal de 1988, o Estado Democrático de Direito brasileiro tem, entre seus fundamentos, a dignidade da pessoa humana e os valores sociais do trabalho e da livre iniciativa. Tais fundamentos estão insculpidos e preservados nos princípios da livre concorrência, da defesa do consumidor e da redução das desigualdades sociais, estabelecidos para a ordem econômica, essa, “fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social” (BRASIL, 1988).

Desta forma, o Estado, deixando o papel de provedor direto dos serviços públicos e interventor direto na ordem econômica, passou a ter a função de Estado Regulador, ou seja, a oferta de serviços públicos foi delegada tanto a empresas públicas quanto a empresas privadas. Assim, sua intervenção na economia passou a ser indireta por meio da regulação, buscando condicionar o exercício das atividades econômicas para que fosse assegurado o bem-estar coletivo à sociedade (PLACHA, 2007).

A regulação dos serviços de saneamento básico no Brasil começou a se estruturar com o advento do Código de Águas de 1934, no qual foram estabelecidos os princípios de um sistema hídrico que associava o regime das concessões ao da regulação econômica pela taxa de retorno. O Código de Águas tratava de todas as formas de uso e exploração das águas, com ênfase no planejamento energético e na regulação das concessões de energia. Além disso, foi à base para a gestão pública do setor de saneamento, sobretudo no que diz respeito ao abastecimento de águas para as cidades. Vale ressaltar que a Lei 11.445/2007 revogou o Código das Águas de 1934 (BRASIL, 2007).

A regulação apresenta-se como um dos eixos centrais da Política de Saneamento Básico no Brasil. A atividade de regulação pode ser compreendida como sendo a função administrativa desempenhada pelo poder público para normatizar, controlar e fiscalizar as atividades econômicas ou a prestação de serviços públicos por particulares ou por prestadoras de serviços públicos (BRASIL, 2007).

Segundo Thanassoulis (2000), em outros países a regulação de saneamento é fundamental para a preservação do interesse coletivo, como por exemplo, a regulação no Reino Unido. A regulação neste país, é utilizada para salvaguardar o interesse público pois, desempenha cada vez mais um papel importante na Grã-Bretanha e noutros países que tem uma grande fatia do mercado de prestação de serviços da iniciativa privada. No caso das companhias de água do Reino Unido, o regulador é o Serviço de Serviços de Água, conhecido como OFWAT.

De acordo com Paganini e Junior (2019), a regulação ganha força no início de 2007 quando foi promulgada a lei no 11.445/2007, quando foram estabelecidas as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Esta lei definiu instrumentos e regras para o planejamento, a fiscalização, a prestação e a regulação dos serviços, ficando estabelecido o controle social sobre todas essas funções. Segundo essa norma, a regulação deve ser realizada com independência definida como autonomia administrativa, orçamentária e financeira da entidade reguladora, além de transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões.

Entretanto, é importante observar que isso implica complexos processos de negociações baseadas na criação de condições efetivas para multiplicar experiências de gestão participativa que reforcem o significado da publicização das formas de decisão e de consolidação de espaços públicos democráticos (JACOBI; BARBI, 2007).

Décadas após a publicação da Lei das águas, o termômetro da dimensão da governança dos recursos hídricos com respeito às relações Estado-sociedade ainda aponta um estágio básico de implementação dos canais de participação social.

As capacitações técnicas, a conscientização do papel do cidadão sobre sua participação nos espaços dos comitês de bacias e o aumento da veiculação de informações em veículos de massa são apontados como as ações-chave para mitigar o problema (LIMA; ET AL, 2014; SILVA, 2014).

Silva *et al.* (2022) enfatizam a necessidade de promover participação com mobilização social em planos de ação a respeito do Saneamento Básico adequado, visto que o uso desses instrumentos permite o plano de apresentar um diagnóstico contextualizado e um prognóstico que possam mitigar carências e lacunas existentes a curto, médio e longo prazo no serviço público essencial como o saneamento básico.

Na busca pela universalização, a regulação pode exercer vários papéis. Um deles é fazer cumprir, por meio das políticas regulatórias, as macrodefinições estabelecidas nas políticas públicas setoriais decididas no âmbito dos poderes executivo e legislativo.

Segundo Justen Filho (2005), a "(...) regulação não é um fim em si mesmo, mas um instrumento para promover conscientemente os fins essenciais do Estado" e "(...) para implementar as políticas de governo e a realização dos direitos fundamentais."

A regulação constitui-se em uma atividade muito complexa e multidisciplinar que abrange uma multiplicidade de aspectos, como os instrumentos e suas formas de atuação, o que torna um desafio sua conceituação de maneira abrangente e, ao mesmo tempo, concisa (MORAIS, 2017).

Um dos conceitos sobre regulação, segundo Tirole (2020), refere-se a um variado conjunto de instrumentos por meio dos quais os governos estabelecem restrições e exigências em determinados setores da economia, geralmente no intuito de corrigir ou amenizar os efeitos das falhas de mercado. A falha do poder de mercado pode se manifestar na forma de monopólios, de oligopólios ou de ambientes de competição monopolística, mas, nos setores de infraestrutura e indústrias de rede, o mais comum é a manifestação de um tipo específico, chamado monopólio natural.

Conforme Carvalho (2021), a regulação pode se enquadrar em três categorias principais: econômica, social ou administrativa. A regulação econômica busca intervir nos processos de precificação, de competição bem como de entrada e saída de empresas nos mercados. A regulação social, por outro lado, visa proteger interesses públicos, como a saúde, a segurança, o meio ambiente e a coesão social. Já a categoria da regulação administrativa refere-se às formalidades burocráticas genéricas do governo.

Vale destacar que a regulação aparece como um dos eixos centrais da Política de Saneamento Básico, juntamente com os planos municipais de saneamento e os prestadores dos serviços públicos, pois tem por como objetivo o controle na execução desses serviços. De forma resumida, a atividade regulatória pode ser compreendida como sendo a função administrativa desempenhada pelo poder público para normatizar, controlar e fiscalizar as atividades econômicas ou a prestação de serviços públicos por particulares ou por prestadoras de serviços públicos (BRASIL, 2007).

3.2 Agências Reguladoras do Saneamento Básico no Brasil

No Brasil, as agências reguladoras também são incorporadas ao modelo econômico, após a última Constituição Federal, demonstrando uma outra faceta da regulação, que deixa de exercer meramente uma função repressiva e passa a atuar em uma função promocional.

Assim, as agências são chamadas de órgãos reguladores, conforme redação do artigo 21, inciso XI (que dá à União a competência para explorar os serviços de telecomunicações e a criação de um órgão regulador para esses serviços) e no artigo 177, § 2º, inciso III (que dispõe sobre a regulação dos monopólios da União), sendo que o termo agência é derivado (e adotado a partir) do sistema estrangeiro (BRASIL,1988).

As agências reguladoras de saneamento básico têm seus objetivos definidos de acordo com os termos do artigo 22 da Lei Federal nº 11.445/07, que visam estabelecer padrões e normas para a adequada prestação dos serviços e para a satisfação dos usuários, garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas nos contratos e planos de saneamento, prevenir e reprimir o abuso do poder econômico.

Além dessas normas, há a definição de tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos, como a modicidade tarifária. Há ainda as suas competências normativas reguladoras elencadas no artigo 23 desta referida lei, que versam sobre matérias de ordem técnica, econômica e social (BRASIL, 2007).

A personalidade jurídica das agências reguladoras tem características de autarquia e está entre as organizações da Administração Indireta, conforme previsto no artigo 37 da Constituição Federal. Assim sendo, deve obedecer aos princípios da Administração Pública, quais sejam, “a legalidade, a impessoalidade, a moralidade, a publicidade e a eficiência” (BRASIL, 1988).

Segundo Corpetti Neto e Nerling (2017), as agências reguladoras no Brasil possuem a titularidade das competências privativas, ou seja, os temas e os assuntos que lhes são de competência legal somente cabem a elas, não podendo mais ser deliberados pela Administração direta, por qualquer de seus entes, agentes ou outros órgãos, tendo em vista que não há uma hierarquia. Por isso, as agências reguladoras exercem sua função normativa desde a edição de atos normativos, como portarias, resoluções, editais de licitação e contratos. Isso confere, por conseguinte, amplo poder de normatização ao longo do desenvolvimento de suas atividades.

Ressalta-se que as agências reguladoras são um exemplo prático dessa adaptação histórico-comparativa (em relação a países precursores desse modelo) a um modelo econômico, tendo se mostrado imprescindíveis (quando cumprem integralmente suas atribuições) para a regulação do mercado e fazendo parte da organização das economias de Estado, inclusive da brasileira, sendo, portanto, também resultados de um sistema jurídico (COPETTI NETO; NERLING, 2017).

Morais (2017) aponta que a característica de poder legislativo atribuído às agências reguladoras na competência para edição de atos normativos é limitada, pois seus atos não têm o poder de substituir as leis, mas, sim, de regulamentá-las para tornar possível sua aplicação específica, sempre observado o princípio da legalidade, em que qualquer ato da Administração Pública deve estar sempre de acordo com o ordenamento jurídico existente.

Nessa perspectiva, a função normativa das agências encontra espaço na regulamentação de matérias que demandam conhecimentos específicos sobre sua área de atuação, com o objetivo de desonerar a esfera legislativa e a administração central de lidar com a tecnicidade e as mudanças constantes advindas de evolução tecnológica e gerencial nos setores regulados (MORAIS, 2017).

Dessa forma, a atividade regulatória pode se traduzir em planos, compromissos e deveres jurídicos adotados pelos órgãos do Estado em relação aos interesses privados (JUSTEN FILHO, 2011).

É importante destacar que a atuação das agências reguladoras precisa ser desenvolvida de forma estritamente técnica, baseada em aspectos científicos para determinar a melhor escolha para a edição de atos normativos e também de atos característicos do poder judiciário, de modo a não sobrepor as esferas legislativa e judiciária, e ainda afastar influências políticas e administrativas em suas atuações, reforçando a autonomia das agências (PLACHA, 2007).

Na literatura, fica evidente que as agências reguladoras são verdadeiras ferramentas, forjadas da ineficiência demonstrada pela economia capitalista de forma autorregulada em garantir certos direitos (inclusive econômicos) previstos constitucionalmente. Segundo Corpetti Neto; Nerling (2017), elas são, portanto, uma incumbência de cunho estatal-material subsidiária, uma vez que visam efetivar direitos previstos de maneira formal, os quais o mercado não se mostrou capaz de assegurar. A necessidade de regulação e de organização já se evidencia ainda na fase da expansão do sistema de produção, a partir do momento em que se intensificam as relações de consumo e de mercado.

3.3 Da Assimetria da Informação

A informação consistente afetaria a eficiência econômica do mercado de capitais, bem como de todas as esferas sociais. A informação, fundamental para o conhecimento, portanto deve ser reconhecida e valorizada por todos que dela precisam. Embora cada pessoa a interprete de maneira singular, o acesso a ela se faz imperativo para garantir o funcionamento e a perpetuação dos mercados nos quais as pessoas estão inseridas (PIRES, 2013).

Stiglitz (2002) apresentou quatro pressupostos acerca da informação, a saber: a) a informação é imperfeita; b) a obtenção de informação pode ser custosa; c) as assimetrias de informação são importantes e d) a extensão desta assimetria é afetada pelas ações das empresas e dos indivíduos. A assimetria de informações ocorre quando diferentes pessoas sabem coisas diferentes. Assim, as assimetrias de informação surgem entre aqueles que detêm a informação e aqueles que poderiam tê-la. Dessa maneira, aqueles que não a têm poderiam tomar decisões melhores se a tivessem.

A assimetria de informação, também conhecida como uma das “falhas de mercado”, é um fator muito relevante no contexto da teoria da regulação econômica – referida na bibliografia pela expressão “informação imperfeita”. Nesse contexto, evidenciam-se as contribuições da chamada Teoria da Agência, que, segundo Tirole (2020), também é chamada de Teoria do Principal-Agente, Teoria da Informação, Teoria dos Incentivos, Teoria dos Contratos ou mesmo Teoria dos Sinais, conforme a aplicação.

A teoria da informação é construída em cima de dois conceitos basilares: o risco moral e a seleção adversa. Ainda segundo o referido autor, o risco moral remete ao fato de que os comportamentos de um agente podem não ser observáveis pela parte contratante afetada pelo comportamento do agente (o “principal” na linguagem dos economistas) ou por um tribunal de justiça que deve fazer respeitar os termos do contrato em caso de litígio.

Já a seleção adversa, também chamada antisseleção, remete à possibilidade de o agente dispor de informação privada no momento da assinatura do contrato entre as duas partes. A seleção adversa afeta os contratos, pois levanta uma suspeição quanto às suas consequências. (TIROLE, 2020).

Assim, o risco moral é conceituado por Carvalho (2010) como um problema de ação oculta, que reflete a incapacidade do principal de observar todas as ações de um agente contratado. A seleção adversa, conceituada como um problema de conhecimento oculto relacionado às informações que o agente possui e o principal ignora, habitualmente precede o momento da contratação, especialmente no que diz respeito aos custos do serviço.

A assimetria de informação é inerente às relações de troca, com a possibilidade da ineficiência do mercado, o que permite a possibilidade de maiores ganhos para alguns e menores para outros. Outro problema encontrado é o de Ação oculta denominado de Risco Moral

De acordo com Alfazema e Filippi (2020), o risco moral constitui um dos principais problemas causados pela assimetria de informação. Quando se trata de risco moral, percebe-se

que uma parte do contrato não reúne condições ou mecanismos para entender o alcance do comportamento e a atitude da outra parte, e isso geralmente ocorre em contratos de trabalho, contratos financeiros e prestação de serviços.

Ainda de acordo com os autores, o risco moral pode ser dividido em dois tipos: 1) Informações ocultas (quando agente mantém algumas informações relevantes em sigilo da outra parte do contrato, pois essas informações poderiam prejudicar seu pleito); 2) comportamento oculto (o comportamento do agente não é observável, ou seja, o principal não pode ser avaliado, restringindo, assim, o comportamento dos atores que podem ser punidos em eventual quebra do contrato). Outro fator comprometedor é Seleção adversa

A seleção adversa é um dilema de assimetria de informação que acontece antes da transação ocorrer. Ocorre antes da assinatura do contrato, quando uma parte sabe mais sobre o acordo do que a outra.

Aguiar (2020) aponta que a seleção adversa é relacionada ao conceito de informação oculta na qual a presença de assimetria informacional (o vendedor tem melhor conhecimento do produto que vende em comparação com o comprador), o fenômeno de seleção adversa conduz o comprador a remunerar somente a qualidade média do produto que transaciona.

Neste conceito, a manifestação do oportunismo tanto ex-ante, no âmbito da seleção adversa, quanto ex-post, por meio do risco moral, acarretam dificuldades acerca da negociação, da execução, do monitoramento e da renovação de contratos, gerando, portanto, custos de transação, os quais devem ser minimizados com a seleção e a aplicação da estrutura de governança mais adequada, sendo as instituições, atuantes como elementos de contenção destes custos (AGUIAR, 2020).

Cabrera, Estruch e Molinos (2018) apontam que a qualidade dos dados analisados para aferir a eficiência dos serviços de saneamento básico, precisam ser considerada parte integrante dos dados enviados para regulamentação. Pois, a validade de qualquer método só pode ser testada se a informação sobre a qualidade dos dados for recolhida e auditada. Fazer o contrário só poderá levar a conclusões duvidosas ao avaliar o desempenho de empresas de serviços públicos concorrentes num ambiente regulamentado, desta forma, a assimetria informacional pode comprometer a qualidade e eficiência dos serviços.

3.4. Informações e Indicadores

Para Morais (2017), os indicadores são utilizados para expressar, da forma mais simples possível, uma situação a ser avaliada, por isso são base para o planejamento e controle de processos ao estabelecerem medidas para um determinado fenômeno. Dessa forma, a

utilização de indicadores pode desencadear processos de melhorias incrementais e revolucionários, quando permitem, mediante valores comparativos referenciais, demonstrar o posicionamento dos processos e, conseqüentemente, da organização.

Segundo Ferreira, *et al.* (2009), o indicador é uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para organizar e captar as informações relevantes dos elementos que compõem no objeto da observação. É um recurso metodológico que informa empiricamente sobre a evolução do aspecto observado.

Em relação aos critérios que um indicador precisa ter “a seletividade ou importância, simplicidade e clareza, abrangência, rastreabilidade e acessibilidade, comparabilidade, estabilidade e rapidez de disponibilidade, bem como baixo custo de obtenção”, afirma Moraes (2017).

Ainda de acordo com o mesmo autor, na cadeia de valor, efetividade, eficácia, eficiência, execução e insumos podem ainda ser agrupados em indicadores de esforço (eficiência, execução e insumos) e indicadores de resultados (efetividade, eficácia), o que permite identificar se os resultados decorreram das práticas de gestão adotadas.

3.5 Arcabouço Legal da Regulação de Saneamento Básico

No Brasil, a estrutura de regulação dos serviços de saneamento tem sua origem com o Código das Águas, de 1934, que estabeleceu o sistema híbrido com regime de concessões associado ao de regulação econômica pela taxa de retorno.

Durante a vigência do Planasa, na década de 1970, a regulação e a fiscalização dos serviços, inclusive a definição das tarifas, ficava a cargo da União (Araújo; Bertussi, 2018). Somente em 1978 com a promulgação da Lei 6.528, (revogada pela lei 11.445/2007) que ficou estabelecido os critérios para a fixação tarifária.

As tarifas deveriam levar em consideração a viabilidade econômico-financeiro das empresas estaduais, bem como os aspectos sociais para garantir o acesso dos usuários de menor renda. Naquele mesmo ano, o Decreto Federal nº82.587 regulamentou esta lei (revogado pelo decreto. S/N - 05/09/1991) e estabeleceu os seguintes procedimentos para a fixação de tarifas: que então Ministério do Interior (Minter) estabelecesse as normas gerais de tarifação e fiscalização e a sua devida aplicação; que os governos estaduais realizassem estudos e propostas tarifárias e que o Banco Nacional de Habitação (BNH) ficasse responsável pela análise das propostas.

Após a análise, as tarifas eram encaminhadas para o Minter, que só poderia autorizar o reajuste após a aprovação pelo Conselho Interministerial de Preços (Brasil, 2007). A Lei nº 11.445, em 05 de janeiro de 2007 instituiu o Marco Regulatório do Setor de Saneamento Básico. Entre outras especificações, a lei dispõe sobre os princípios fundamentais, a titularidade, a regulação, o planejamento, a prestação dos serviços e o controle social.

Essa lei definiu importantes diretrizes para o exercício da função de regulatória, pois elencou uma série de princípios e objetivos para a regulação, entre os quais cabe destacar os artigos 21 e 22, que dispõem sobre: i) independência decisória; ii) tecnicidade e objetividade das decisões; iii) estabelecimento de padrões para a adequada prestação de serviços; iv) garantia de cumprimento das condições e metas estabelecidas; v) prevenção e repressão do abuso de poder econômico; e vi) definição das tarifas mediante mecanismos de indução à eficiência e à eficácia dos serviços (ARAÚJO; BERTUSSI, 2018).

A mesma lei também determina que devem ser elaboradas normas de regulação que prevejam as condições da prestação dos serviços, em regime de eficiência, de forma a incluir: i) o sistema de cobrança e a composição de taxas e tarifas; ii) a sistemática de reajustes e de revisões de taxas e tarifas; e iii) a política de subsídios. Além disso, a entidade de regulação deve definir normas para monitoramento dos custos, avaliação da eficiência e da eficácia dos serviços prestados, plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação, bem como para mecanismos de pagamento de diferenças relativas a inadimplemento dos usuários, perdas comerciais e fiscais, além de outros créditos devidos.

3.6 Novo Marco Legal Saneamento Básico

A regulação do setor do saneamento básico, conforme preceitua a lei 11.445/2007, possui como horizonte os princípios dispostos no seu artigo 3º: a universalização do acesso aos serviços, a modicidade tarifária, a qualidade dos serviços, entre outros.

O marco regulatório do saneamento, a partir do qual surge a regulação do setor, busca reverter o quadro de omissão e descaso do Poder Público a partir da extinção do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), na década de 80. Com a extinção do PLANASA, coube às próprias concessionárias estaduais a definição das “políticas públicas” no setor, em verdadeira inversão à função inafastável do ente titular dos serviços (BRASIL, 2007).

Com o advento do novo marco legal do saneamento básico na lei 14.026 de 2020, alguns aspectos importantes ganharam destaques no modelo regulatório do setor. Seus grandes pilares são: incentivo à competição por novos contratos com a impossibilidade, doravante, de

se firmar contratos de programa; estabelecimento de metas de universalização dos serviços (água e esgoto): incentivo à prestação regionalizada; uniformidade regulatória, com as novas atribuições da ANA, com destaque à elaboração de normas de referência para o setor (BRASIL, 2020).

A impossibilidade de firmar novos contratos de programa teve como principal objetivo estimular a competição e a entrada de prestadores privados no setor de saneamento. Segundo Anderáos (2021), os contratos de programa em vigor poderão ser mantidos até a data do seu termo, desde que as concessionárias estaduais consigam assegurar a capacidade econômica e financeira necessária para atingir as metas de universalização e de qualidade de serviço, adaptando-os em conformidade.

O fim dos contratos de programa e a competição pelo mercado têm um impacto importante no modelo de regulação, pois as regras deixariam de ser estabelecidas predominantemente a posteriori pelos entes reguladores para ser estabelecida a priori na fase de modelagem das concessões (ANDERÁOS, 2021).

Para o mesmo autor, o novo marco deixa explícito que as normas de referência a serem elaboradas pela ANA deverão incentivar a regionalização da prestação dos serviços, visando contribuir para a viabilidade técnica e econômico e financeira, a fim de garantir ganhos de escala e, por conseguinte, alcançar a eficiência e a universalização dos serviços de saneamento. Uma das grandes inovações trazida pelo novo marco, talvez tenha sido as novas atribuições da ANA, com a responsabilidade de supervisão regulatória no setor de saneamento, com vistas a trazer um direcionamento regulatório para um setor que, como visto, é composto por dezenas entidades reguladoras infranacionais. A inovação pretende sanear a grande variabilidade e a baixa qualidade regulatória.

Desta forma, o novo marco do saneamento propõe que, através das normas de referência da ANA, sejam balizados os regulamentos das múltiplas agências infranacionais e os contratos a serem firmados entre os titulares e os prestadores do serviço. Essas novas atribuições da Agência Nacional da Águas se harmonizam com um modelo de regulação mais contratual, uma vez que tendem a mitigar as lacunas contratuais existentes e, conseqüentemente, diminuir a discricionariedade das agências reguladoras, que serão vinculadas nos futuros contratos (BRASIL, 2020).

3.7 Avaliação da eficiência na prestação de serviços de saneamento por meio de modelos DEA

Jorge (2018) aponta que a metodologia da DEA como ferramenta confiável para avaliar a eficiência das empresas de saneamento básico com os dados disponibilizados no Sistema Nacional de Informações (SNIS). Nessa linha, é oportuno apresentar os estudos que estão na esteira da análise de eficiência com o uso da DEA. O Quadro 1 apresenta um levantamento bibliográfico sobre as principais aplicações do DEA na área do Saneamento em diversos países.

Essa técnica multivariável para monitoramento de produtividade de unidades de decisão fornecerá dados quantitativos sobre possíveis direções para a melhoria do status quo dos dois municípios quanto ao saneamento básico, quando ineficientes. Em particular, a DEA é uma técnica não paramétrica que permite comparar dados de entrada e saída sem suposições de ordem estatísticas conforme prescrito por Charnes *et al.* (1978)

Para Afsharian, Ahn e Kamali (2022), a medição de desempenho relativo ou benchmarking é definida como a comparação sistemática do desempenho de um conjunto de entidades semelhantes, comparando as denominadas Unidades de Tomada de Decisão (DMUs). Essas DMUs podem ser empresas, organizações, divisões, projetos, dentre outras.

A conjectura fundamental na técnica DEA é que, se uma dada DMU (*Decisions Making Units*), em tradução livre “Unidades de tomada de decisão”, “A” é capaz de produzir $Y(A)$ unidades de produto, utilizando $X(A)$ unidades de insumos, outras DMU’s poderiam também fazer o mesmo, caso estivessem operando eficientemente. De forma similar, se uma DMU “B” é capaz de produzir $Y(B)$ unidades de produto, utilizando $X(B)$ de insumos, outras DMU’s poderiam ser capazes de realizar o mesmo esquema de produção. Caso as DMU’s “A” e “B” sejam eficientes, elas poderão ser combinadas para formar uma DMU composta, isto é, que utiliza combinação de insumos para combinação de produtos.

Caso a DMU composta não exista, é comum denominá-la como DMU virtual. A análise DEA consiste em encontrar a melhor DMU virtual para cada DMU da amostra. Caso a DMU virtual seja melhor do que a DMU original, por produzir mais com a mesma quantidade de insumos, ou ainda por produzir a mesma quantidade usando menos insumos, a DMU original será ineficiente.

Quadro 1: Estudos de mensuração da eficiência do setor de saneamento utilizando a técnica

AUTOR (ANO)	DESCRIÇÃO	PAÍS	VARIÁVEIS UTILIZADAS		MÉTODO
Aida <i>et al.</i> (1998)	Avaliação da possibilidade de uso da DEA como ferramenta para avaliar o desempenho dos prestadores de serviços de água, sob as leis de águas do Japão.	Japão	<i>INPUT (5)</i>	<i>OUTPUT (2)</i>	DEA-BCC orientado a <i>output</i>
			<ul style="list-style-type: none"> • Quantidade equivalente de pessoal; • Despesa de exploração; • Ativo produtivo; • População total do município atendido; • Extensão da rede de água. 	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de água consumido; • Receita operacional de água 	
Thanassoulis (2000)	Utilização da DEA para estabelecer limites de preços para revisão de tarifas, fixadas pelo OFWAT (<i>Office of Water Service</i>), na Inglaterra e Gales.	Inglaterra	<i>OUTPUT (3)</i>	<i>INPUT (1)</i>	DEA-BCC orientado a <i>output</i>
			<ul style="list-style-type: none"> • Número de conexões servidas; • Comprimento da rede de água; • Quantidade de água entregue. 	Despesas operacionais	
Castro (2003)	Verificação da aplicabilidade da metodologia DEA ao setor de saneamento brasileiro.	Brasil	<i>OUTPUT (4)</i>	<i>INPUT (1)</i>	DEA-BCC orientado a <i>output</i>
			<ul style="list-style-type: none"> • Volume de água consumido; • Extensão da rede de água; • Quantidade de ligações ativas de água; • Quantidade de ligações ativas de esgoto. 	Despesas de Exploração	
Carmo e Távora Jr. (2003)	Utilização da DEA para mensurar as eficiências técnica e econômica dos prestadores de serviços de saneamento de abrangência estadual	Brasil	<i>OUTPUT (4)</i>	<i>INPUT (5)</i>	DEA-CCR; DEA-BCC orientados a <i>output</i> .
			<ul style="list-style-type: none"> • Volume de água faturado; • Volume de esgoto faturado; • Quantidade de economias ativas de água; • Quantidade de economias ativas de esgoto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mão De Obra; • Volume de Água Produzido; • Volume de Esgoto Coletado; • Extensão da Rede de Água; • Extensão da Rede de Esgoto. 	
Cruz e Ramos (2012)	Utilização da DEA para analisar a eficiência da Gestão do Saneamento Básico e seus impactos sobre a promoção da saúde.	Brasil	<i>OUTPUT (1)</i>	<i>INPUT (5)</i>	DEA-BCC orientado a <i>output</i> .
			<ul style="list-style-type: none"> • Número de crianças, acima de 5 anos que sobrevivem. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura por redes de abastecimento de água; • Cobertura por redes coletoras de esgoto; • Grau de urbanização; • Médicos por grupos de 1.000 habitantes; • PIB per capita. 	
Huraa <i>et al.</i> (2015)	Utilização da DEA para analisar a eficiência da prestação de serviços de saneamento dos municípios do estado do Rio de Janeiro	Brasil	<i>OUTPUT (4)</i>	<i>INPUT (1)</i>	DEA-BCC
			<ul style="list-style-type: none"> • Volume de água consumido; • Extensão da rede de água; • Quantidade de ligações ativas de água; • Quantidade de ligações ativas de esgoto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Despesas de exploração 	orientado a <i>output</i> .

Fonte: Jorge (2018).

Portanto, é perceptível que a limite eficiente de produção será aquela que representa os aspectos avaliados nos municípios que conseguem maximizar o uso dos inputs na produção de outputs ou ainda consegue produzir uma quantidade maior de outputs com uma quantidade menor de *inputs*.

A metodologia dispõe de quatro modelos básicos, descritos detalhadamente em Fried *et al.* (1993) e Charnes *et al.* (1994): CCR - insumo orientado, CCR - produto orientado, BCC - insumo orientado e BCC – produto orientado. Neste estudo, optar-se-á pelo uso dos dois primeiros modelos estatísticos.

O emprego de modelos DEA na avaliação da eficiência da prestação de serviços de saneamento é recorrente na literatura. Este trabalho busca contribuir para o debate ao avaliar, especificamente, os municípios presentes em uma mesma região específica do estado de Minas Gerais, o que favorece a identificação de benchmarks, pois se compara o desempenho de DMUs sujeitas às mesmas condições macro ambientais

Neste trabalho, a técnica proposta a utilizar-se para medir a eficiência na prestação de serviços de saneamento é a metodologia DEA. O objetivo desta metodologia, em geral, é medir a eficiência comparada entre unidades de produção que desenvolvam a mesma atividade quanto à utilização de seus recursos e classificá-las em eficientes ou não-eficientes bem como dar uma medida relativa da eficiência para as não eficientes. Além disso, outros objetivos da metodologia DEA consistem em estabelecer um ou mais *benchmarks* e posicionar as outras unidades em relação a eles ou ordená-las segundo as eficiências calculadas.

Para Afsharian, Ahn e Kamali (2022), a medição de desempenho relativo ou benchmarking é definida como a comparação sistemática do desempenho de um conjunto de entidades semelhantes, comparando as denominadas Unidades de Tomada de Decisão (DMUs). Essas DMUs podem ser empresas, organizações, divisões, projetos, dentre outras.

O modelo é baseado num problema de programação fracionária no qual a medida de eficiência é obtida através da razão da soma ponderada dos produtos pela soma ponderada dos insumos. A técnica, também permite analisar a eficiência de unidades produtivas (DMUs) com múltiplos insumos (inputs) e um ou mais produtos (outputs) através da construção de uma fronteira de eficiência, de tal forma que as unidades que revelarem a melhor relação "produto/insumo" serão consideradas mais eficientes e estarão situadas nessa fronteira. A menos eficientes, por sua vez, estarão situadas numa região inferior à fronteira, conhecida como envelope (envoltória).

Os modelos DEA fazem a agregação de *inputs* e *outputs* transformando-os em, respectivamente, *inputs* e *outputs* virtuais, resultantes de uma combinação linear dos *inputs* e dos *outputs* originais. Os pesos usados nesta combinação linear são calculados através de um problema de programação linear, de forma que cada DMU se beneficie com a melhor combinação de pesos, maximizando sua eficiência.

O modelo proposto utilizado na análise de eficiência na prestação dos serviços de saneamento será o DEA orientado a *outputs*. Segundo Rodrigues *et al.* (2017), a orientação a *outputs* é apropriada, pois, se fosse adotada a orientação a *inputs*, o objetivo seria reduzir os insumos, mantendo-se os níveis atuais de produtos. Isso não é razoável, pois, conforme definido por Ribeiro e Rooke (2010), as medidas de saneamento básico devem prezar pelo abastecimento de água às populações, com a qualidade compatível com a proteção de sua saúde e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto.

Changjun (2024) comparando a eficiência do setor de abastecimento de água urbana entre a China e os principais países desenvolvidos e outros, utilizou o modelo NDEA estabelecendo restrições nos pesos dos subestágios com países da OCDE de 1998 a 2017 e descobriu que a lacuna de eficiência técnica entre a China e os países desenvolvidos estreitaram-se rapidamente. Entretanto destacou que a eficiência pode ser tendenciosa se as interações de entrada x saídas (*inputs* x *outputs*) forem ignoradas.

3.7.1 Análise Envoltória de dados – DEA e Eficiência.

De acordo com Barbosa e Fuchigami (2018), a Análise Envoltória de Dados, conhecida pela sigla em inglês DEA (*Data Envelopment Analysis*), é uma técnica não-paramétrica que utiliza a programação linear para calcular e comparar as eficiências de diferentes sistemas produtivos, seja de bens ou de serviços, através da construção de uma fronteira de eficiência. Para isto, é pré-requisito que as unidades comparadas sejam homogêneas, ou seja, produzam os mesmos produtos através da utilização dos mesmos insumos.

Uma das vantagens deste método é que para calcular o peso que cada variável exerce sobre o resultado, o método utiliza-se de uma técnica de programação linear, estimando os pesos que maximizam as eficiências das unidades analisadas, chamadas de DMU (*Decision Making Units*). Onde cada DMU, tem a sua eficiência maximizada. Nesta técnica, *inputs* e *outputs* variam equiproporcionalmente (BARBOSA e FUCHIGAMI, 2018).

Para Barbosa e Fuchigami (2018), a eficiência pode ser determinada pela capacidade de evitar o desperdício de recursos e tempo para produzir-se um resultado determinado. Ou seja, eficiência pode ser resumida na capacidade de atingir um resultado utilizando o mínimo de recursos possível. Em outros termos, para estes autores, a eficiência é o resultado da comparação do que foi produzido, considerando-se os recursos disponíveis, com o que poderia ter sido produzido com estes mesmos recursos. Na linguagem da matemática, seria a mensuração da relação das saídas ou outputs (aquilo que deveria ser produzido ou objetivo a ser atingido) pelas entradas ou inputs (recursos utilizados para atingir os objetivos especificados). Ampliando os horizontes conceituais, a eficiência pode ser mensurada como a razão da saída útil pelas entradas totais, entretanto para que seja possível calculá-la tal eficiência de forma percentual, antes é necessário saber quanto, de fato, poderia ser produzido com aqueles recursos, ou seja, é necessário a definição de um padrão.

4. METODOLOGIA

Neste estudo, a técnica proposta a utilizar-se para medir a eficiência na prestação de serviços de saneamento foi a metodologia DEA. cujo objetivo desta metodologia, é medir a eficiência comparada entre unidades de produção que desenvolvam a mesma atividade quanto à utilização de seus recursos e classificá-las em eficientes ou não-eficientes e dar uma medida relativa da eficiência para as não-eficientes.

Vale destacar que outros objetivos da metodologia DEA consistem em estabelecer um ou mais benchmarks e posicionar as outras unidades em relação a eles ou ordená-las segundo as eficiências calculadas. Este modelo metodológico é baseado num problema de programação fracionária onde a medida de eficiência é obtida através da razão da soma criteriosa dos produtos pela soma também criteriosa dos insumos. Esta técnica, também possibilita analisar a eficiência de unidades produtivas (DMUs) com múltiplos insumos (inputs) e múltiplos produtos (outputs) através da construção de uma fronteira de eficiência, de tal forma que as unidades que possuírem a melhor relação "produto/insumo" serão consideradas mais eficientes e estarão situadas sobre esta fronteira e, as menos eficientes estarão situadas numa região inferior à fronteira, conhecida como envelope (envoltória).

A metodologia DEA em seus variados modelos, fazem a agregação de inputs e outputs transformando-os em, respectivamente, inputs e outputs virtuais, resultantes de uma combinação linear dos inputs e outputs originais. Os pesos usados nesta combinação linear

são calculados através de um problema de programação linear, de forma que cada DMU se beneficie com a melhor combinação de pesos, maximizando sua eficiência.

Neste trabalho optou-se por utilizar o modelo na análise de eficiência na prestação dos serviços de saneamento, o DEA orientado a outputs. Foram avaliados, sob a perspectiva da Gestão do Conhecimento Estratégico, os possíveis impactos da assimetria de informação na atuação de Agência Reguladora de Saneamento Básico no procedimento de revisão tarifária periódica, bem como seus impactos na otimização de recursos hídricos nos dois municípios, Pirapora e Januária, do estado de Minas Gerais, situadas no Alto Médio São Francisco, especificamente na unidade de planejamento e Gestão de recursos hídricos dos rios Jequitaiá e Pacuí – SF6.

Ainda, quanto à abordagem do problema, a pesquisa é qualitativa exploratória, com a interpretação dos fenômenos e a atribuição de análise de dados e material bibliográfico, cujos principais focos de abordagem foram o processo e seu significado. Foram utilizados como procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica por meio da leitura de material bibliográfico como livros, artigos de periódicos publicados na base da CAPES sobre os temas de regulação e assimetria de informação. Além disso, fez-se análise de documentos técnicos e relatórios disponíveis na Associação Brasileira de Agências Reguladoras – ABAR, na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA e na internet sobre a atividade regulatória das Agências que envolve assimetria de informação.

Por fim, foi elaborada uma revisão teórica da Teoria dos Contratos, da Teoria da Agência, dos Conflitos de Agência, da Assimetria da Informação, da Seleção Adversa e do Risco Moral, estabelecendo uma base de referência e parâmetros avaliativos sobre a qualidade dos serviços que o setor de saneamento dos dois municípios.

Os dados foram analisados, interpretados e descritos dentro do software SINDEA, para comparar a eficiência e a qualidade dos serviços de saneamento básico pelos entes regulados e pelos prestadores desses serviços e para enviá-los ao respectivo órgão de diretrizes de regulação, a Agência Nacional das Águas - ANA, dos municípios da região Alto Médio São Francisco, Pirapora e Januária. No primeiro município, atuam a Agência ARISB e o prestador SAAE; no segundo município, a Agência ARSAE e o prestador Copasa.

Assim, os cálculos foram feitos orientados aos resultados, verificando-se a possibilidade de ser mais eficiente através da utilização dos mesmos recursos. Os dados utilizados foram extraídos do SNIS, tendo como base o ano de 2021, pois esse é o ano que contém a disponibilização de dados mais recente do sistema. O SNIS fornece mais de uma

centena de indicadores, sobre água, esgoto, resíduos sólidos, financeiros, qualidade, entre outros.

Para a aplicação do teste empírico de DEA, foram utilizados os dados do SNIS de 2021- 2023. O SNIS, base de dados que possui uma gama de informações e indicadores sobre a prestação de serviços de água e esgotos, de manejo de resíduos sólidos urbanos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Na plataforma do SNIS, são publicados anualmente os diagnósticos da situação da prestação de serviços de saneamento básico. Desde 1996, publica informações referentes à água e ao esgotamento sanitário; desde 2002, sobre resíduos sólidos urbanos; e, desde 2015, sobre águas pluviais urbanas.

O delineamento dos trabalhos fora desenvolvido conforme o fluxograma (Figura 1) de processos a seguir. Esse procedimento foi fundamental para mapeamento e otimização dos processos, bem como para garantia dos resultados propostos.

Figura 1: Fluxograma de atividades para análise de assimetria da informação do saneamento básico nos municípios A - Pirapora e B – Januária, Minas Gerais, situadas no Alto Médio São Francisco.



Fonte: Autor, 2023.

As consultas de dados do saneamento no SNIS, para os eixos de água e esgoto, possuem as seguintes informações: Gerais; contábeis, exceto autarquias e administração pública direta; Operacionais (água); Operacionais (esgotos); Financeiras; Qualidade (nível municipal); Tarifas; e Informações sobre Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB). Além disso, a partir dessas informações, são calculados e disponibilizados os indicadores que compõem as seguintes famílias: Econômico-financeiros e administrativos; Operacionais (água); Operacionais (esgotos); Contábeis (apenas empresas); e Qualidade (nível municipal).

Este trabalho considera apenas os dados de fornecimento de água e esgoto, saneamento (aqui entendido somente como esgotamento sanitário), não abrangendo os dados de manejos de resíduos sólidos ou de águas pluviais.

Considera-se, para este trabalho, um *input* e três *outputs* como suficientes para proceder à avaliação de eficiência em fornecimento de serviços de saneamento com indicadores do SNIS, para a metodologia DEA, conforme o Quadro 2 abaixo, sendo o conjunto de indicadores propostos para análise.

Quadro 2: Conjunto de indicadores propostos para análise

Inputs	Outputs
Despesas de exploração dos Serviços de água e esgoto	<ul style="list-style-type: none"> • Volume de água consumido -1 • Extensão de rede de água -2 • Quantidade de ligações de água ativas -3

Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – 2021.

A variável de *input* reflete as despesas com pessoal, produtos químicos, energia elétrica, despesas com água importada, despesas fiscais ou tributárias computadas no Opex. Outras despesas de exploração, como exportação de esgoto, refletem o Opex – custos necessários para a geração dos *outputs*.

Por outro lado, quanto às variáveis de *outputs*, verificou-se, a partir da revisão da bibliografia, que a maioria dos estudos adota a variável quantidade de ligações ativas de água e esgoto. Da mesma forma, também é comum o uso de extensão de rede de água e esgoto e volume de água consumido.

A escolha dos insumos e dos produtos tem uma fundamental importância, pois são eles que definem a base sobre a qual o estudo da eficiência será realizado. Somente os *inputs* e *outputs* devem ser considerados na análise, e nenhum deles pode ser mais importante que os outros.

Para executar os procedimentos da análise envoltória de dados e obter, assim, os valores de eficiência na prestação de serviços de saneamento, foi utilizado o Sistema Integrado de Apoio à Decisão (SIAD), disponibilizado gratuitamente em <http://www.uff.br/decisao/>.

5. ESTUDOS DE CASO

5.1 Caracterização dos municípios

5.1.1 Januária

O município está inserido nos biomas Caatinga e Cerrado, e na Região Hidrográfica São Francisco. O município de Januária possui 67.958 habitantes (IBGE, 2021), com 63% na área urbana e 37% na área rural e sua área está subdividida em oito distritos. O distrito sede,

Brejo do Amparo, está localizado a 7 km da Sede; Levianópolis, a 34 km da Sede; Pandeiros, a 52 km da Sede; Riacho da Cruz, a 24 km da Sede; São Joaquim, a 98 km da Sede; Tejuco, a 31 km da Sede; e o distrito de Várzea Bonita está a 105 km da Sede (CODANORTE, 2022).

De acordo com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM, Januária se encontra na bacia do Rio São Francisco, mais especificamente no Médio São Francisco. É um dos 25 municípios que participam do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio São Francisco. A Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros do Médio São Francisco está inserida na mesorregião Norte de Minas, onde estão municípios, como o de Januária. Abrangendo um total de 17 sedes municipais e apresentando uma área de drenagem de 31.258km², a bacia possui uma população estimada de 260.437 habitantes (IGAM,2014).

Em 2021, o salário médio mensal era de 1.8 salários-mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 9.1%. Na comparação com os outros municípios do estado, ocupava as posições 265 de 853 e 686 de 853, respectivamente. Já na comparação com cidades do país todo, ficava na posição 3288 de 5570 e 3766 de 5570, respectivamente. Considerando domicílios com rendimentos mensais de até meio salário-mínimo por pessoa, tinha 47% da população nessas condições, o que o colocava na posição 111 de 853 dentre as cidades do estado e na posição 1881 de 5570 dentre as cidades do Brasil. Sobre a economia, o produto interno bruto (PIB) per capita em 2020 era de R\$11.921,63.

No que tange à saúde, a taxa de mortalidade infantil média na cidade é de 10.47 para 1.000 nascidos vivos. As internações devido a diarreias são de 0 para cada 1.000 habitantes. Comparado com todos os municípios do estado, fica nas posições 373 de 853 e 722 de 853, respectivamente. Quando comparado a cidades do Brasil todo, essas posições são de 2659 de 5570 e 5076 de 5570, respectivamente.

Em relação ao saneamento, de acordo com dados no Plano de Municipal de Saneamento Básico, o abastecimento de água em Januária é realizado pela COPASA, que assumiu a rede de esgotos desde 1984. Até o ano de 2004, apenas uma etapa do processo de tratamento de esgotos era adotada na sede do município.

A disponibilidade hídrica na bacia situa-se entre 2 e 10 litros por segundo por quilômetro quadrado (L/km²), com exceção das nascentes, em que a disponibilidade se enquadra entre 10 e 20 litros por segundo por quilômetro quadrado. No ponto de coleta no curso do Rio São Francisco na jusante, a cidade de Januária (Lat.15°28'59,00" Long.44°20'13,00"), o Índice de Qualidade das Águas apresentou-se grau de contaminação

por tóxico no nível médio, sendo visto como possíveis fontes de poluição o esgoto sanitário, a pecuária e carga difusa.

Ainda, há outros rios importantes para Januária, como Rio Pandeiros que possui trechos de, no máximo, 1,0 metro de profundidade, o que torna possível atravessá-lo de um lado a outro, e durante todo o seu percurso surgem diversas pequenas ilhas. Ademais, há o Rio Carinhanha, que nasce na divisa dos estados da Bahia e Minas Gerais, é afluente da margem esquerda do Rio São Francisco e possui um total de 448 km de extensão.

O município apresenta um índice, até 2021, de 37.2% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 83.9% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 3.7% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 676 de 853, 161 de 853 e 697 de 853, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 2784 de 5570, 2083 de 5570 e 3719 de 5570, respectivamente.

5.1.2 Pirapora

O município de Pirapora conta com uma área de 581 Km², cujo nome é de origem indígena “*Pira* (peixe) – *Poré* (salto)”, na língua tupi-guarani, o que significa “salto do peixe” ou “onde o peixe salta”. Pirapora situa-se na região do médio São Francisco, microrregião alto médio São Francisco, na margem direita do rio, limitando-se com os municípios de Várzea da Palma e Buritizeiro.

Em Pirapora, predomina a cobertura vegetal do cerrado. A característica da área é clima semiúmido, com duas estações distintas: seca e chuvosa. A cobertura vegetal encontra-se em 3 estágios: várzea em alagados; pastagens formadas após o desmatamento; e cerrado ralo, que serve de pastagem nativa.

No contexto hidrográfico estadual, Pirapora apresenta uma localização estratégica, uma vez que seus limites territoriais são banhados a oeste pelo Rio São Francisco e a Leste pelo Rio das Velhas. Outros fatores de destaque no município são o início da hidrovia oficial do São Francisco que inicia frente ao sítio urbano e à confluência (encontro das águas) dos rios São Francisco e Velhas a norte do município. Além destes cursos d’água de grandes caudais, existem córregos de importância: Córrego das Pindaíbas; Córrego São Vicente; Córrego das Tabocas; Córrego da Areia; Córrego do Brejinho; Riacho da Pedra Brígida. O município de Pirapora está inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, Unidade de

Gestão e Recursos Hídricos do rio das Velhas (SF5) e Unidade de Gestão e Recursos Hídricos dos rios Jequitaí e Pacuí (SF6).

A grande dimensão territorial da bacia do rio São Francisco, estimada em 639.217 km², motivou a sua divisão por regiões, para fins de planejamento e para facilitação da localização das suas muitas e diversas populações e ambiências naturais. A divisão se fez de acordo com o sentido do curso do rio e com a variação de altitudes. A sua parte inicial, tomando como referência a área montanhosa onde o rio nasce, na Serra da Canastra, a 1.280 km de altitude, ganhou a denominação de Alto São Francisco. Estendendo-se até a cidade de Pirapora, no centro-norte de Minas Gerais, a região perfaz uma área de 111.804 km². Escoando no sentido sul-norte, no trecho seguinte, o rio atravessa todo o oeste da Bahia, até o ponto onde se formou o lago represado de Sobradinho, no município de Remanso.

Nessa região, a bacia é denominada Médio São Francisco. Depois de Remanso, o rio inflexiona o seu curso para o leste, constituindo-se na divisa natural entre os estados da Bahia e de Pernambuco, até alcançar o limite com Alagoas. É o Submédio São Francisco. Daí o rio segue na direção leste, formando a segunda divisa natural, dessa vez entre os estados de Alagoas e Sergipe. É o Baixo São Francisco, onde o rio São Francisco deságua no Oceano Atlântico. O curso d'água de maior importância do município é o Rio São Francisco, com uma vazão média de 450 m³/seg. Segue, em importância, o Rio das Velhas.

O Rio São Francisco situa-se entre as cidades de Pirapora e Buritizeiro, que se desenvolvem em margens opostas. O Rio das Velhas faz limites entre os municípios de Pirapora e Várzea da Palma. Além destes cursos d'água de grandes caudais, existem os córregos de importância: Córrego das Pindaíbas; Córrego São Vicente; Córrego das Tabocas; Córrego da Areia; Córrego do Brejinho; Riacho da Pedra Brígida.

O Rio São Francisco é a única fonte de captação do Sistema de Abastecimento de Água de Pirapora. Atualmente existem duas estações de tratamento de água, a ETA I, localizada no centro da cidade, que opera com uma vazão média de 120 L/s e a ETA II, localizada no Distrito Industrial, que opera com uma vazão média de 160 L/s.

Para a ETA I, a tomada d'água é feita através de um canal de derivação aberto em rocha no leito do rio São Francisco, próximo à Ponte Marechal Hermes. O Sistema de Adução é constituído por um canal fechado de alvenaria de tijolos e pedras, que se estende do ponto de tomada d'água até a estação elevatória de água bruta, próximo à ETA I, sendo que seu escoamento é por gravidade.

A ETA I, cujo tratamento de água convencional, é composta das seguintes unidades: uma casa de química (Laboratório Físico-Químico), duas Calhas Parshall, dois conjuntos de flocladores do tipo COX, quatro decantadores tipo piscina, quatro filtros rápidos descendente, um tanque de contato (semienterrado com 40 m³ de volume) e um reservatório de água de lavagem (elevado com capacidade de 57 m³).

A captação de água para a ETA II é flutuante utilizando uma balsa com um conjunto moto-bomba. A adução é feita por bombeamento utilizando a tubulação em ferro fundido DN 500 mm, que se estende do ponto de tomada d`água até à ETA II, percorrendo uma distância de, aproximadamente, 1.100 metros. A ETA II é composta por uma unidade com tratamento convencional, mas, devido a problemas estruturais, foi desativada, sendo implantada, ao seu lado, uma unidade pré-fabricada em chapa de aço com capacidade final de 160 L/s, sendo dois módulos de 80 L/s.

Da unidade antiga, está sendo aproveitado o edifício com a casa de química, os reservatórios (enterrado com capacidade de 1.000m³) e elevado (capacidade de 375 m³). A ETA I, metálica pré-fabricada em painéis modulares de chapa de aço, funciona por gravidade e é composta por: Calha Parshall, câmara divisora de vazão, flocladores hidráulicos do tipo “Alabama”, decantadores de fluxo laminar com placas paralelas, bateria de filtros rápidos com funcionamento por gravidade do tipo autolaváveis.

A segunda unidade de recalque de água tratada está localizada junto à ETA II, succionando diretamente do reservatório enterrado e tem duas elevatórias e três conjuntos motobomba. O sistema de abastecimento de água de Pirapora possui cinco reservatórios em operação. A rede de distribuição de água conta hoje com, aproximadamente, 270 Km de rede com diversos diâmetros e 19.435 ligações domiciliares. Abastecendo 100% da população urbana do Município.

Os sistemas ETA I e ETA II encontram-se interligados através da rede de distribuição, proporcionando uma flexibilidade, através de registros de manobra, no abastecimento de água do município de Pirapora.

Não existem interferências a outros usuários decorrentes das derivações já implantadas, uma vez que a vazão média captada (280 L/s) é insignificante, quando comparada com a vazão média do rio São Francisco em Pirapora, ou seja, 740.000 L/s.

5.2 Análise da Cobertura dos serviços de saneamento nos Municípios.

Comparando os dados de cobertura do saneamento básico dos municípios disponíveis na plataforma do Instituto Trata Brasil referente a 2021, percebe-se uma diferença substancial entre Januária e Pirapora.

Para melhorar a avaliação de desempenho e eficiência nos referidos municípios, o estudo opta por trazer uma análise, tendo como referência a cobertura em relação ao Estado de Minas Gerais, a Região Sudeste e do Brasil. A ampliação do comparativo para além dos municípios serve para que se possa ter um parâmetro estendido e, por conseguinte, uma avaliação mais equitativa.

Na tabela 1 fica mais evidente a diferença da cobertura dos serviços de saneamento entre os municípios e demais localizações. Enquanto Januária registra um percentual de 40,4% da população sem acesso à água potável, em Pirapora, apenas 2,9% não têm acesso a este produto. De acordo com estes dados, Pirapora está acima da média Estadual, Regional e Nacional. Isto indica que Pirapora está perto de atingir a meta de universalização neste quesito, 99% de água potável até 2033 – de acordo com o novo marco legal do saneamento, lei 14.026/2020.

Por outro lado, Januária está longe de todas as médias (Estadual, Região Sudeste e Nacional). Em relação ao esgoto, os dois municípios estão longe da meta de universalização, que, de acordo com o novo marco legal do saneamento, lei 14.026/2020, é de 90% de esgoto tratado até 2033. A tabela 01 mostra a situação dos municípios, do Estado de Minas Gerais, da Região Sudeste e do Brasil em relação a cobertura dos serviços de água potável e esgoto tratado no ano de 2024.

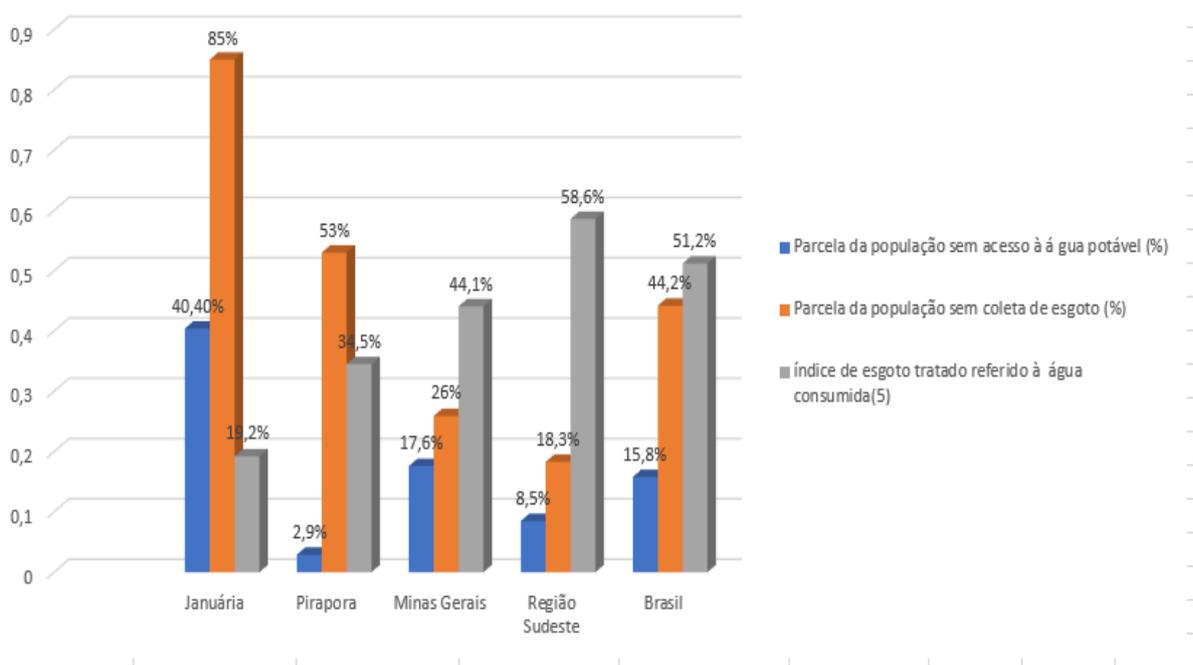
Tabela 1: Cobertura dos serviços de saneamento entre os municípios e demais localizações

Localidade	Parcela da população sem acesso à água potável (%)	Parcela da população sem coleta de esgoto (%)	Índice de esgoto tratado referido à água consumida (5)
Januária	40,40%	85%	19,2%
Pirapora	2,9%	53%	34,5%
Minas Gerais	17,6%	26%	44,1%
Região Sudeste	8,5%	18,3%	58,6%
Brasil	15,8%	44,2%	51,2%

Fonte: Trata Brasil, 2023.

A Figura 2 permite uma visão sobre a parcela da população sem acesso a água potável conforme registro na tabela 3.

Figura 2: Percentual de acesso a água e esgoto



Fonte: Trata Brasil, 2023.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de eficiência na prestação dos serviços de saneamento pelos municípios, após a aplicação da metodologia DEA, são apresentados a seguir em que as variáveis são as seguintes: DMU A = País; DMU B = Estado de MG; DMU C = Januária; DMU D = Pirapora; Consumo e Preço.

6.1 Dados de Análise sobre a Eficiência Januária

6.1.1 Abastecimento de água

O abastecimento de água potável é constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição. No decreto nº 7.217/2010 (art. 4º), detalha-se que são incluídas as atividades de reservação, captação e adução da água bruta, tratamento da água, adução da água tratada e reservação da água tratada.

No município de Januária, o consumo médio per capita é acima da média nacional, e o preço por metro cúbico de água é 7,18% maior comparado ao país.

Tabela 2: Média de consumo habitante/dia (*outputs 1*)

Locais	Município	Estado	País
Consumo médio per capita	146,1 litros hab/dia	163,09 litros hab/dia	143,79 litros hab/dia

Tarifa média de água	R\$/m ³ 5,26	R\$/m ³ 4,50	R\$/m ³ 4,91
----------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Fonte: SNIS, 2021.

Tabela 3: Extensão de rede (*outputs 2*)

Extensão de rede de água e esgoto - (KM)			
	Januária	Minas Gerais	Brasil
Água	318,13	95.216,57	753.240,20
Esgoto	105,86	68.568,32	364.969,05

Fonte: SNIS, 2021.

Tabela 4: Ligações ativas (*outputs 3*)

Locais	Município	Estado	País
Índice de hidrometração	99,99%	90,29%	86,52%

Fonte: SNIS, 2021.

O prestador de serviços de saneamento básico em Januária mede o consumo de 99,99% das economias que possuem os hidrômetros, com perda de 24,71 % antes de chegar às economias de toda água captada. Vale ressaltar que pode ocorrer um superdimensionamento nestes dados pois, são dados autodeclarados pelos prestadores na plataforma do SNIS.

6.1.2 Esgotamento sanitário

Verifica-se que 15,01% da população total de Januária tem acesso aos serviços de esgotamento sanitário (Tabela 5). A média do estado de Minas Gerais é 77,9% e a do país, 66,95% conforme dados do SNIS.

O município de Januária possui 51,15% de seu esgoto manejado de forma adequada, por meio de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou de soluções individuais. Do restante, 48,85% não são tratados nem coletados, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Índice de tratamento de esgoto Januária

ÍNDICES	Município	Estado	País
Índice sem atendimento, sem coleta e sem tratamento	48,85%	13,05%	20,46%
Índice de atendimento por solução Individual	28,77%	3,05%	7,79%
Índice de atendimento com coleta e sem tratamento	...	46,4	18,87%
Índice de atendimento com coleta e com tratamento	22,77%	18,74%	35,3%

Fonte: SNIS, 2021.

6.2 Dados de Análise sobre a Eficiência em Pirapora MG

O abastecimento de água potável é constituído pelas atividades, pelas infraestruturas e pelas instalações necessárias ao abastecimento desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição. No decreto n° 7.217/2010 (art. 4°), detalha-se que são incluídas as atividades de reservação, captação e adução da água bruta, tratamento da água, adução da água tratada e reservação da água tratada.

No município de Pirapora, o prestador dos serviços de saneamento básico mede o consumo de 99,98% das economias de água, que são todos os estabelecimentos que possuem hidrômetro. O índice de perdas de águas é de 45,49% de toda água captada e se perde antes de chegar nas economias (Tabela 6).

Tabela 6: Média de consumo (*outputs 1*)

Locais	Município	Estado	País
Consumo médio per capita	183,5 litros habitante/dia	163,09 litros habitante/dia	143,79 litros habitante/dia
Tarifa média de água	R\$/m ³ 3,38	R\$/m ³ 4,50	R\$/m ³ 4,91

Fonte: SNIS, 2021.

Na Tabela 7, destaca a extensão de rede de água e esgoto em quilômetros, estes dados foram utilizados como indicadores de saída, ou seja; *outputs* nas DMUs Pirapora, Minas Gerais e Brasil.

Tabela 7: Extensão de rede (*outputs 2*)

Extensão de rede de água e esgoto - (KM)			
	Pirapora	Minas Gerais	Brasil
Água	336,52	95.216,57	753.240,20
Esgoto	144,06	68.568,32	364.969,05

Fonte: SNIS, 2021.

Na Tabela 8, registra-se o número de ligações ativas, estes números também são indicadores de saídas (*outputs*) que auxiliam na aferição da eficiência dos serviços.

Tabela 8: Ligações ativas (*outputs 3*)

Locais	Município	Estado	País
Índice de hidrometração	99,98%	90,29%	86,52%

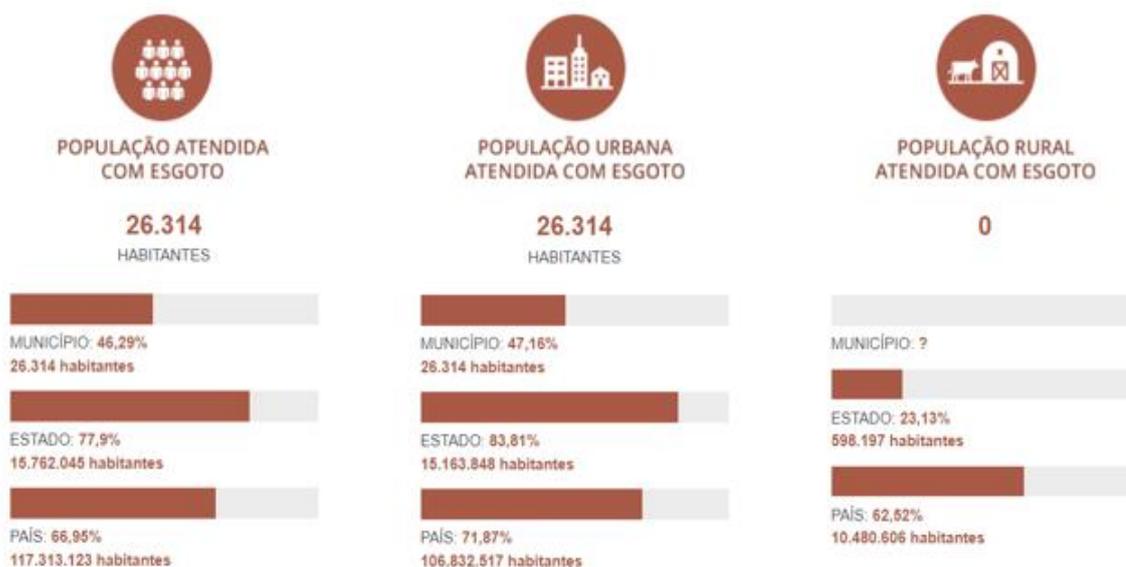
Fonte: SNIS, 2021.

6.2.1 Esgotamento sanitário

6.2.1.1 Acesso

No que concerne ao acesso à água, 46,29% da população total de PIRAPORA têm acesso aos serviços de esgotamento sanitário. A média do estado de Minas Gerais é de 77,9% e a do país, de 66,95% conforme apresentada na Figura 3.

Figura 3: Populações atendidas com água e esgoto



Fonte: SNIS, 2021.

6.2.1.2 Coleta x tratamento

Pirapora possui 48,72% de seu esgoto gerenciado de forma adequada, por meio de sistemas centralizados de coleta e tratamento ou de soluções individuais. Do restante, 51,28% não é tratado nem coletado.

Tabela 9: Índices de coleta e tratamento

Localidades	Município	Estado	País
Índice sem atendimento, sem coleta e sem tratamento	51,28%	13,05%	20,46%
Índice de Atendimento por solução Individual	2,72%	3,05%	7,79%
Índice de atendimento com coleta e sem tratamento	0	46,4	18,87%
Índice de atendimento com coleta e com tratamento	46%	18,74%	35,3%

Fonte: SNIS, 2021.

6.2.2 Consumo e preço

Em Pirapora (MG), o consumo médio per capita é acima da média do país, e o preço por m³ de água é 31,13% menor comparado ao país. 97,15% da população total de Pirapora tem acesso aos serviços de abastecimento de água. A média do estado de Minas Gerais é 82,4% e a do país, 84,2%.

Em relação ao quesito de eficiência, os dados são insipientes ou assimétricos para que se possa chegar a um denominador. Utilizam-se os indicadores mais comum entre as dissertações, os artigos e os estudos sobre o tema, tais como os indicadores utilizados no SNIS.

Os dados tabulados pela metodologia DEA apresentam os seguintes resultados para os DMUs (município de Januária, Pirapora, Estado de Minas Gerais e Brasil) – ver Figura 4 a Tabela 10.

Na figura 4, utilizando o modelo de “*Scale efficiency measurement*” tradução livre “Medida de eficiência de escala”, aponta para serviços eficientes em todos os DMUs, Brasil 100%, Minas Gerais 83,8%, Januária 50,9% e Pirapora 52,2%

Figura 4: Tabulação da eficiência dos serviços saneamento no DEA

Project: **TABULAÇÃO PESQUISA EFICEINCIA SERVIÇOS SANEAMENTO BÁSICO** Model:
Scale Efficiency Measurement Report Name:
 Show All [MPSS](#) [Inefficient](#)

	Efficiency	Graph	✓
DMU1 BRASIL	100 %	100%	✓
DMU2 MG	83.8 %	84%	1
DMU3 JANUÁRIA	50.9 %	51%	↓
DMU4 PIRAPORA	52.2 %	52%	

✓ : MPSS

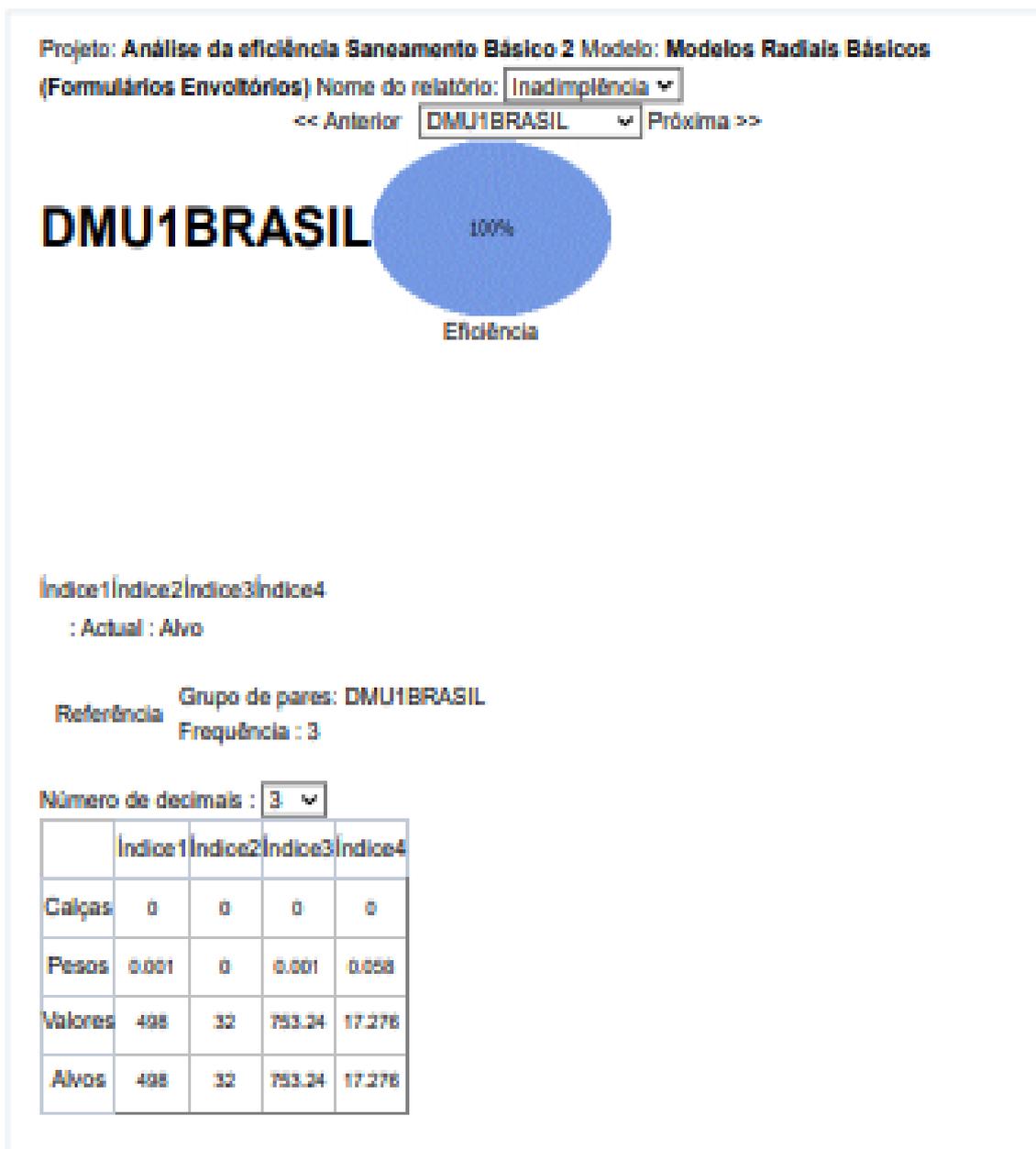
* : Weak Efficient

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Esses resultados permitiram identificar e reconhecer os serviços prestados como eficientes de acordo com o modelo “*Scale efficiency measurement*” tradução livre “Medida de eficiência de escala”, utilizando as variáveis e indicadores do SNIS 2021.

Na Figura 5, após a contrarreferência, os resultados se repetem, nas DMUs, Brasil 100%, Minas Gerais 83,8%, Januária 50,9% e Pirapora 52,2%

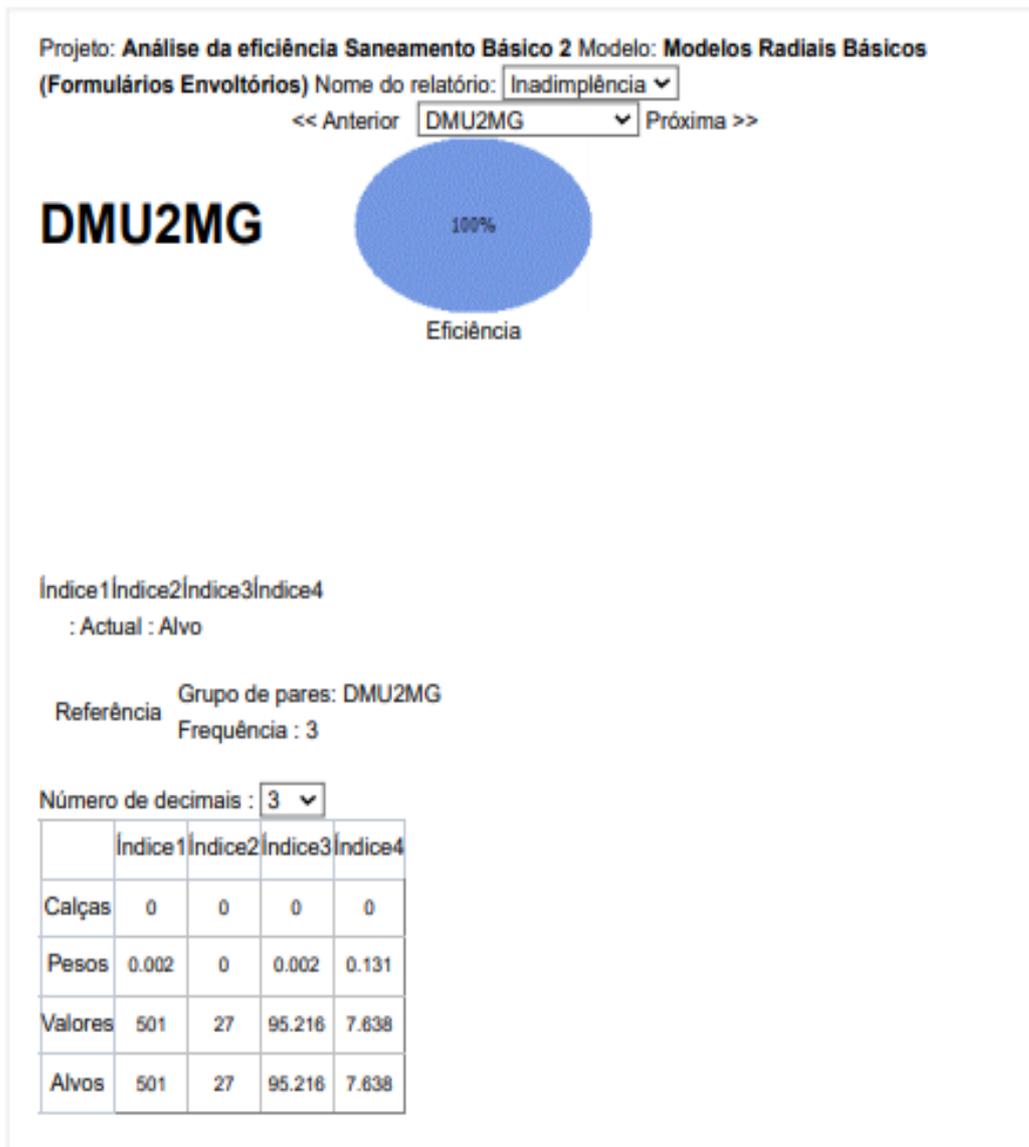
Figura 5: Análise da eficiência nos serviços de Saneamento de acordo com o DEA



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Na Figura 6, os modelos radiais básicos, tem-se o nível de eficiência na DMU Minas Gerais, que também alcança o ponto de 100% nesta escala.

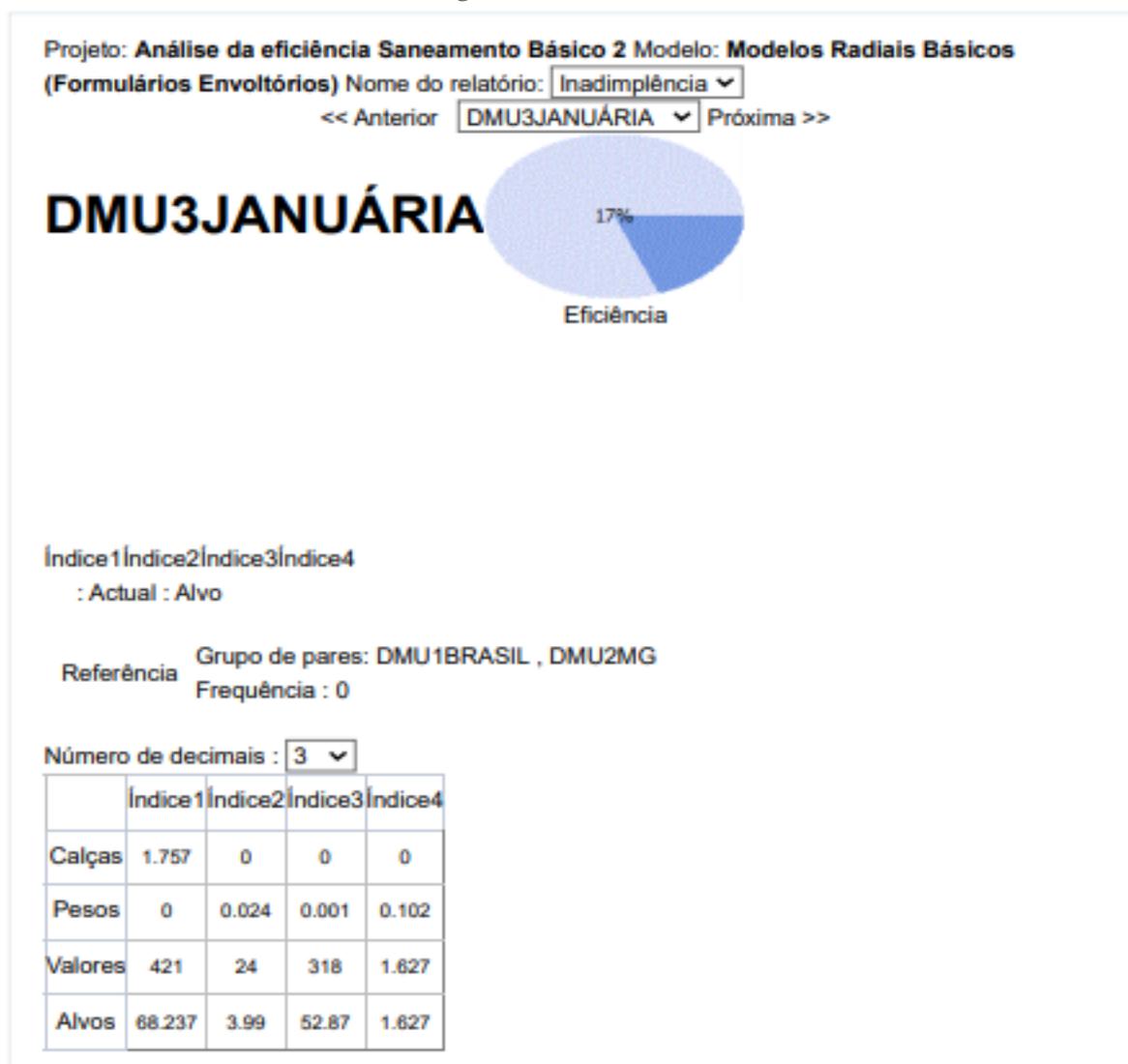
Figura 6: DMU2 MG



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Na Figura 7 o modelo radial básico, tem-se o nível de eficiência na DMU do município de Januária. Esta DMU, ao contrário das anteriores, alcança apenas 17 % de eficiência, entretanto dentro da escala do modelo de radiais básicos pode ser considerada eficiente.

Figura 7: DMU3 Januária



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

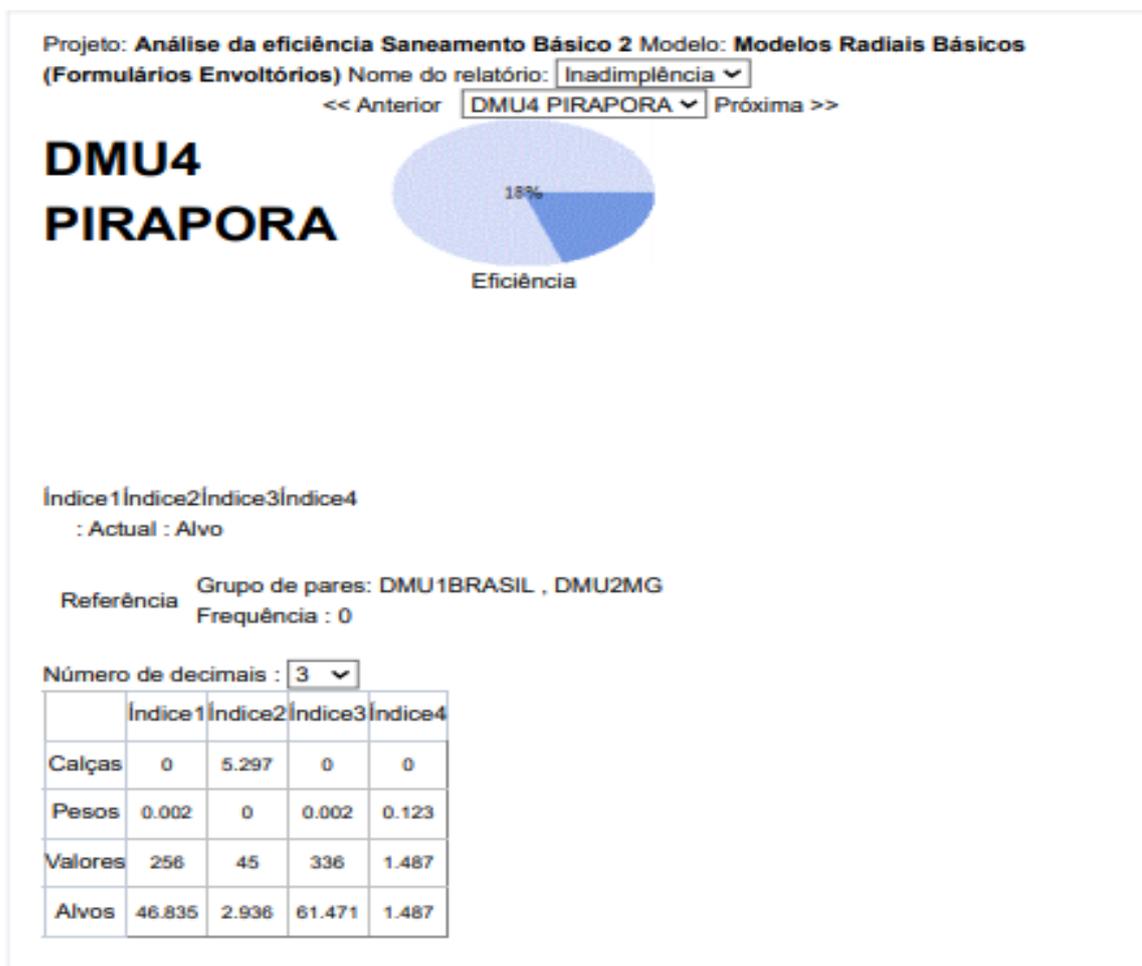
Na Figura 8 a DMU do município de Pirapora alcançou o ponto do nível de eficiência apenas 18 % de eficiência, porém, conforme DMU anterior do município de Januária, também pode ser considerado eficiente dentro dos parâmetros do modelo de radiais básicos.

Como o objetivo é determinar os níveis de eficiência dos serviços de saneamento das DMUs (Brasil; Minas Gerais; Januária e Pirapora), adotou-se, como já indicado, o custo operacional (Opex) como o insumo.

As informações disponíveis no SNIS referentes ao custo operacional dizem respeito à somatória, a saber: despesas com pessoal próprio, despesa com produtos químicos, despesa com energia elétrica e despesa com serviços de terceiros. Os indicadores foram: extensão de rede de água e esgoto; número de economia ativas; consumo; custos com a prestação desses

serviços. Esses indicadores normalmente permitem aferir a eficiência dos serviços de saneamento básico, o que também é feito pelo Instituto Trata Brasil.

Figura 8: DMU 04 Pirapora

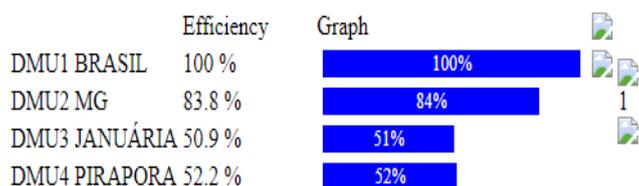


Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

As DMUs Brasil e MG se caracterizaram 100% (cem) por cento eficiente em relação aos municípios conforme a Figura 9, ao passo que as DMUs Januária e Pirapora mantêm eficiências fracas, conforme abaixo demonstrado.

Figura 9: Análise da eficiência – modelo “ Scale eficiente”

Project: TABULAÇÃO PESQUISA EFICEINCIA SERVIÇOS SANEAMENTO BÁSICO Model: Scale Efficiency Measurement
 Show All [MPSS](#) [Inefficients](#)



: MPSS
 * : Weak Efficient

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

A Figura 10 apresenta, por sua vez, a eficiência global dos municípios de Januária e Pirapora. Percebe-se uma ligeira superioridade do município de Pirapora. Isso pode ser explicado em função do custo operacional OPEX ser inferior ao custo operacional OPEX de Januária.

Figura 10: Análise da eficiência modelo Radial Básico

Project: Analise da eficiencia Saneamento Básico 2 Model: Basic Radial Models (Envelopment Forms) Report Name:

	Efficiency	DMU1BRASIL	DMU2MG	DMU3JANUÁRIA	DMU4 PIRAPORA
DMU1BRASIL	100	100	100	16.405	18.295
DMU2MG	100	100	100	16.405	18.295
DMU3JANUÁRIA	16.626	100	100	16.626	9.909
DMU4 PIRAPORA	18.295	100	100	16.405	18.295

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

De acordo a metodologia DEA, utilizando dois de seus modelos, ou seja, o modelo de “Basic Radial Models, e modelo “ Scale eficiente” todas as DMUs são eficientes, utilizando os indicadores que estão na base do SNIS. Vale ressaltar que estes indicadores são predominantes quando se trata de aferir a eficiência dos serviços de saneamento por meio do DEA:

- Quantidade de ligações ativas
- Índice de Perdas na Distribuição
- Extensão de rede em KM
- Custo Geral saneamento 2021

Por meio destes indicadores foi possível aferir os seguintes índices como resultados:

- Índice sem atendimento, sem coleta e sem tratamento
- Índice de atendimento por solução Individual
- Índice de atendimento com coleta e sem tratamento
- Índice de atendimento com coleta e com tratamento

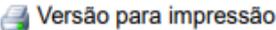
6.3 Dados tabulados no DEA com o indicador de “índice de perdas”

De acordo com a literatura, a assimetria da informação é caracterizada pelo “risco moral e seleção adversa”. Estas características conforme conceituadas no referencial teórica são consequências do comportamento de uma das partes da relação contratual onde as atitudes comportamentais e a seletividade de informações privilegiadas atuam em favor de umas das partes para obter vantagens sobre a outra parte. Isto posto, fica nítido o risco moral e a seleção adversa nos estudos que apontam a eficiência dos serviços de saneamento básico. Este trabalho mensurou a eficiência dos serviços no software Simdea dentro da metodologia DEA mas substituindo apenas um dos indicadores, inserindo o indicador de perdas na distribuição e o resultado que outrora era tido como eficiente, foi significativamente alterado, resultado em não eficiente conforme a figura 10.

Resultados da análise DEA com os indicadores – a saber: economias ativas por pessoal, índice de perdas na distribuição, extensão de rede de água e custo geral com saneamento – apontam para uma relativa eficiência dos serviços, conforme dados abaixo (Figuras 11 a 16):

Na Figura 11, aplicando a metodologia com o uso do peso “frequência”, com o indicador de índice de perdas, apenas duas DMUs são consideradas eficientes, enquanto as outras duas estão numa escala de relativa eficiência.

Figura 11: indicadores por frequência no modelo radial básico

Projeto: **Análise da eficiência Saneamento Básico 2** Modelo: **Modelos Radiais Básicos (Formulários Envolvórios)** Nome do relatório: 

	Grupo de pares	Freqüências	✓	↑
DMU1BRASIL	DMU1BRASIL	3	✓	
DMU2MG	DMU2MG	3	✓	
DMU3JANUÁRIA	DMU1BRASIL,DMU2MG	0		↓
DMU4 PIRAPORA	DMU1BRASIL,DMU2MG	0		1º

✓ :Referenciado

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

De acordo com a Figura 12, nenhuma das unidades de tomadas de decisão (DMUs) alcançaram os índices de eficiência tendo em vista que de acordo com os parâmetros, seria necessário alcançar o peso superior ao índice 1(um). Entretanto, todos obtiveram índices inferiores conforme demonstrado nos resultados na Figura 12, o que indicaria que em termos gerais, os serviços de Saneamento, em todas as esferas, Federal, estadual e municipal, estão defasados em relação aos quatro índices avaliados. Ou seja, com a utilização de vários indicadores, sem o uso da seleção adversa(onde escolhe o indicador que afete os resultados), a eficiência se torna questionável.

Figura 12: Análise da eficiência modelo radial básico

Project: **Análise da eficiência Saneamento Básico 2** Model: **Basic Radial Models (Envelopment Forms)**
 Report Name:

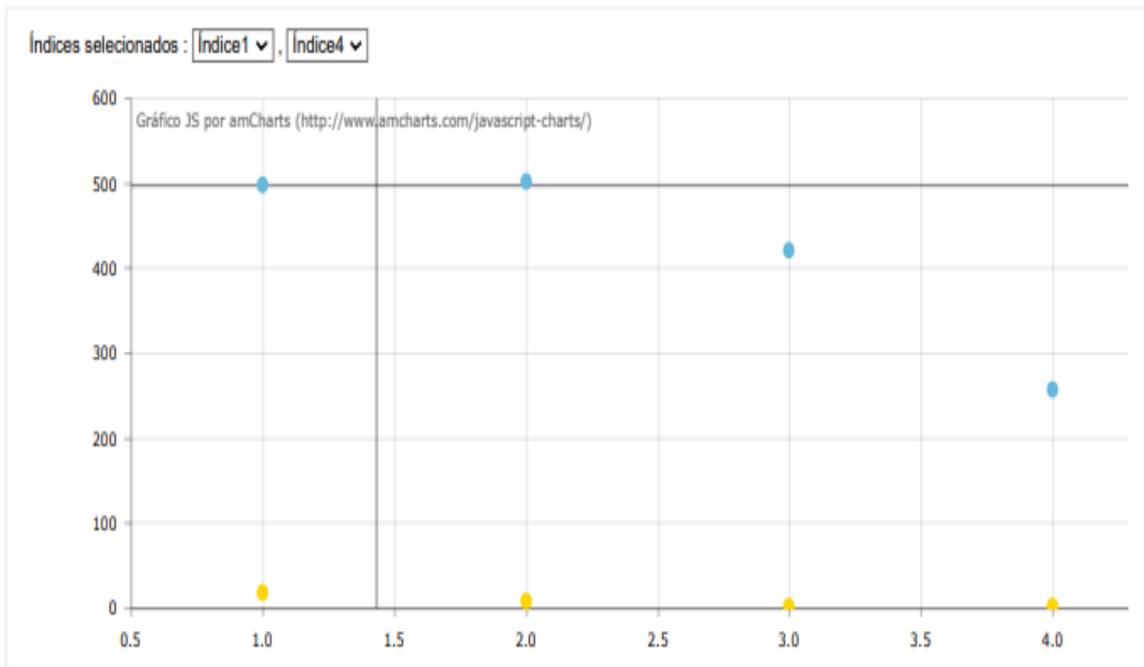
	Index1	Index2	Index3	Index4	
DMU1BRASIL	0.001	0	0.001	0.058	↑
DMU2MG	0.002	0	0.002	0.131	1
DMU3JANUÁRIA	0	0.024	0.001	0.102	↓
DMU4 PIRAPORA	0.002	0	0.002	0.123	
← 1 →					

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

O risco moral como característica da assimetria da informação fica evidente pois a análise de eficiência não pode sofrer por comportamentos alheios ao uso de ferramentas que de alguma forma intencional ou não, não se utilize de um variado universo de indicadores disponível na base de dados do SNIS que devem ser utilizados na aferição da qualidade e eficiência dos serviços de saneamento básico.

Os índices abaixo de eficiência quando se utiliza o indicador de perdas não alcança os pontos necessários para que possa ser caracterizado como serviços eficientes, isto, porque o índice de perdas como indicar da eficiência compromete os resultados positivos, pois o indicador de perdas é muito alto conforme a Figura 13 aponta.

Figura 13: Análise da eficiência com indicador de perdas e desperdícios



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Desta forma, a metodologia DEA quando utilizada independente de seus modelos, quer seja se utiliza o modelo de “Basic Radial Models ou modelo “ Scale eficiente”, os resultados serão realísticos de acordo com os indicadores que foram aferidos e não de acordo com o modelo adotado. Só a título de ilustração, na tabela 14, registra os indicadores que foram utilizados e tabulados no DEA e que apontaram a não eficiência dos serviços prestados dentro das unidades de tomadas de decisões - DMUs, ou seja:

Input 01 = Economias ativas por pessoal;

Input 02 = Índice de Perdas na Distribuição

Input 03 = Extensão de rede de água

Output 01 = Custos geral com saneamento

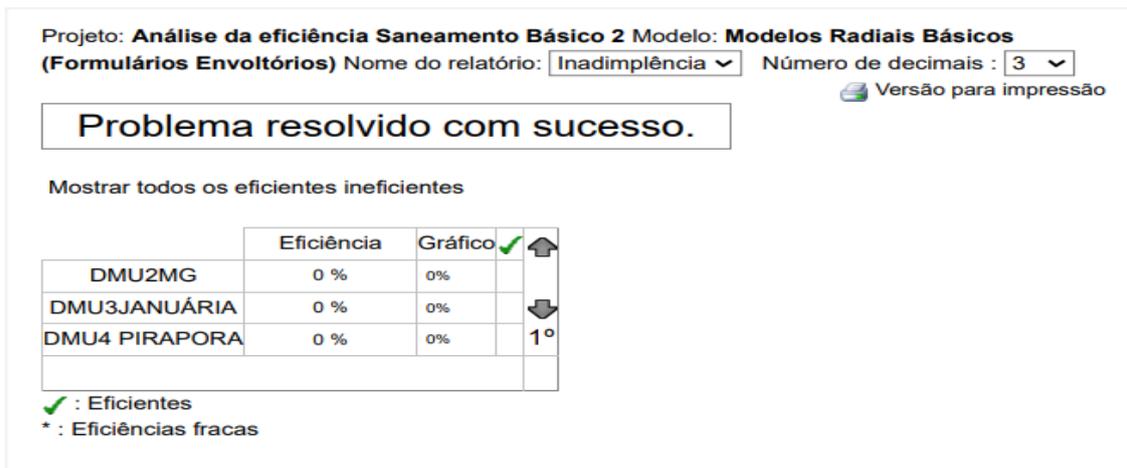
Tabela 14: Indicadores que demonstram a não eficiência

	A	B	C	D	E
1		INPUT 1	INPUT 2	INPUT 3	OUTPUT 1
2	DMU 1	498.76	32,51%	753.240,20	72.076.112.610,73
3	DMU2	501.59	27,28%	95.216,57	7.638.447.130,47
4	DMU3	421.32	24,71%	318,13	15.489.981,93
5	DMU 4	256.46	45,69%	336,52	16.771.351,04

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Após tabular e mensurar os indicadores de entradas (*inputs*) mesmo no modelo de radiais básicos, porém com o indicador de “Índice de Perdas na Distribuição”, todas as DMUs obtiveram índice 0 % (zero) em relação a eficiência dos serviços, conforme Figura 14.

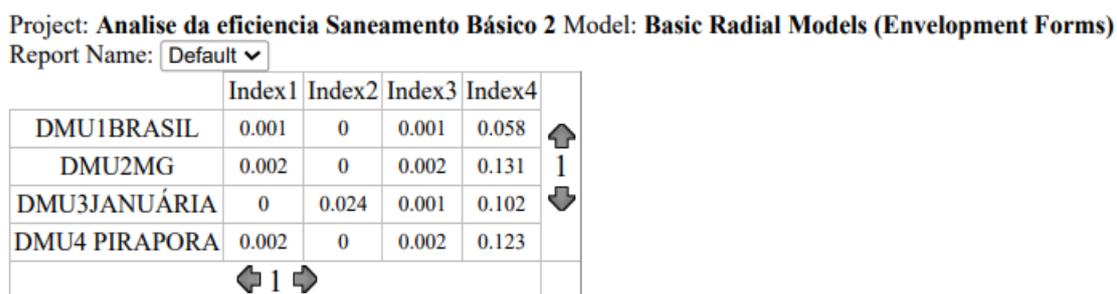
Figura 14: Análise da eficiência modelo radiais básicos



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

De acordo com Alcântra, Sant’ Anna e Lins (2010), os pesos representam um valor relativo que proporciona o melhor escore possível para uma determinada unidade. Além disso, esse sistema de pesos deve garantir que, para todas as unidades, nenhum alcançou um escore de eficiência acima da unidade. Nessas condições, é comum algum fator de menor relevância adquirir um peso relativamente alto, gerando uma unidade eficiente basicamente às custas desse fator. Por outro lado, atribui-se peso nulo a fatores mais relevantes, o que é inaceitável do ponto de vista prático, ou seja, a assimetria da informação prevalece quando não faz uso de todas as informações disponíveis no propósito de aferir a eficiência dos serviços de saneamento básico, conforme Figura 15:

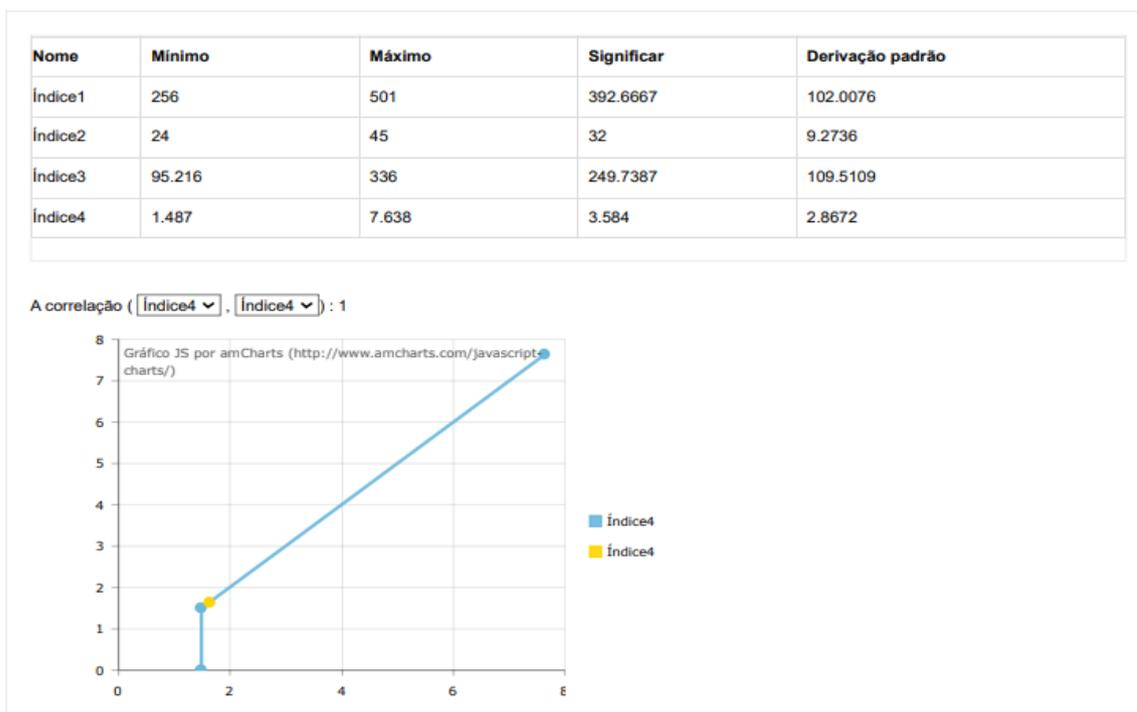
Figura 15: Análise de eficiência modelo Radial básico



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Quando se observam os resultados na Figura 16, percebe-se que os indicadores não alcançaram padrões de eficiência de acordo com as referências da metodologia DEA. Nesta figura está o resultado do software quando solicitado a análise da eficiência utilizando um indicador divergente dos indicadores mais utilizados no processo de análise da eficiência dos serviços de saneamento.

Figura 16: Análise de eficiência DEA



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Figura 17: Análise de eficiência com os indicadores inputs e outputs



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Com os indicadores acrescidos do indicador de perdas e desperdícios, na metodologia DEA, o peso precisava ser superior a 0, atingindo o fator 1 para ser positiva a eficiência. Entretanto, de acordo com resultado da tabulação no software, o resultado foi 0 (zero), logo não é eficiente, conforme Figura 18:

Figura 18: Análise das DMUS com indicadores acrescidos do índice de perdas

Projeto: **Análise da eficiência Saneamento Básico 2** Modelo: **Modelos Radiais Básicos**
 (Formulários Envolvórios) Nome do relatório: Número de decimais : [Versão para impressão](#)

	Índice1	Índice2	Índice3	Índice4	
DMU2MG	0	0	0	0	↑
DMU3JANUÁRIA	0	0	0	0	↓
DMU4 PIRAPORA	0	0	0	0	1º
← → 1º					

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Como resultados dos dados relacionados às DMUS 2 MG, 3 Januária e 4 Pirapora, utilizando o modelo radiais básicos para comparar desempenho dos serviços, nenhuma da DMUs alcançou o peso necessário, pois, precisava ser superior a 0, atingindo o fator 1 para ser positiva a eficiência. Entretanto, de acordo com resultado da tabulação no software, o resultado foi 0 (zero), logo não é eficiente, conforme Figura 19:

Figura 19: Análise entre as DMUs modelo radiais

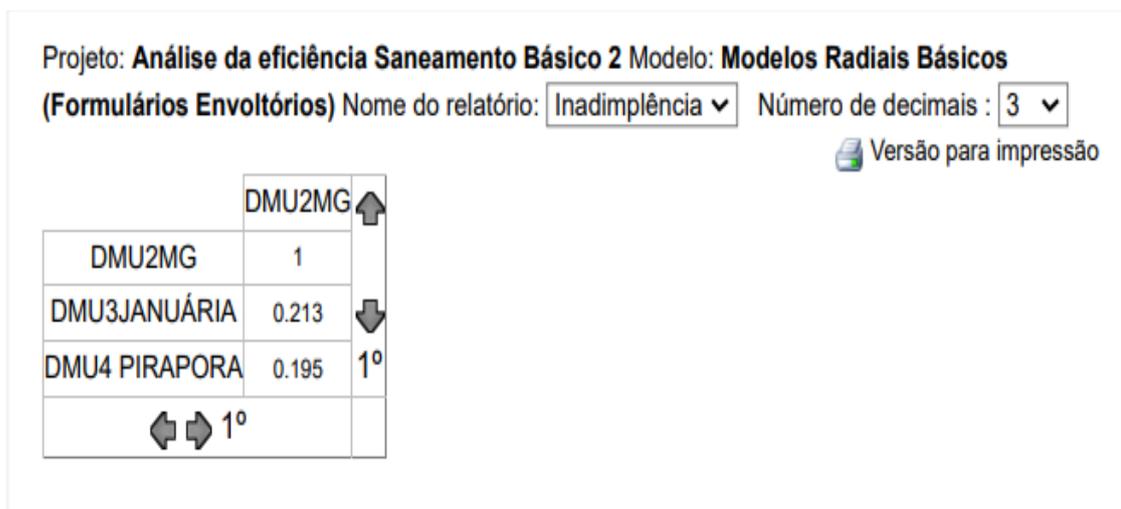
Projeto: **Análise da eficiência Saneamento Básico 2** Modelo: **Modelos Radiais Básicos**
 (Formulários Envolvórios) Nome do relatório: Número de decimais : [Versão para impressão](#)

	Eficiência	DMU2MG	DMU3JANUÁRIA	DMU4 PIRAPORA	
DMU2MG	0	Nan	Nan	Nan	↑
DMU3JANUÁRIA	0	Nan	Nan	Nan	↓
DMU4 PIRAPORA	0	Nan	Nan	Nan	1º
← → 1º					

Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Aplicando uma contrarreferência, o fator *Lambda* precisaria ser mais que 0,5 (meio) para demonstrar eficiência, o que também não ocorreu conforme a Figura 19 e 20.

Figura 20: Aplicando o fator lambda nas DMUs

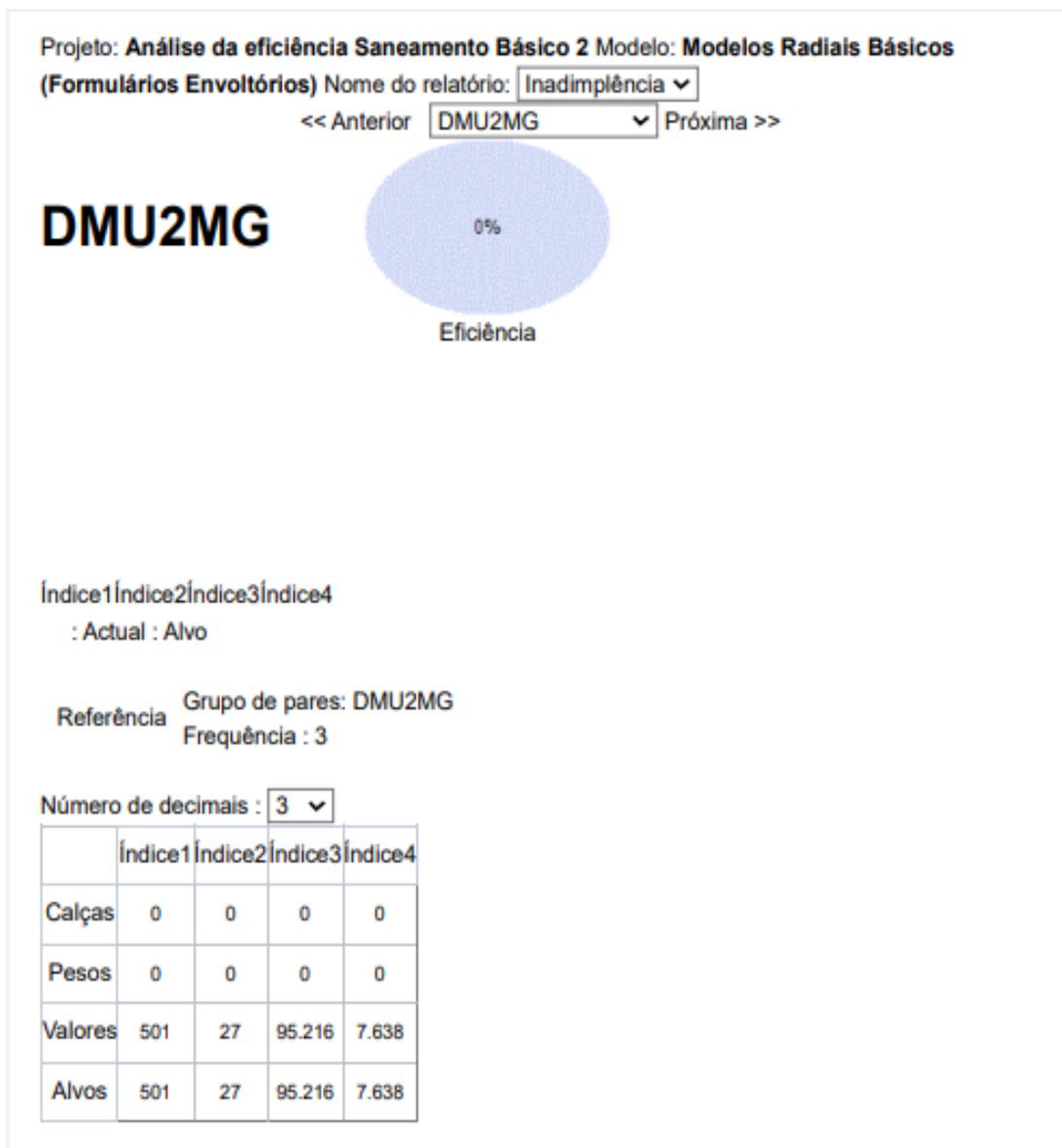


Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

6.3.1 Análise individualizada

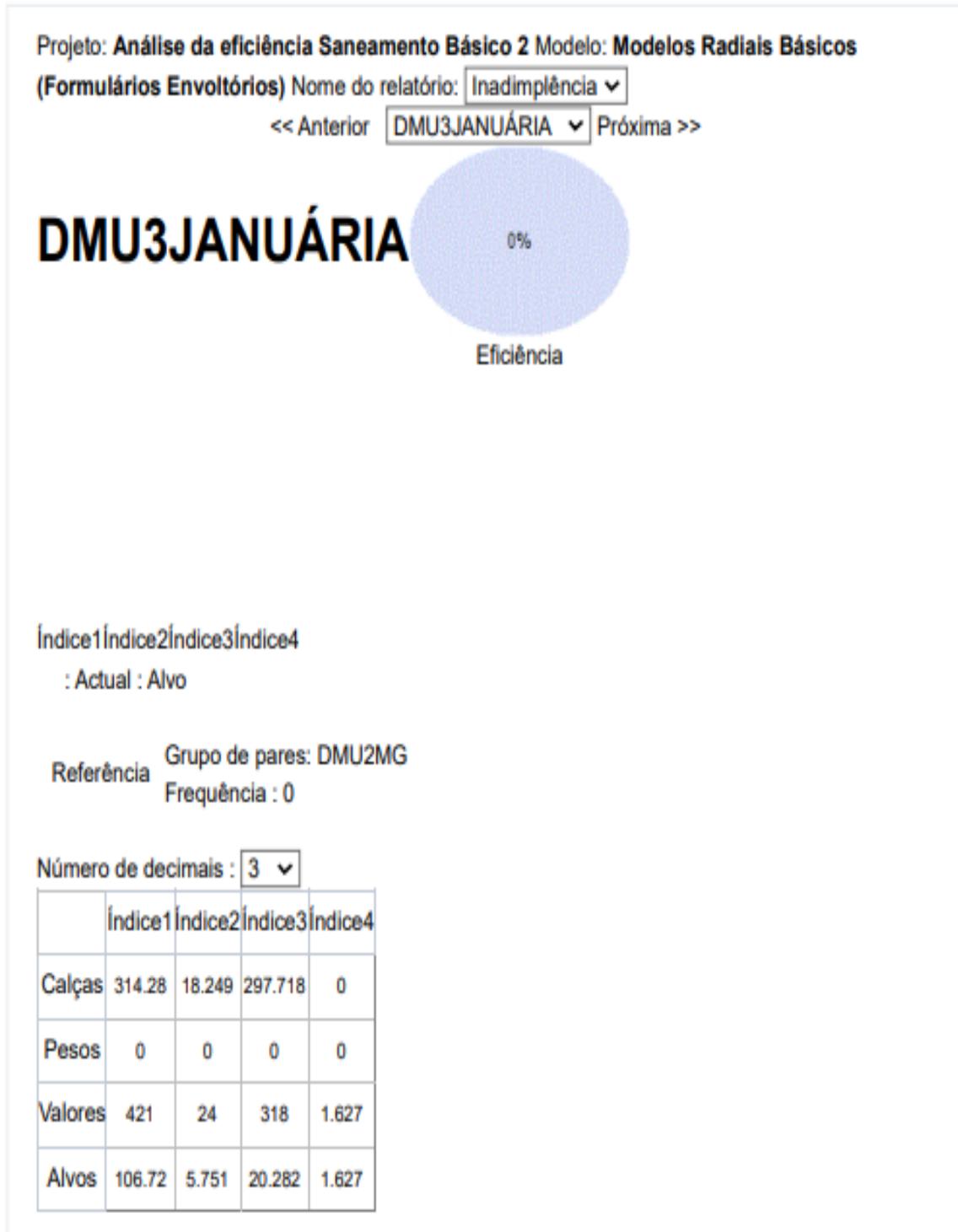
Comparando os resultados processados no software, as figuras 21 e 22 demonstram os resultados por DMUs evidenciando que quando levado em consideração indicador de “índice de perdas”, os serviços se tornam ineficientes. O que não deixa de ser uma verdade pois, qualquer produção de serviços que perde quase 50% de sua produção, não pode ser considerado eficiente.

Figura 21: DMU 02



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Figura 22: DMU 0



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Em relação à análise com os mesmos indicadores para o município de Pirapora, os resultados são semelhantes aos resultados da DMU 02 (do estado de Minas Gerais), portanto não há eficiência, conforme análise dos mesmos indicadores.

6.4 Os resultados DEA comparando Januária X Pirapora em eficiência:

Apresentam-se aqui os resultados comparativos entre os dois municípios avaliados. Nota-se que o index 3, que é entrada do indicador “extensão de rede”, apresentou um maior valor em Pirapora, o que pode ser inferido como um melhor desempenho em relação a Januária. (Figura 23). Em contraste, o índice 1 foi maior em Januária, o que indica uma maior.

Nota-se também que uma análise somente sobre uma determinada variável ou índice, nesse caso, não reflete o cenário de atendimento dos serviços de Saneamento, o que pode ser identificado como uma assimetria da informação. A exemplificar, o alto valor do índice 3 em Minas Gerais pode ser explicado pela própria extensão territorial do estado com seus 853 municípios, o que não implica necessariamente em um atendimento excelente ou cobertura dos serviços de água e esgoto.

Figura 23: DMU 02,03 e 04 comparadas.

Projeto : **Análise da eficiência Saneamento Básico 2** (DataEntry.aspx?PID=243144)

Adicionar

Estadísticas de Dados (Datastat.aspx?PID=243144)

Nome	Ativo	Index1	Index2	Index3	Index4	
Unidade		<input type="button" value="Entrada"/>	<input type="button" value="Entrada"/>	<input type="button" value="Entrada"/>	<input type="button" value="Saída"/>	
DMU2MC	<input checked="" type="checkbox"/>	501	27	95.216	7.638	<input type="button" value="Excluir"/>
DMU3JAI	<input checked="" type="checkbox"/>	421	24	318	1.627	<input type="button" value="Excluir"/>
DMU4 PII	<input checked="" type="checkbox"/>	256	45	336	1.487	<input type="button" value="Excluir"/>
		<input type="button" value="Excluir"/>	<input type="button" value="Excluir"/>	<input type="button" value="Excluir"/>	<input type="button" value="Excluir"/>	

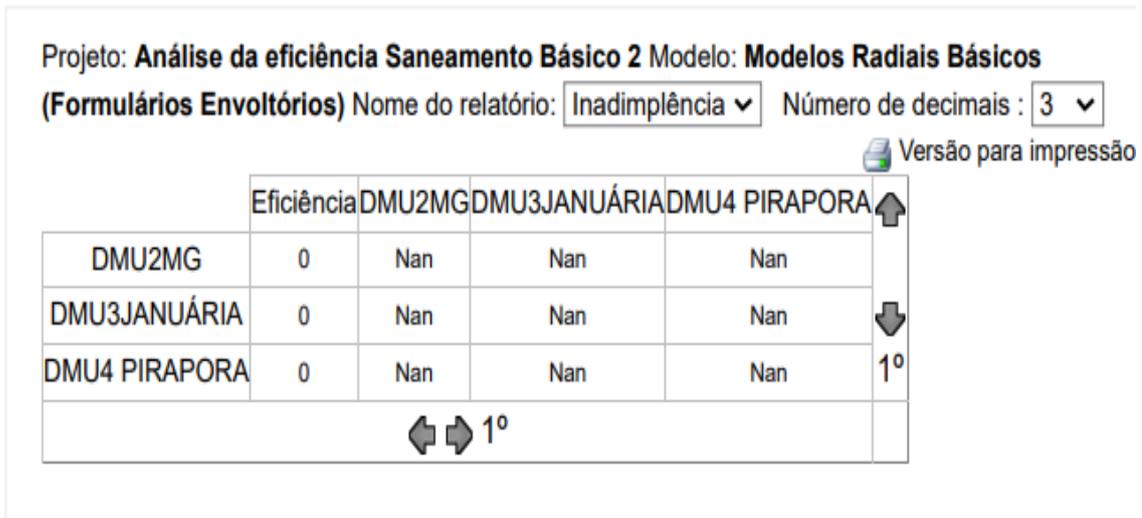
< 1 (DataEntry.aspx?pid=243144&start=0&PRDID=-1)>

Importação: [?]

Nenhum arquivo escolhido

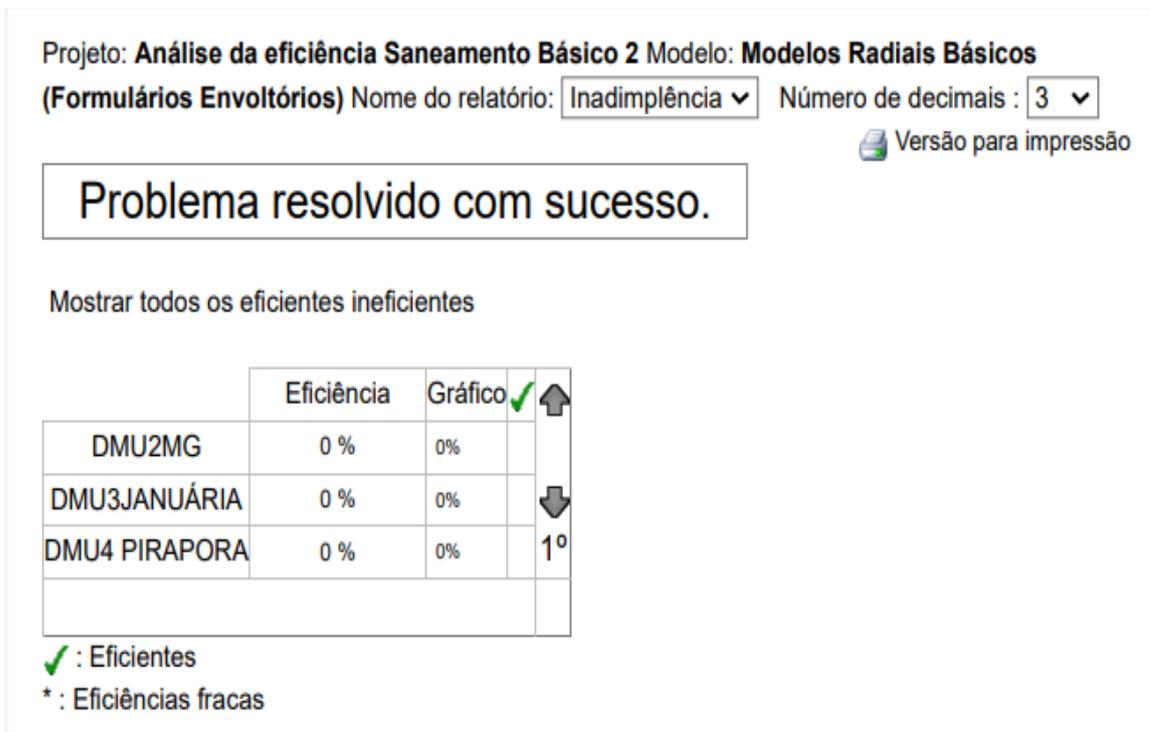
Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Figura 24: Análise das DMUS



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

Figura 25: Aplicando o fator lambda nas DMUs



Fonte: Autor no software Simdea, 2023/2024.

6.5 Impactos da assimetria na eficiência dos serviços

Emil e Peter (2022) relatam que os monopólios naturais não estão sujeitos às forças disciplinadoras de um mercado competitivo, portanto, são frequentemente assumidos como prestadores de serviços a custos demasiado elevados. Destacam que na Dinamarca, as empresas de redes nos setores da água, eletricidade e gás são exemplos de tais monopólios

naturais devido aos elevados custos fixos associados à construção das redes de distribuição e que na Europa, é comum utilizar regulamentos baseados em benchmarking, onde as receitas permitidas das empresas individuais são determinadas comparando os seus custos para os serviços prestados com os custos das melhores práticas que podem ser inferidos para todas as empresas da rede, desta forma a existência de informações precisas são fundamentais para aferir a eficiência e qualidade destes serviços.

A fim de conhecer os níveis de eficiência e potencialidades, este estudo de *benchmarking* objetivou verificar a eficiência dos serviços de saneamento básico nos municípios de Januária e Pirapora, no Norte de Minas. A análise de desempenho dos serviços independentemente dos operadores, assume relevância, pois permite a avaliação e o apoio ao processo regulatório e à tomada de decisões, bem como a definição de estratégias por parte dos agentes em busca da meta de universalização dos serviços de saneamento básico.

A análise através do *benchmarking* possibilitou identificar os processos, as práticas e os métodos gerenciais, levando-se em conta os indicadores de despesas de exploração dos serviços de água e esgoto, como *inputs* e volume de água consumido, extensão de rede de água e quantidade de ligações (economias) ativas como *outputs* – principais indicadores utilizados para aferição desses serviços no Brasil.

Embora existam duas classes de técnicas de análise de eficiência produtiva, 1) as análises paramétricas, apoiadas na função de produção, relacionam os inputs às máximas quantidades de outputs possíveis; e 2) as não paramétricas procuram aferir a eficiência a partir da construção empírica de uma fronteira de eficiência que serve de base para a análise da eficiência.

6.6 Impactos da assimetria nos resultados da regulação

Conforme já citado no referencial teórico deste trabalho, de acordo com a Teoria da Regulação, as características apresentadas no setor de regulação do saneamento básico configuram situações falhas de mercado, como poder de monopólio, externalidades, bens públicos e assimetria de informação, o que justificaria a regulação do setor.

Ao confrontar os dados obtidos dos municípios e comparando os custos incorridos na prestação de serviços e preços praticados, existem discrepâncias de valores, conforme dados apresentados na Figura 26.

Figura 26: Custos operacionais e receitas recorrentes

CUSTOS E DESPESAS								
Localidade	Tarifa média de água, em R\$ por m ³ (R\$/m ³) (SNIS) (2021)	Tarifa média de coleta de esgoto, em R\$ por m ³	Receita operacional direta de água, em R\$ (R\$) (SNIS) (2021)	Receita operacional direta de esgoto, em R\$ (R\$) (SNIS) (2021)	Receita operacional direta total, em R\$ (R\$) (SNIS) (2021)	Custo total dos operadores com produtos químicos, em R\$ (R\$) (SNIS) (2021)	Custo total dos operadores com energia elétrica, em R\$ (R\$) (SNIS) (2021)	Custo total dos operadores com serviços de terceiros, em R\$ (R\$) (SNIS) (2021)
Januária	5,26	5,70	11.319.610,04	3.234.971,67	14.786.048,83	255.367,21	1.107.121,89	952.730,42
Pirapora	3,38	2,70	16.790.977,00	3.405.902,99	21.369.188,13	815.771,21	2.068.829,47	1.234.595,80

Fonte: Autor, 2024.

Levando em conta as similaridades entre os municípios, conforme caracterização neste trabalho, os valores apontam divergências entre os preços praticados, custos operacionais incorridos e outros indicadores. Outros fatores que merecem destaques são os resultados conforme Figura 27.

Figura 27: Comparativo entre os Municípios, Região, Estado e Brasil Ano 2021

Comparativo entre os Municípios, Região, Estado e Brasil Ano 2021								
Localidades	Parcela da população sem acesso à água potável (%)	Parcela da população sem coleta de esgoto (%)	índice de esgoto tratado referido à água consumida(5)	Esgoto não tratado (mil m ³)	internações totais por doenças de veiculação hídrica (número internações)	Óbitos por doenças de veiculação hídrica (nº óbitos)	Renda das pessoas com saneamento (R\$ por mês)	Renda das pessoas sem saneamento (R\$ por mês)
Januária	40,40%	85%	19,2%	1.738,70	17	2		
Pirapora	2,9%	53%	34,5%	2.399,00	19	0		
Minas Gerais	17,6%	26%	44,1%	554.507,54	7.058	145	2.453,82	549,35
Brasil	15,8%	44,2%	51,2%	5.221.572,64	128.912	1.493	2.859,78	486,37

Fonte: Instituto Trata Brasil 22023

Fonte: Instituto Trata Brasil, 2023.

Estes resultados evidenciam que existem muitas lacunas em aberto, o que caracteriza a assimetria informacional. Essa assimetria demonstra efetivamente que a regulação é mais complexa do que se percebe, uma vez que, comparando as divergências de valores dos serviços prestados e seus resultados, entende-se que cada órgão de regulação tem seus fundamentos e motivos para permitir que os prestadores dos serviços em ambos os municípios possam praticar seus serviços em outros municípios com seus respectivos preços.

Por outro lado, em um país onde esses serviços são questionados pelos desperdícios e pela alocação inadequada dos recursos, é de se esperar que a regulação, nos termos da lei no 11.445/2007, atualizada pela 14.026/2020, contribua diretamente para a introdução de mecanismos de eficiência, assegurando qualidade a preços mais acessíveis, além de maior eficácia de acordo com a Tabela 12.

Tabela 12: Índice de perdas e desperdícios

DMUS	Quantidade de Ligações Ativas	Índice de Perdas na Distribuição	Custo Geral Saneamento 2021
BRASIL	498,76	32,51%	72.076.112.610,73
MG	501,59	27,28%	7.638.447.130,47
JANUÁRIA	421,32	24,71%	15.489.981,93
PIRAPORA	256,46	45,69%	16.771.351,04

Fonte: Trata Brasil, 2023.

Os dados apontam que existe um número expressivo de informações que extrapolam a base de cálculo que compõe a precificação dos serviços de saneamento e que muitos indicadores não são levados em consideração quando feita a aferição da eficiência de tais serviços. Analisando a tabela dos órgãos de regulação dos municípios de Januária e Pirapora, observa-se que existem algumas lacunas que, possivelmente, não constam na base de cálculo tarifário. Porém, as ausências dificultam o entendimento dos valores (preços) cobrados dos usuários. Na Tabela 13 nota-se que, do órgão de regulação de Pirapora existem poucos elementos para fundamentar os custos.

Tabela 13: Consumo de água

CATEGORIA DOMICILIAR (A)		CATEGORIA COMERCIAL (B)		CATEGORIA INDUSTRIAL (C)		CATEGORIA OUTROS (D)	
Faixa de Consumo(m ³)	Valores (R\$/m ³)	Faixa de Consumo(m ³)	Valores (R\$/m ³)	Faixa de Consumo(m ³)	Valores (R\$/m ³)	Faixa de Consumo(m ³)	Valores (R\$/m ³)
Até 15	3,2178	Até 30	4,0951	Até 60	5,1349	Até 20	6,612
16 a 20	4,6113	31 a 40	5,6885	61 a 75	5,6722	Maior 20	6,612
21 a 25	4,998	41 a 50	6,0014	76 a 100	7,1666		
26 a 30	5,3065	51 a 75	6,834	101 a 200	7,5834		
31 a 40	5,6885	76 a 100	7,1666	maior 200	8,5229		
41 a 50	6,0014	101 a 200	7,5834				
51 a 75	6,834	Maior 200	8,5229				
76 a 100	7,1666						
101 a 200	7,5834						
Maior que 200	8,5229						
ESGOTO							
A tarifa de esgoto corresponde a 50% do consumo de água para todos os usuários							

Fonte: ARISB-MG Nº 221, de 1º de dezembro de 2022.

Em sequência, a Tabela 14 apresenta os valores de tarifas praticados pelo órgão de regulação de Januária MG.

Tabela 14: Tarifas aplicáveis aos usuários – reajuste tarifário 2022

TARIFAS APLICADAS AOS USUÁRIOS - REAJUSTES TARIFÁRIO 2022				
Categorias	Faixas	Água	Esgoto	Unidade
RESIDENCIAL SOCIAL	Fixa	9,16	6,78	R\$/m ³
	0 a 5 m ³	1,05	79	R\$/m132
	5 a 10 m ³	2,248	1,664	R\$/m133
	10 a 15 m ³	3,483	2,578	R\$/m134
	15 a 20 m ³	4,756	3,52	R\$/m135
	m ³	12,099	8,953	R\$/m136
	40 m ³	14,761	10,922	R\$/m137
RESIDENCIAL SOCIAL	Fixa	20,37	15,07	R\$/m138
	0 a 5 m ³	2,11	1,56	R\$/m139
	5 a 10 m ³	4,496	3,327	R\$/m140
	10 a 15 m ³	6,968	5,156	R\$/m141
	15 a 20 m ³	9,515	7,039	R\$/m142
	20 a 40 m ³	12,099	8,953	R\$/m143

Fonte: Resolução ARSAE-MG N° 173, de 24 de novembro de 2022.

Em relação aos preços do órgão de regulação do município de Januária, também é perceptível a ausência de maiores informações para a devida precificação. Na verdade, não é qualquer cidadão que compreende tais informações.

Por outro lado, pergunta-se como os órgãos de regulação chegaram a tais valores? Embora as tabelas estabeleçam valores (precificações), não apontam os elementos de despesas que incorrem nas despesas necessárias. A lei determina o dever dos prestadores dos serviços de fornecer informações à entidade reguladora e aos usuários, bem como a obrigação do órgão de regulação dar publicidade aos relatórios, aos estudos, às decisões e aos demais instrumentos referentes à regulação, à fiscalização e aos direitos dos usuários dos serviços e dos fornecedores.

O objetivo desta ampla publicidade, como imposição legal, seria garantir informações adequadas à coletividade, viabilizando o funcionamento adequado dos serviços. A informação é crucial para qualquer tomada de decisão. Existe diferença, portanto, entre a informação necessária e a disponível. Porém, cabe interrogar novamente: os órgãos de regulação dispõem de informações necessárias e disponíveis para se estabelecer uma base de cálculo adequada que atenda a uma modicidade de tarifa justa, tarifa socialmente adequada?

A informação deve ajudar a determinar o custo de cada uma das estratégias. Para incrementar a eficácia e a eficiência da regulação, bem como para prevenir os problemas mencionados, é fundamental contar com agências reguladoras na devida independência. A lei 14.026, que atualizou o Marco Regulatório, delegou à Agência Nacional das Águas a

competência para a elaboração de normas sobre os aspectos regulatórios para garantir o funcionamento mais eficiente do mercado de saneamento básico.

Os órgãos de regulação convivem com duas situações distintas: a falta de informações necessárias e o excesso de informações desnecessárias, para as análises do componente da base de cálculo e demais serviços regulatórios. Daí a percepção de que a assimetria informação impacta negativamente a eficiência dos serviços de regulação e, por consequência, os serviços de prestação de saneamento básico.

Conclui-se que, em função das características físicas, econômicas e institucionais do setor de água e esgoto, é complicado o processo de estabelecimento efetivo de regulação dessa atividade em conformidade com os princípios legais vigentes, já que o índice de perdas é elevado, o que realmente poderia reduzir. As perdas na distribuição representam prejuízos para as companhias e para a sociedade em geral, principalmente para esta última, pois parte das perdas é repassada via tarifas, que constituem grandes problemas nos sistemas de abastecimento de água.

Diante do exposto, estabelecer metas que reflitam adequadamente a eficiência dos serviços de saneamento constitui uma tarefa árdua, uma vez que, em muitos serviços, persiste elevada assimetria de informação, o que reduz a assertividade de projeções mesmo em face de uma regulação setorial.

Independente da metodologia regulatória utilizada para definição das metas dos indicadores, a diluição do impacto da assimetria de informação aumenta o equilíbrio entre eficiência econômica e qualidade dos serviços e permite avanços consistentes nos níveis de desempenho da prestação de serviços.

Por fim, em um ambiente de incertezas, o impacto da assimetria informacional impacta significativamente os resultados dos serviços de saneamento, já que não permite ao regulador conhecer a capacidade real do prestador de serviços com relação ao aspecto em avaliação de forma a reduzir a assimetria de informações e ampliar a transparência do planejamento do prestador para a sociedade por ele atendida.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal analisar os possíveis impactos da assimetria da informação na eficiência dos serviços de saneamento básico. Neste sentido, discutiram-se fatores utilizados para aferir a eficiência, ou não, dos serviços nos Municípios de Januária, Pirapora, fazendo um contraponto com o Estado de Minas Gerais e o Brasil, ambos utilizados como *benchmarks*, a fim de que se tenha um parâmetro mais confiável.

Entretanto, há de se considerar que, no setor de saneamento, assim como nos demais setores de infraestrutura pública, predomina uma forte assimetria informacional apesar da atuação de agências reguladoras. Isso é de suma importância, pois as agências cumprem funções, como estabelecer normas, propor reajuste e revisão tarifária, fiscalizar as condições da infraestrutura e da arrecadação de tarifas entre outras que podem garantir a prestação do serviço de forma eficiente.

Um fator que merece destaque é em relação aos indicadores utilizados para aferir a eficiência dos serviços. As perdas e os desperdícios quando utilizadas como indicador, muda todo o cenário da eficiência. Utilizando da mesma metodologia DEA e substituindo um indicador, os resultados mudam significativamente. Diante disso, cabe questionar se a metodologia é confiável para avaliar, de fato, a eficiência dos serviços de saneamento básico. A questão apontada por este trabalho não diz respeito à metodologia DEA, mas aos indicadores utilizados para uma análise apurada.

Foi utilizada, dentro da metodologia DEA, o modelo “Radial Básico”. Entretanto, a simples alteração de um dos indicadores, a exemplo do indicador de “perdas e desperdícios”, impactou consideravelmente os resultados. Então, fica perceptível que o problema não está nas metodologias, e sim nas informações utilizadas. Dessa forma, a assimetria de informações dificulta a correta identificação dos custos incorridos na prestação dos serviços e em seus resultados.

8. REFERÊNCIAS

ALCÂNTRA, Antonio Allen Meireles. SANT'ANNA, Annibal Parracho. LINS, Marco Estellita. **Restringindo Flexibilidade de Pesos em Dea utilizando análise de regressão MSEA.** Disponível

em: <https://www.producao.uff.br/conteudo/rpep/volume22003/003relpesq103.htm>. Acesso em: 5 jun. 2024.

ANDERÁOS, A. O desenho regulatório do novo marco legal do saneamento básico no Brasil e a aparente dicotomia entre a regulação contratual e discricionária. **Revista de Direito Setorial e Regulatório**, v. 7 nº 2, p. 24-51, out. 2021.

ARAÚJO, Flávia C.; BERTUSSI, Geovana L. Saneamento básico no Brasil: estrutura tarifária e regulação. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília: Ipea, n. 51, p. 165-202, jul./dez. 2018.

BARROSO, Luís Roberto. Saneamento Básico: Competências Constitucionais da União, Estados e Municípios. **Revista Eletrônica de Direito Administrativo e Econômico (REDAE)**. Salvador, Instituto Brasileiro de Direito Público, n. 11, agosto/setembro/outubro, 2007. Disponível em: <http://www.direitodoestado.com.br/redae.asp>. Acesso em: 4 fev. 2023.

BRASIL. Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ed. 135, p. 1, 16 jun. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.445**, de 05 janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm. Acesso em: 27 mar. 2023.

BRASIL, Secretaria Nacional de Saneamento. **PLANSAB**: Plano Nacional de Saneamento Básico: mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília, 2019. Documento em consulta pública.

CARVALHO, Alfredo Assis de. **Regulação econômica e contratos sob o novo marco legal do saneamento básico**: estudo de caso da concessão da região metropolitana de Maceió. 2021. 54 f. Dissertação (Mestrado) Escola Nacional de Administração Pública, Brasília, 2021.

CHARNES, Abraham *et al.* **Data envelopment analysis: theory, methodology and applications.** Boston: Kluwer Academic Publishers; 1994.

Changjun Yin Bo Hsiao Kok Fong See, Análise de eficiência da China. concessionárias de abastecimento de água urbana usando um modelo DEA de rede dinâmica, Mudança Estrutural e Econômica. Dinâmica (2024), doi: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2024.07.001>

COPETTI NETO, Alfredo; NERLING, José Ricardo Maciel. O intervencionismo estatal por meio das agências reguladoras: da regulamentação à regulação. **Revista eletrônica da academia brasileira de Direito Constitucional**, v. 9, n.16, p. 185-206, jan/jun 2017.

E. Cabrera Jr.a,y , E. Estruch-Juana, M. Molinos-Senanteb,c,d , Adequação da DEA como ferramenta regulatória no setor hídrico. O impacto da incerteza dos dados. Universidade Politécnica de Valência, Valência, Espanha, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Pontifícia Universidade Católica do Chile, Santiago, Chile. Centro de Desenvolvimento Urbano Sustentável CONICYT/FONDAP/15110020.

Emil Heesche e, Peter Bogetoft - Decision Analytics Journal, Volume 3, June 2022, 100049
Incentivos em modelos DEA regulatórios com resultados discricionários: O caso de Regulamentação Dinamarquesa da água.

FRIED, Harold. O.; LOVELL, C. A. Knox; EECKAUT, Philippe Vanden. Evaluating the Performance of U.S. Credit Unions. **Journal of Banking and Finance**, v. 17, n. 2/3, p. 251–265, abr. 1993.

FRIED, Harold. O. *et al.* Accounting for Environmental Effects and Statistical Noise in Data Envelopment Analysis. **Journal of Productivity Analysis**, v. 17, p. 157–174, jan. 2002.

DA HORAA, Ariele Lorena Barbosa et al. Análise da eficiência dos serviços de saneamento básico nos municípios do estado do Rio de Janeiro. 2015.

JUNIOR, Alceu de Castro Galvão; PAGANINI Wanderley da Silva. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil - **EngSanit Ambient**, v.14, n.1, p. 79-88, jan/mar 2009.

KASSAI, Sílvia. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na Análise de Demonstrações Contábeis**. 2002. 350 f. Tese (Doutorado). Departamento de Contabilidade e Atuária. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

MARRARA, Thiago. "**Mosaico Regulatório**": as normas de referência da ANA para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico à luz da Lei 14.026/2020. *In* GRANZIERA, Maria; OLIVEIRA, Carlos (coord). **Novo Marco do Saneamento Básico no Brasil**. Editora Foco: Indaiatuba, 2020, p. 57–71

MOHSEN Afsharian a,b,ÿ, Heinz Ahn , Sara Kamali e. Performance analytics in incentive regulation: A literature review of DEA - *Decision Analytics Journal*.

MORAES, Á. F. DE B. L. A. **Critérios de avaliação da assimetria de informação na regulação de transportes terrestres no Brasil**. 2017. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Distrito Federal, 2017.

NASCIMENTO, N.O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 36-48, jan./mar. 2005

NASCIMENTO, Simon. Estado esclarece dúvidas sobre projeto de lei de criação das unidades regionais de saneamento em Minas. **SENAD**. Belo Horizonte, 19 maio 2021. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/noticias/4706--estado-esclarece-duvidas-sobre-projeto-de-lei-de-criacao-das-unidades-regionais-de-saneamento-em-minas>. Acesso em 17 abr. 2023.

PEREIRA, Paulo Trigo *et al.* **Economia e Finanças Públicas**. 3 ed. Escolar Editora: Lisboa, 2009.

PINTO, Jr Helder Q.; PIRES, Melissa Cristina Pinto. **Assimetria de informações e problemas regulatório**. Agência Nacional de Petróleo, 2000. Disponível em: <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/notas-e-estudos-tecnicos/notas-tecnicas/arquivos/2000/nota-tecnica-9-2000.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2024.

PIMENTA, S, G. Agências reguladoras brasileiras e a questão da assimetria de informação. *In I Encontro de Administração da Informação*. P. 1–16. Florianópolis, 2007.

PIRES, Clênia de Oliveira; MACAGNAN, Clea Beatriz. Governança corporativa e assimetria de informação: uma revisão desta relação. **Revista Brasileira de Administração Científica**, Aquidabã, v.4, n.4, p.80-94, jul-dez 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.6008/ESS2179-684X.2013.004.0005>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319100093_Governanca_corporativa_e_assimetria_de_informacao_uma_revisao_desta_relacao. Acesso em: 5 jun. 2024.

PLACHA, Gabriel. **A Atividade Regulatória do Estado**. 2007. 238 f. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba 2007

ROCHA, Irani *et al.* Análise da produção científica sobre teoria da agência e assimetria da informação. **REGE- Revista de Gestão**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 329-342, 2012.

BEHAR, Patricia Alejandra *et al.* Metodologia de análise de ferramentas computacionais segundo os princípios da lógica operatória. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.29, n.1, p. 55-77, jan./jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/6CYzQzN6XQVxw54x4vDhJDM/?format=pdf&lang=pt>. Acesso: 5 jun. 2024

SILVA, A. M. da *et al.* **Análise sobre a interface do Saneamento Básico e Gestão de Recursos Hídrico**. Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira Instituto de Ciências Puras e Aplicadas Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – PROFÁGUA.

SECCHIM, A. B.; FREITAS, R. R. DE; GONÇALVES, W. Mapeamento e análise bibliométrica da utilização da análise envoltória de dados (DEA) em estudos de engenharia de produção. **Brazilian Journal of Production Engineering**, São Mateus, Vol. 4, Nº 1, p. 116-128, 2018. Editora CEUNES/DETEC. Disponível em: <http://periodicos.ufes.br/BJPE>. Acesso em: 17 abr. 2023.

STIGLITZ, J. E. The contributions of the economics of information to twentieth century economics. **Quarterly Journal of Economics**. v. 463, p. 1441-79, 2000.

THANASSOULIS Q. Emmanuel DEA and its use in the regulation of water companies Aston Business School, Operations & Information Management, University of Aston, Birmingham B4 7ET, UK Received 1 July 1999; accepted 13 October 1999

TIROLE Jean, **Economia do bem comum - Uma abordagem otimista para a economia do século XXI**. Editora: Editora ZAHAR, 2020, 552 p, ISBN: 9788537818633. Disponível em: Economia do bem comum - Kindle ([amazon.com.br](https://www.amazon.com.br)). Acesso em: 20 mar. 2023.