INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À ENGENHARIA E GESTÃO

Betânia Muniz Pedrosa Rabelo

O impacto da política de r*oyalties* petrolíferos e minerais nos indicadores de saneamento do Rio de Janeiro e de Minas Gerais

Campos dos Goytacazes – RJ.

2022

2022 **BETÂNIA MUNIZ PEDROSA RABELO** **MPSAEG / IFF**

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À ENGENHARIA E GESTÃO

BETÂNIA MUNIZ PEDROSA RABELO

O impacto da política de r*oyalties* petrolíferos e minerais nos indicadores de saneamento do Rio de Janeiro e de Minas Gerais

Milton Erthal Junior

(Orientador)

Henrique Rego Monteiro da

Hora

(Coorientador)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Campos dos Goytacazes,
Rio de Janeiro
2022

Biblioteca Anton Dakitsch

CIP – Catalogação na Publicação

M19916
8029819
10i

Muniz Pedrosa Rabelo, Betânia
O IMPACTO DA POLÍTICA DE ROYALTIES PETROLÍFEROS E MINERAIS NOS INDICADORES DE SANEAMENTO DO RIO DE JANEIRO E DE MINAS GERAIS / Betânia Muniz Pedrosa Rabelo - 2022.
101 f.: il. color.

Orientador: Milton Erthal Junior
Coorientador: Henrique Rego Monteiro da Hora

Dissertação (mestrado) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campus Campos Centro, Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão, Anton Dakitsch, RJ, 2022.
Referências: f. 90 a 93.

1. Saneamento. 2. Esgoto. 3. Gestão Ambiental. 4. Royalties. I. Erthal Junior, Milton, orient. II. Rego Monteiro da Hora, Henrique , coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da Biblioteca do IFF com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FLUMINENSE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS APLICADOS À ENGENHARIA E GESTÃO

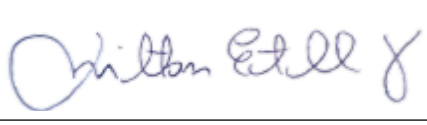
Betânia Muniz Pedrosa Rabelo

O IMPACTO DA POLÍTICA DE R*OYALTIES* PETROLÍFEROS E MINERAIS NOS INDICADORES DE SANEAMENTO DO RIO DE JANEIRO E DE MINAS GERAIS

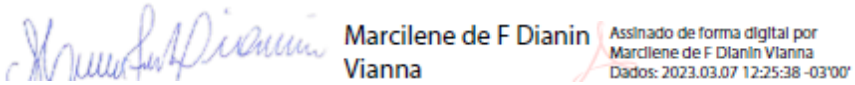
Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, no Curso de Mestrado Profissional em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão (MPSAEG), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Sistemas Aplicados à Engenharia e Gestão.

Aprovada em 28 de setembro de 2022.

Banca Examinadora:

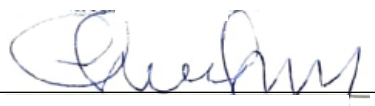


Milton Erthal Junior, Doutor em Produção Vegetal
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense
(Orientador)



Marcilene de Fátima Dianin Vianna, Doutora em Ciências Naturais, Universidade Federal Fluminense

Frank Pavan de Souza, Pós Doutor em Ciências Humanas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense



Claudio Luiz Melo de Souza, Doutor em Produção Vegetal, Universidade Cândido Mendes

Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro.

Para Henrique e Igor.

AGRADECIMENTOS

À Deus por me fazer capaz, quando nem eu acreditava mais ser possível.

Aos meus pais por plantarem em mim o interesse pelo desenvolvimento intelectual e pela busca por conhecimento. Obrigada por ajudarem no meu maternar, e por serem a melhor rede de apoio que uma mãe mestranda poderia ter.

Ao Igor por me lembrar a todo o tempo o quão difícil e importante a missão era, e por me mostrar todos os dias que é o melhor companheiro de vida.

Ao Henrique, por ser a força que me move, e por fazer com que todas as conquistas, depois de sua chegada, tenham ainda mais valor.

Ao Tobias por caminhar comigo nessa jornada. Ter alguém pra dividir as aflições fez tudo mais leve e tranquilo.

Ao Milton, pela atenção, paciência e empenho em todo o trabalho desenvolvido. O conhecimento compartilhado me acompanhará para sempre. Que você conserve sempre a leveza com que escreve, a empolgação com as descobertas e o rigor com a qualidade de tudo o que produz.

Ao IFF, aos professores da banca pela disponibilidade e gentileza em participar desse momento.

Ao ensino público e de qualidade, por me formar desde a infância, por possibilitar minha evolução intelectual e profissional, e por permitir que eu seja a primeira mestra em minha família.

Àqueles que duvidaram e tornaram a caminhada mais árdua, vocês também fizeram a vitória ainda mais saborosa.

Aos amigos e família por vibrarem comigo por cada conquista.

“Nunca me diga que não posso fazer algo.

A mim que dancei com dois corações.

Que respirei com quatro pulmões.

A mim, que tenho sido gelo, fogo e vento.

Que levei na barriga o peso de dois mundos.

Que dei à luz. A vida, aos gritos.

Que abracei a tristeza sem medo.

E chorei sorrisos.

A mim, não me diga que não sou capaz de alguma coisa.

Ou de tudo. ”

Eva Lopes Martinez

RESUMO

O setor sanitário brasileiro convive a anos com baixos níveis de cobertura e baixa qualidade na prestação de serviços muito discrepantes, o que acentua ainda mais os níveis de desigualdade social. Muito além dos crimes ambientais decorrentes da falta de tratamento adequado dos esgotos domésticos, existe um problema de saúde pública que, em tempos de grandes recolhimentos de impostos, ainda afeta a vida de uma grande parcela da população menos favorecida. Essa pesquisa escrita sob a forma de três artigos objetiva: analisar a bibliografia quanto a utilização de ferramentas de apoio à tomada de decisão no setor sanitário do Brasil e do mundo; analisar a existência de correlação linear entre o recebimento de *royalties* petrolíferos e os indicadores sanitários no estado do Rio de Janeiro; e analisar a existência de correlação linear entre o recebimento de *royalties* minerais os indicadores sanitários do estado de Minas Gerais. A metodologia utilizada para alcançar o objetivos considera no primeiro artigo uma revisão sistemática realizada em trabalho extraídos a partir de grandes plataformas científicas quanto à recorrência dos temas saneamento e DSS (D*ecision System Suport)*; no segundo utiliza a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e a base de dados *Info Royalties* para analisar a existência de correlação entre indicadores de saneamento e o recebimento de *royalties* do petróleo aplicando o método estatístico de Karl Pearson na amostra selecionada; e no terceiro trabalho analisa as correlações siginificantes entre a oferta de recursos e a melhoria de indicadores sanitários apontados pelo R*anking* do Saneamento do Instituto Trata Brasil a partir de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e dados relativos à Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM. Os trabalhos apontaram que : apesar do pequeno número de trabalhos presentes na literatura, a maioria destes indica a utilização de AMD para apoio à tomada de decisão em problemas complexos envolvendo recursos hídricos; os indicadores sanitários dos municípios do estado do Rio de Janeiro não apresentam correlação linear com o recebimento de *royalties* e abastecimento de água e apontaram moderada correlação entre o recebimento de verbas compensatórias da atividade petrolífera e os indicadores relativos ao esgotamento sanitário; e ainda demonstraram não haver uma forte correlação entre o recebimento de *royalties* da mineração e a melhoria de indicadores de saneamento básico para os municípios com maior arrecadação de CFEM no Estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: Saneamento, Esgoto, Gestão Ambiental, *Royalties*.

ABSTRACT

The Brazilian sanitation sector has been living for years with low levels of coverage and low quality in the provision of very discrepant services, which further accentuates the levels of social inequality. Far beyond the environmental crimes resulting from the lack of adequate treatment of domestic sewage, there is a public health problem that, in times of large tax collections, still affects the lives of a large portion of the less favored population. This research written in the form of three articles aims to: analyze the bibliography regarding the use of tools to support decision making in the health sector in Brazil and worldwide; analyze the existence of linear correlation between the receipt of oil royalties and health indicators in the state of Rio de Janeiro; and analyze the existence of linear correlation between the receipt of mineral royalties and health indicators in the state of Minas Gerais. The methodology used to achieve the objectives considers in the first article a systematic review performed on papers extracted from major scientific platforms as to the recurrence of the themes sanitation and DSS (Decision System Support); in the second uses the database of the National Sanitation Information System (SNIS) and the Info Royalties database to analyze the existence of correlation between sanitation indicators and the receipt of oil royalties applying the statistical method of Karl Pearson in the selected sample; and the third work analyzes the significant correlations between the supply of resources and the improvement of sanitation indicators indicated by the Sanitation Ranking of the Trata Brasil Institute based on data provided by the National Sanitation Information System (SNIS) and data related to the Financial Compensation for Mineral Exploration (CFEM). The papers pointed out that : despite the small number of papers in the literature, most of them indicate the use of DMA to support decision making in complex problems involving water resources; the sanitary indicators of the municipalities in the state of Rio de Janeiro do not present a linear correlation with the receipt of royalties and water supply and pointed out moderate correlation between the receipt of compensation funds from oil activity and indicators related to sanitary sewage; and also showed no strong correlation between the receipt of mining royalties and the improvement of sanitation indicators for the municipalities with the highest collection of CFEM in the state of Minas Gerais.

Keywords: *Sanitation, Sewage, Environmental management, Royalties.*

LISTAS

Lista de ilustrações

Artigo I

Figura 4. 1 – Árvore de procedimentos 25

Figura 4. 2 - Análise de critérios e exclusão de trabalhos 26

Artigo III

Figura 6. 1 – Principais municípios do Estado de Minas Gerais que recebem *royalties* da mineração 72

Figura 6. 2 - Cobertura dos serviços de abastecimento de água nos municípios com maiores arrecadações de CFEM do Estado de Minas Gerais 73

Figura 6. 3 - Cobertura dos serviços de coleta de esgoto nos municípios com maiores arrecadações de CFEM do Estado de Minas Gerais entre 2010 e 2020 74

Figura 6. 4 – Correlações significativas entre *Royalties* e Indicadores do Instituto Trata Brasil 87

Gráfico 6. 1 - Recolhimento de Royalties da Mineração no Brasil 60

Gráfico 6. 2 – Gastos públicos com doenças decorrentes da falta de saneamento 64

Gráfico 6. 3 – Número de óbitos decorrentes da falta de saneamento 65

Gráfico 6. 4 - Diagrama de Pareto para arrecadação de CFEM no Estado de Minas Gerais ... 71

Lista de quadros

Artigo I

Quadro 4. 1 - Protocolo de Revisão Sistemática 23

Quadro 4. 2 - Buscas realizadas nas plataformas Scopus e Web Of Science. 24

Quadro 4. 3 - Resumo dos métodos multicritérios utilizados para cada problema de decisão 27

Artigo III

Quadro 6. 1 - Resumo dos Indicadores utilizados pelo Trata Brasil para elaboração do Ranking do Saneamento 63

Quadro 6. 2 - Indicadores do Ranking do Saneamento mantidos e excluídos da análise 68

Quadro 6.3 - Legenda de cores para análise de intensidade de correlações da Tabela 6.8 86

Lista de tabelas

Artigo I

Tabela 4. 1– Métodos multicritério utilizados na amostra de trabalhos analisada 27

Artigo II

Tabela 5. 1 - Dados *Royalties* e Saneamento – municípios do estado do Rio de Janeiro 43

Tabela 5. 2- Indicadores relacionados a Serviços de Água 44

Tabela 5. 3 - Indicadores relacionados a Serviços de Água – Média Aritmética 45

Tabela 5. 4 - Indicadores relacionados a Serviços de Água – Média Geométrica 46

Tabela 5.5- Indicadores relacionados a Serviços de Água – Delta 47

Tabela 5. 6 - Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto 48

Tabela 5. 7 - Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Média Aritmética 50

Tabela 5. 8 - Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Média Geométrica 51

Tabela 5. 9 – Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Delta 52

Artigo III

Tabela 6. 1 - Dados Royalties da Mineração e saneamento dos municípios com as maiores receitas de CFEM do Estado de Minas Gerais 75

Tabela 6. 2- Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN023 76

Tabela 6. 3 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN055 78

Tabela 6. 4 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN024 80

Tabela 6. 5 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN056 82

Tabela 6. 6 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN046/IN056 83

Tabela 6. 7 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN049 85

Tabela 6.8 - Correlações significativas entre *Royalties* Minerais e Indicadores de Saneamento no Estado de Minas Gerais 86

Lista de siglas

AMD	Auxílio Multicritério à Decisão
ANM	Agência Nacional de Mineração
APD	Adminstração Pública Direta
AT	Autarquia
CF	Constituição Federal
CFEM	Compensação Financeira Sobre Exploração Mineral
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DOI	Digital Object Identifier
DSS	*Decision Support System*
EPRI	Empresa Privada
EPU	Empresa Pública
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgotos
FMI	Fundo Monetário Internacional
IAA	Índice de Atendimento Total de Água
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICE	Índice de Coleta de Esgoto
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IPD	Índice de Perdas na Distribuição
ITE	Índice de Tratamento de Esgoto
MCDA	*Multiple-criteria Decision Analysis*
MCDM	*Multicriteria Decision Making*
NUSP	*National Urban Sanitation Policy* (Índia)
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PIB	Produto Interno Bruto
Pop	População do Município
Popag	População Total Atendida de Água
SEMCAP	Sociedade de Economia Mista com Administração Pública
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
UCAM	Universidade Cândido Mendes
UTS	Unidade de Tratamento Simplificado

Vac	Volume de Água Consumido
Vatexp	Volume Anual de Água Potável Previamente Transferido para Outros Agentes Distribuidores
Vebexp	Volume de Esgoto Bruto Exportado
Vebimp	Volume de Esgoto Bruto Importado
Vec	Volume Anual de Esgoto Lançado na Rede Coletora
Vei	Volume de Esgoto Importado nas Instalações do Importador
Vet	Volume de Esgoto Tratado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17

2 OBJETIVOS 18

2.1 Objetivo Geral 18
2.2 Objetivos Específicos 18

3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO 19

4 ARTIGO I - GESTÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO COM ABORDAGEM MULTICRITÉRIO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA 20

4.1 INTRODUÇÃO 21
4.2 METODOLOGIA 22
4.3 RESULTADOS 26
4.4 DISCUSSÃO 28
4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 30
4.6 REFERÊNCIAS 31

5 ARTIGO II - RELAÇÃO ENTRE *ROYALTIES* DO PETRÓLEO E INDICADORES DE SANEAMENTO NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO 35

5.1 INTRODUÇÃO 37
5.2 METODOLOGIA 38
5.2.1 ICE: Índice de coleta de esgoto 39
5.2.2 ITE: Índice de tratamento de esgoto 40
5.2.3 IAA: Índice de atendimento total de água 41
5.3 RESULTADOS 43
5.3.1 Indicadores relacionados a Serviços de Água 43
5.3.2 Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto 48
5.4 DISCUSSÃO 53
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 54
5.6 REFERÊNCIAS 54

6 ARTIGO III – UMA AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE ROYALTIES DA MINERAÇÃO E INDICADORES DE SANEAMENTO NO ESTADO DE MINAS GERAIS 56

6.1 INTRODUÇÃO 57
6.2 REFERENCIAL TEÓRICO 59
6.2.1 Royalties da Mineração 59
6.2.2 Indicadores de saneamento 61
6.2.3 Saneamento e *Royalties* 63
6.3 METODOLOGIA 66

6.3.1 Coleta de Dados 66
6.3.2 Elaboração dos mapas 69
6.3.3 Procedimentos Estatísticos 69
6.4 RESULTADOS 70
6.4.1 Diagrama de Pareto 70
6.4.2 Mapas dos *royalties* e saneamento 71
6.4.3 Tabela geral de dados 74
6.4.4 Análise de Correlação 76
6.5 DISCUSSÃO 87
6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 90
6.7 REFERÊNCIAS 90
7 CONCLUSÃO 93
8 APÊNDICE A 94

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de investimentos no setor de saneamento é uma realidade que pode ser observada em milhares de países ao redor do globo. A asseveração pode ser confirmada a partir da Agenda 2030, criada pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2022) que, em 2015, estabeleceu 17 objetivos para desenvolvimento sustentável, dentre os quais destaca-se como objetivo nº 6 a missão de garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.

Mais de 36 milhões de brasileiros não possuem água encanada, e apenas 55% da população conta com coleta de esgoto (SNIS, 2021). O impacto ambiental e na saúde pública fica evidente, sabendo-se que apenas 50% de todo o esgoto gerado, recebe algum tipo de tratamento (SNIS, 2021).

A fim de garantir o progresso do Brasil no provimento de serviços básicos de abastecimento e tratamento de água; coleta e tratamento de esgoto; e ainda da coleta e destinação de resíduos sólidos, recentemente foi aprovada a Lei nº 14026/2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento. O novo pacote de medidas impulsiona o investimento no setor (seja pela iniciativa pública ou privada), além de estabelecer metas para a universalização dos serviços públicos, padrão de qualidade na prestação dos serviços, governança das entidades de regulação, rigor na regulação, entre outros aspectos (PAGANINI; BOCCHIGLIERI, 2021).

O presente trabalho busca analisar a situação do saneamento no Brasil sob a perspectiva do recebimento de *royalties* petrolíferos e minerais, a fim de avaliar a existência de relação entre o recebimento de compensação financeira pela exploração mineral e de hidrocarbonetos, e a evolução dos indicadores de saneamento ao longo dos anos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Os trabalhos desenvolvidos nessa dissertação têm objetivo de analisar sob a perspectiva do saneamento, dois estados brasileiros com os maiores PIBs e com os maiores recolhimentos de *royalties* do país. À luz da produção científica que engloba métodos estatísticos empregados aos serviços de abastecimento e tratamento de água, e coleta e tratamento de esgotos, busca-se compreender a abordagem do tema e, por meio da aplicação de métodos estatísticos compreender a relação entre o recebimento de verbas compensatórias e indicadores de saneamento, através da busca por padrões e proposição de solução.

2.2 Objetivos Específicos

O objetivo geral encontra-se alicerçado nos seguintes objetivos específicos:

Artigo I:

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre gestão de projetos em saneamento associada à utilização de MCDM e técnicas estatísticas em duas das mais importantes bases de conhecimento;
- Selecionar os resultados e excluir trabalhos com finalidades e temas divergentes;
- Analisar o conteúdo de todos os trabalhos restantes e selecionar apenas os que se enquadram dentro do tema abordado;
- Classificar os trabalhos quanto às temáticas relacionadas à água e esgotamento.

Artigo II:

- Compreender as premissas da política de *royalties* do petróleo e sua influência nos indicadores de saneamento;
- Analisar os valores recebidos em *royalties* pelos municípios do Estado do Rio de Janeiro;
- Analisar a situação do saneamento básico nos municípios fluminenses por meio de base de dados disponibilizada pelo governo federal;
- Verificar a existência, ou não, de correlação linear entre o recebimento de royalties e o investimento em serviços de água e esgoto.

Artigo III:

- Compreender as premissas da política de *royalties* minerais;
- Analisar os valores recebidos em *royalties* minerais pelos municípios do Estado de Minas Gerais;
- Analisar a situação do saneamento básico nos municípios que mais recolheram *royalties* no período da análise;
- Verificar a existência, ou não, de correlação linear entre o recebimento de *royalties* minerários e o investimento em serviços de água e esgoto.

3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

A estrutura deste trabalho compreende três artigos, de sorte que o primeiro aborda uma revisão sistemática acerca da recorrência de trabalhos científicos que versem sobre a utilização de métodos estatísticos para a gestão de projetos em saneamento. O segundo trata da utilização de correlação de Pearson para verificação da existência de correlação entre a performance dos indicadores sanitários e recebimentos de *royalties* petrolíferos pelos municípios do estado do Rio de Janeiro. E, por fim, o terceiro artigo aborda a performance dos indicadores sanitários dos municípios do estado de Minas Gerais e a sua relação com o recebimento de *royalties* minerais a partir do emprego de métodos estatísticos.

4 ARTIGO I - GESTÃO DE PROJETOS DE SANEAMENTO COM ABORDAGEM MULTICRITÉRIO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

*Artigo apresentado no XIX Seminário de Integração Regional promovido pela Universidade Cândido Mendes em Campos dos Goytacazes nos dias 5 e 6 de novembro de 2021 – Anais ISSN 2318-8546.

Resumo: A complexidade do processo de tomada de decisão em projetos de saneamento se dá pela necessidade de análise de múltiplos fatores para a estruturação do planejamento, do controle, bem como da gestão de recursos hídricos e resíduos. O objetivo desse estudo é analisar, a partir de uma revisão sistemática de artigos, a recorrência literária da associação de MCDA (*multiple-criteria decision analysis*) à gestão de projetos em saneamento. O recorte metodológico empregado indica os principais assuntos abordados nos 10 artigos apresentados nas bases de dados selecionadas, relativos às seguintes temáticas: i) Gestão de Projetos; ii) Saneamento e iii) Análise Multicritério. Por fim, conclui-se que métodos MCDA são recomendados como ferramenta de apoio à tomada de decisões em projetos de saneamento, entretanto destaca-se o tímido emprego de tais métodos em projetos de saneamento referentes a SES (Sistemas de Esgotamento Sanitário).

Palavras-chave: Decisão. Planejamento. Recursos Hídricos. Água. Esgoto.

4.1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico no Brasil, de acordo com a lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020, é definido como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais que podem ser subdivididas em quatro áreas: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais. É histórico o atraso brasileiro em relação a outros países do mundo quanto ao acesso da população aos serviços básicos de saneamento, e para que a infraestrutura necessária seja implantada, a fim de garantir o gozo de direitos primordiais aos cidadãos, faz-se necessária a análise de múltiplos fatores acerca do planejamento, controle e gestão de recursos hídricos.

Segundo Andreu et al (1996) a complexidade na proposição de soluções gerenciais no setor de recursos hídricos tem aumentado e muitas soluções possíveis ainda enfrentam resistência de alguns setores da população. Os autores asseveram que o uso eficiente, integrado e sustentável dos recursos deve prevalecer sobre a tradicional abordagem de investir em novas estruturas.

A análise multicriterial tem se mostrado uma grande aliada na busca por soluções não triviais no setor de saneamento. Entende-se por métodos multicritérios para apoio a tomada de decisão o conjunto de ferramentas matemáticas que, quando aplicadas a um problema simples, ou complexo específico e de objetivo único, se mostram eficazes (BRANZ et al 2005). Segundo os autores, tal problema requer a existência de dois ou mais critérios que sejam conflitantes entre si. Na literatura a nomenclatura desse conjunto de ferramentas matemáticas possuem algumas variações como: Auxílio Multicritério à Decisão (AMD), *Multicriteria Decision Making* (MCDM), *Multicriteria Decision Aid* (MCDA)(COSTA, 2016). Stewart e Scott (1995) acrescentam que muitas das ferramentas e técnicas de decisão baseadas em análise multicritério foram motivadas por problemas envolvendo o planejamento de recursos hídricos e desenvolvidas por trabalhadores que atuam nesse campo.

No cenário brasileiro Ohira e Turolla (2005) afirmam que a incerteza e a possibilidade de mudanças durante o longo período de maturação do projeto, reduzem os investimentos de origem privada e pública, fazendo com que a expansão das redes de coleta de esgoto e redes de distribuição de água tratada no Brasil seja inferior ao necessário. Como consequência disso, projetos são iniciados e interrompidos com frequência.

Para Lima et al (2013) gerenciar um projeto significa tratar diretamente com situações de pressões e incertezas, e acrescenta ainda que as limitações de recurso, tempo, custo e escopo,

exigem bastante habilidade, bem como um bom nível de conhecimento do gerente de projetos. Para o autor a proposição de soluções por parte das organizações envolvidas, sejam elas públicas ou privadas, têm exigido o emprego de metodologias e ferramentas modernas de apoio à tomada de decisão que envolvam múltiplos critérios. Assim sendo, a gestão de projetos em saneamento tem requerido um esforço cada vez maior das empresas na proposição de soluções que busquem a redução de custos e o aumento da eficiência, uma vez que o índice de perdas nesse tipo de indústria é bastante elevado.

A revisão sistemática desenvolvida objetiva analisar a associação de métodos AMD à gestão de projetos em saneamento na literatura, a fim de demonstrar a recorrência do tema na bibliografia existente. O artigo está organizado nas seguintes seções: na seção 1 o tema é introduzido; na seção 2 é apresentada a metodologia empregada na pesquisa, descrevendo cada passo realizado; na seção 3, resultados são apresentados, na sessão 4 a discussão é levantada; e, finalmente, na seção 5, as considerações finais do trabalho são explicitadas.

4.2 METODOLOGIA

A presente pesquisa pode ser classificada, quanto a sua natureza, como aplicada, segue abordagem quantitativa, e tem por objetivo a pesquisa exploratória. A partir da análise do material publicado nas bases de conhecimento *Scopus* e *Web of Science*, submetido às restrições apresentadas a seguir, o procedimento técnico adotado refere-se à pesquisa bibliográfica.

Durante a busca, foi evitado o uso de filtros temporais, uma vez que, o retorno das pesquisas realizadas, desde o início, indicou um pequeno número de trabalhos desenvolvidos, cuja abordagem engloba o tema explorado.

Para a realização do estudo foi determinado um protocolo de revisão, conforme descrito no Quadro 4.1.

Quadro 4. 1 - Protocolo de Revisão Sistemática

Passo	Processo	Descrição
01	Pesquisa Scopus e Web of Science	Pesquisa realizada nas bases de conhecimento para identificar trabalhos relevantes a esse tema.
02	Exclusão de documentos	Exclusão de trabalhos por limitação de termos da busca e utilização do software Zotero para remover os artigos duplicados.
03	Análise de Elegibilidade	Análise para identificar quais artigos possuem relevância a luz do tema tratado.
04	Inclusão de Referências	Inclusão de trabalhos citados como referência dos artigos relevantes.
05	Resultado	Artigos selecionados para realização da Revisão Sistemática e Meta-análise.

Fonte: Elaborado pelo Autor

O passo 01 engloba as pesquisas realizadas em 20 de abril de 2020 nas plataformas Scopus e Web Of Science. A busca inicial procurava, nos títulos, as palavras chaves e os tesauros relativos à área de estudo, em seguida os resultados foram limitados a artigos e publicações em periódicos. Posteriormente foram excluídos os trabalhos cujas subáreas divergiam do objetivo de pesquisa e, por último, a busca realizada na base Scopus excluiu os trabalhos que apresentavam como palavra-chave o termo *"Climate Change".* Tal restrição não foi replicada na busca realizada na base Web Of Science dada a indisponibilidade de utilização de filtros para palavras-chave. Os termos considerados nas buscas das plataformas citadas seguem descritos no Quadro 4.2.

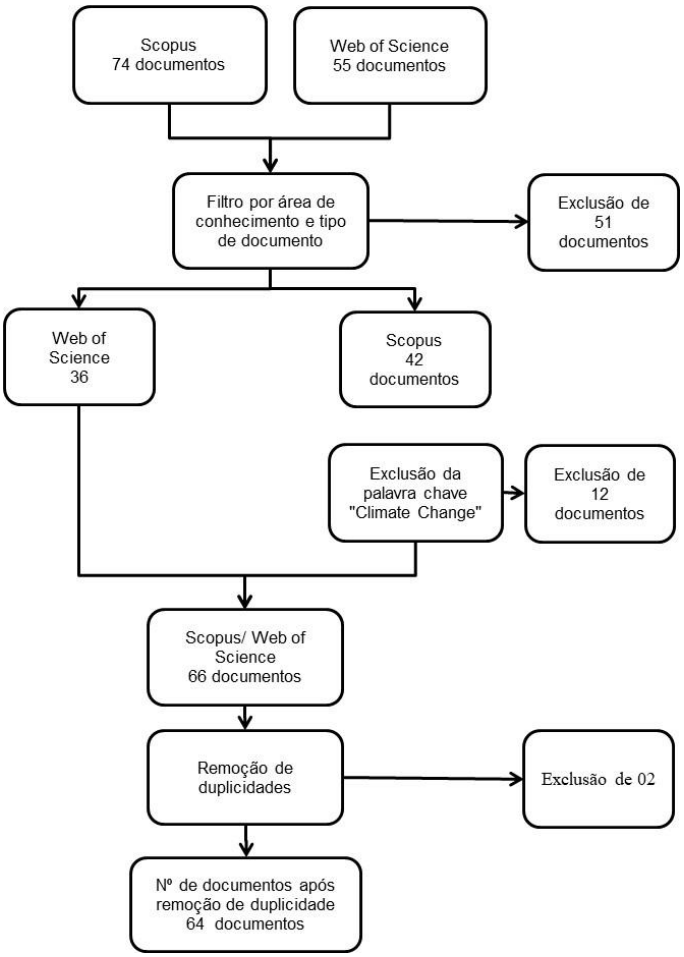
Quadro 4. 2 - Buscas realizadas nas plataformas Scopus e Web Of Science.

Base de Conhecimento	Busca
Scopus	(TITLE ("Project Manage*" OR pmi OR "project admin*" OR plan*) AND TITLE (sanitation OR "water resource*" OR sewer* OR effluent OR effluvium OR "waste water") AND TITLE (mcdm OR mcda OR ahp* OR electre* OR topsis OR promethee* OR multicriteria* OR decision* OR dss)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp")) AND (EXCLUDE (SUBJAREA , "SOCI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "AGRI") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "COMP") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "BIOC") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "PHYS") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "ARTS") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "PHAR") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "NURS") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "PSYC") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "NEUR") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "VETE") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "HEAL") OR EXCLUDE (SUBJAREA , "DENT")) AND (EXCLUDE (EXACTKEYWORD , "Climate Change"))
Web of Science	TI=("Project Manage*" OR pmi OR "project admin*" OR plan*) AND TI=(sanitation OR "water resource*" OR sewer* OR effluent OR effluvium OR "waste water") AND TI=(mcdm OR mcda OR ahp* OR electre* OR topsis OR promethee* OR multicriteria* OR decision* OR dss) Refinado por: TIPOS DE DOCUMENTO: (ARTICLE OR PROCEEDINGS PAPER) AND [excluindo] ÁREAS DE PESQUISA: (AGRICULTURE OR GEOLOGY OR FISHERIES OR MARINE FRESHWATER BIOLOGY OR OCEANOGRAPHY OR SOCIAL SCIENCES OTHER TOPICS)

Fonte: Elaborado pelo Autor

No passo 02 – Exclusão de documentos, houve a limitação dos termos de busca quanto ao tipo de documento e por meio da exclusão de trabalhos contendo o termo *"Climate Change"*. Ainda dentro do passo 02, os trabalhos restantes foram exportados em formato BibTex, importados para o software Zotero e, após a compilação de todos os itens, houve a exclusão daqueles que apareciam repetidamente em ambas as bases. A sequência de ações e o montante de trabalhos restantes relativos a cada uma delas, encontra-se apresentado na Figura 4.1.

Figura 4. 1 – Árvore de procedimentos



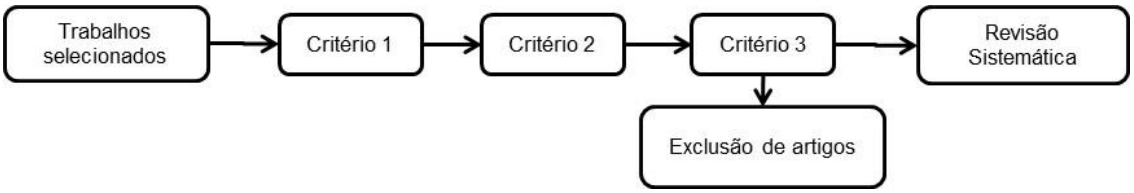
Fonte: Elaborada pela autora.

A partir da lista de trabalhos resultante do "passo 02" iniciou-se a Análise de Elegibilidade – Passo 03, etapa na qual os trabalhos retornados são estudados e identificados a partir de critérios definidos, quais sejam:

- **Critério 1:** Disponibilidade para consultas mediante a existência de DOI.
- **Critério 2:** Possuir ligação com 3 das 4 áreas do saneamento conforme definição (BRASIL, 2007) sendo elas, obrigatoriamente, abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais.
- **Critério 3:** Analisar se o conteúdo do trabalho apresenta a utilização de algum DSS (*Decision System Suport*) aplicado a algum método de análise multicritério.

Os artigos que não atenderam aos critérios foram removidos, conforme representado na Figura 4.2.

Figura 4. 2 - Análise de critérios e exclusão de trabalhos



Fonte: Elaborada pela autora.

Em sequência, as referências dos artigos remanescentes foram analisadas e incluídas nesse estudo com base em sua relevância (passo 04). Reuniu-se, portanto, o total de trabalhos resultantes dos passos 03 e 04, e finalmente no passo 05 foi realizada a revisão sistemática atendendo ao objetivo deste artigo.

4.3 RESULTADOS

Os resultados iniciais da pesquisa realizada nas duas bases de conhecimento indicaram o total de 129 trabalhos. Como mostrado na Figura 4.1, a pesquisa retornou 64 resultados, demonstrando que a associação entre gestão de projetos, AMD e saneamento ainda é pouco abordada nos trabalhos pelo mundo. É importante destacar que, para a compilação de artigos pesquisados e para o avanço das análises apresentadas, houve o auxílio do software Zotero.

Posteriormente, foi realizada a análise de elegibilidade dos 64 trabalhos remanescentes (após exclusão de duplicidades) quanto ao enquadramento nos critérios 1, 2 e 3. O atendimento aos critérios 2 e 3 foi avaliado mediante a leitura do título, palavras-chave, resumo e, quando necessário, da introdução. Dessa forma, 8 artigos demonstraram atender as especificações estabelecidas. Com o intuito de enriquecer a amostra de documentos relativos aos temas abordados, dado o reduzido volume de trabalhos relacionados ao tema pesquisado, foram adicionados 02 artigos a partir do trabalho de pesquisa dos autores fora das plataformas Scopus e Web of Science, o quais serão abordados na discussão.

Após a definição dos 10 artigos que se enquadram nos critérios propostos no presente trabalho, foi realizada a classificação dos mesmos quanto ao método multicritério utilizado, conforme apresentado no Quadro 4.3.

De acordo com a subdivisão de área do saneamento considerada, os trabalhos selecionados foram agrupados em categorias como “abastecimento de água potável”, “esgotamento sanitário”, ou ainda a junção dessas duas áreas, tendo como resultado a Quadro 4.3.

Quadro 4. 3 - Resumo dos métodos multicritérios utilizados para cada problema de decisão

Problema de decisão	**Resumo**	**Análise Multicritério Adotada**	**Autor**
Abastecimento de água potável e esgotamento sanitário	Análise de incerteza em planejamento de abastecimento de água e sistemas sanitários	MAUT ; ELECTRE	Ezbakhe, F.; Perez-Foguet, A.
Abastecimento de água potável	Aplicação multicritério a dados georreferenciados no gerenciamento de recursos hídricos	GWDSS	Zhang, W.M.; Shen, Z.; Pan, W.J.; Ye, R.H.
		RDM ; IGDT	Matrosov, E.S.; Woods, A.M.; Harou, J.J.
		MAGDM	Wang, Z.; Li, B.
		ELECTRE	Hobbs, B.F.; Chankong, V.; Hamadeh, W.; Stakhiv, E.Z.
		MATS-PC ; EXPERT CHOICE ; ARIADNE ; ELECTRE	Goicoechea, A.; Stakhiv, E.Z.; Li, F.
		IGDT	Korteling, Brett; Dessai, Suraje; Kapelan, Zoran
		AHP	Cai, XM; Lasdon, L; Michelsen, AM
		WRSP	Avogadro, E; Minciardi, R; Paolucci, M
		PROMETHEE	ABUTALEB, MF; MARESCHAL, B

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da leitura aprofundada dos trabalhos selecionados foi possível avaliar a frequência de utilização dos métodos MCDA e elaborar a Tabela 4.1, apresentada a recorrência dos métodos nos artigos listados.

Tabela 4. 1– Métodos multicritério utilizados na amostra de trabalhos analisada

Método Multicritério	**Artigos**
Aplicação de DSS próprio*	22%
ELECTRE	13%
Aplicação de Software*	13%
IGDT	9%
GWDSS	9%
PROMETHEE	4%
RDM	4%
MAGDM	4%
MAST-PC	4%
EXPERT CHOICE	4%
ARIADNE	4%
AHP	4%
WRSP	4%

*Esses não se tratam da aplicação pura de método multicritério.

Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto à veiculação dos artigos, observou-se na amostra analisada que a maioria das publicações ocorreu em periódicos diversos, tendo figurado o *Water Resources Research* com o maior número de publicações.

4.4 DISCUSSÃO

A presente pesquisa apontou que, apesar da tímida recorrência dos temas saneamento e MCDA nos trabalhos científicos publicados nas plataformas *Scopus* e *Web of Science*, sua abordagem é feita de forma aprofundada e o nível de detalhamento apresentado pelos autores contribui para a compreensão do emprego das mais variadas técnicas dentro da temática investigada.

A essencialidade do emprego de métodos multicriteriais na análise de problemas organizacionais é citada por Andreu et al. (1996), como forma de assegurar o sucesso do planejamento de projetos complexos, como os de saneamento. De forma complementar Stewart e Scott (1995), Andreu et al. (1996) e Hobbs et al. (1992) defendem que a utilização de métodos baseados em MCDA (assim como outros métodos aplicados a decisão) aumentam a qualidade das decisões. Algumas linhas de pesquisa asseveram ainda, que algumas metodologias de apoio à decisão, quando aplicadas a gestão de projetos de recursos hídricos, auxiliam a articulação e julgamento de forma sistemática, coerente e documentada (HOBBS et al., 1992).

O aprofundamento no estudo de técnicas de planejamento e gestão contribuiu para a que os profissionais tenham à sua disposição os mais diversos métodos, contudo o grande número de técnicas de MCDA pode, muitas vezes, dificultar a escolha do decisor sobre aquela que melhor se aplica ao problema, podendo culminar em resultados indesejados. Nesse viés a associação de mais de um método multicritério tem se apresentado como alternativa na solução de questões complexas. Através da análise da Tabela 4 observa-se que, alguns dos trabalhos citados (CAI et al., 2004; EZBAKHE e PEREZ-FOGUET, 2018; GOICOECHEA et al., 1992; HOBBS et al., 1992; MATROSOV et al., 2013), utilizam mais de um método em suas pesquisas.

A partir da análise dos resultados da aplicação de métodos multicriteriais em projetos de saneamento, desconsiderando os trabalhos classificados como Aplicação de DSS próprio (22%) e Aplicação de Software (13%), observa-se que os métodos da família ELECTRE são usados mais frequentemente. Como justificativa apresentada pelos decisores para tal escolha, está relacionada, em geral, ao tipo de problema e de projeto a ser tratado; no entanto muitos deles divergem, em outros aspectos, sobre o porquê da seleção do artifício empregado.

A aplicação de tecnologias multicriteriais, segundo Campos (2011), tem a função de estruturar o processo de decisão na definição de elementos conhecidos e predeterminados, auxiliando o decisor na seleção dos critérios e resultando em escolhas de famílias de métodos diferentes, a depender de quais critérios o gestor tem disponível para utilização e, ainda, do tipo de projeto que se pretende analisar.

Acerca do planejamento de recursos hídricos, algumas linhas de pensamento Ezbakhe e Perez-foguet (2018) asseguram que os modelos de análise de decisão multicritério desempenham um importante papel. Apesar de existirem diferenças consideráveis entre as mais diversas técnicas presentes na literatura, poucos estudos tentaram comparar esses métodos ou seus procedimentos de análise de decisão com foco em planejamento de recursos hídricos.

A complexidade dos sistemas de recursos hídricos, pode levar a processos de tomada de decisão demorados e onerosos (CAMPOS, 2011; EZBAKHE e PEREZ-FOGUET, 2018; HOBBS et al., 1992; ZHANG et al., 2014), e tais fatores, por conseguintes, exigem análises e considerações abrangentes.

Projetos de abastecimento de água ou esgotamento sanitário são por natureza, empreendimentos de grande porte e requerem altos investimentos. Considerando-se o caminho percorrido desde a aprovação, passando por suas diversas fases e culminando em sua execução final, é comum também a aplicação de vários métodos multicritérios em um mesmo projeto, porém em fases diferentes.

Embora alguns autores (ANDREU et al., 1996; CAMPOS, 2011; EZBAKHE e PEREZ-FOGUET, 2018; STEWART E SCOTT, 1995; ZHANG et al., 2014) concordem com a utilização de metodologias multicritérios para auxílio à tomada de decisão, alguns estudiosos vão na contramão. Haja vista o estudo desenvolvido por Hobbs et al. (1992) que apontou, tomando como base as entrevistas realizadas por ele, que apenas 30% dos entrevistados julgam que um método multicritério seja útil no planejamento de recursos hídricos. Os participantes da referida pesquisa (HOBBS et al., 1992), afirmam preferirem as abordagens qualitativas a qualquer um dos cinco métodos propostos pelo autor. Segundo os entrevistados, as decisões tomadas a partir de métodos qualitativos e experiências prévias dos gestores, são preferidas em relação a análises multicritério, o que reflete a falta de conhecimento dos métodos MCDA por parte dos profissionais participantes do referido estudo.

À luz dos fatores que exercem influência sobre a escolha da metodologia a ser implementada em qualquer projeto, Hobbs et al. (1992) aponta 2 como principais: o decisor e

o cliente. De acordo com autor mencionado, a parcela que cabe ao decisor está relacionada ao nível de conhecimento sobre a ferramenta a ser aplicada, quanto menor o domínio da metodologia, menores a chances de aplicação de método MCDA. Sob a ótica do cliente, segundo fator de importância, Hobbs et al. (1992) defende que a utilização de MCDA depende da disponibilidade de dados para formulação de critérios.

Apesar das mais diversas abordagens e posicionamentos, favoráveis ou não à utilização de metodologias MCDA, é representativo o número de pesquisadores (ANDREU et al., 1996; CAMPOS, 2011; EZBAKHE e PEREZ-FOGUET, 2018; STEWART e SCOTT, 1995; ZHANG et al., 2014) que recomendam a utilização de tais técnicas como ferramentas de auxílio a tomada de decisão em gestão de projetos de saneamento.

A pesquisa demonstra a necessidade de difusão do emprego de técnicas MCDA em projetos relacionados ao saneamento. É possível que as metodologias sejam utilizadas de maneira mais ampla dentro das organizações, entretanto ainda é parca a quantidade de artigos científicos que reportem técnicas empregadas, bem como a eficácia das mesmas dentro do ambiente coorporativo. Este trabalho limitou-se à análise de artigos científicos, mas é importante destacar que a recorrência da temática, objeto de estudo, pode ser maior no âmbito de dissertações e teses.

4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o objetivo desse trabalho foi atendido na medida em que a proposta de uma metodologia para sistematizar a revisão bibliográfica da literatura relacionada foi cumprida, destacando-se ainda que a hipótese de recorte metodológico empregado foi aceita, uma vez que a seleção das principais temáticas envolvendo a utilização de métodos multicritérios em gestão de projetos de saneamento foi realizada. A pesquisa mostrou que, apesar do pequeno número de artigos encontrados, a maioria dos trabalhos analisados indica a utilização de AMD para apoio à tomada de decisão em problemas complexos envolvendo recursos hídricos.

Os trabalhos tratam a fundo a utilização das ferramentas de apoio multicritério na gestão de recursos hídricos, mas não existem registros que demonstrem que o mesmo aconteça para todas as áreas do saneamento, a exemplo do sistema de esgotamento sanitário.

O estudo demonstrou que a bibliografia carece de trabalhos que abordem os temas pesquisados, o que pode ser considerada uma oportunidade de desenvolvimento de trabalhos futuros.

4.6 REFERÊNCIAS

ABU-TALEB, M. F.; MARESCHAL, B. Water resources planning in the Middle East: Application of the PROMETHEE V multicriteria method. **European Journal of Operational Research**, v. 81, n. 3, p. 500–511, 1995.

ANA, A. N. DE Á. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília - DF: Agência Nacional de Águas - ANA, 2017.

ANDREU, J.; CAPILLA, J.; SANCHÍS, E. AQUATOOL, a generalized decision-support system for water-resources planning and operational management. **Journal of Hydrology**, v. 177, n. 3–4, p. 269–291, 1996a.

ANDREU, J.; CAPILLA, J.; SANCHÍS, E. AQUATOOL, a generalized decision-support system for water-resources planning and operational management. **Journal of Hydrology**, v. 177, n. 3–4, p. 269–291, 1996b.

AVOGADRO, E.; MINCIARDI, R.; PAOLUCCI, M. A decisional procedure for water resources planning taking into account water quality constraints. **EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH**, v. 102, n. 2, p. 320–334, out. 1997.

BRANS, J.-P.; MARESCHAL, B. Promethee Methods. Em: **Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys**. International Series in Operations Research & Management Science. New York: Springer-Verlag, 2005. v. 78p. 163–186.

CAI, X.; LASDON, L.; MICHELSEN, A. Group decision making in water resources planning using multiple objective analysis. **JOURNAL OF WATER RESOURCES PLANNING AND MANAGEMENT**, v. 130, n. 1, p. 4–14, fev. 2004.

CAMPOS, V. R. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. Doutorado em Economia, Organizações e Gestão do Conhecimento—São Carlos: Universidade de São Paulo, 25 nov. 2011.

CORRÊA, G. G. et al. Perfil socioeconômico das populações expostas a resíduos da exploração de petróleo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 14, n. 3, p. 372–385, set. 2011.

COSTA, H. G. Decision: Métodos multicritério: conceitos centrais e evolução histórica. 2016.

EZBAKHE, F.; PEREZ-FOGUET, A. Multi-Criteria Decision Analysis Under Uncertainty: Two Approaches to Incorporating Data Uncertainty into Water, Sanitation and Hygiene Planning. **Water Resources Management**, v. 32, n. 15, p. 5169–5182, 2018.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. 233. ed. New York: Springer, 2016.

GOICOECHEA, A.; STAKHIV, E. Z.; LI, F. EXPERIMENTAL EVALUATION OF MULTIPLE CRITERIA DECISION MODELS FOR APPLICATION TO WATER RESOURCES PLANNING. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 28, n. 1, p. 89–102, 1992a.

GOICOECHEA, A.; STAKHIV, E. Z.; LI, F. EXPERIMENTAL EVALUATION OF MULTIPLE CRITERIA DECISION MODELS FOR APPLICATION TO WATER RESOURCES PLANNING. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 28, n. 1, p. 89–102, 1992b.

HOBBS, B. F. et al. Does choice of multicriteria method matter? An experiment in water resources planning. **Water Resources Research**, v. 28, n. 7, p. 1767–1779, 1992a.

HOBBS, B. F. et al. Does choice of multicriteria method matter? An experiment in water resources planning. **Water Resources Research**, v. 28, n. 7, p. 1767–1779, 1992b.

HORA; HENRIQUE REGO MONTEIRO DA. **MÉTODO DE ESCOLHA MÚLTIPLA: uma proposta multicritério para seleção em conjunto de mais de uma alternativa**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção)—Niterói - RJ: Universidade Federal Fluminense, 2013.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. [s.l: s.n.].

KORTELING, B.; DESSAI, S.; KAPELAN, Z. Using Information-Gap Decision Theory for Water Resources Planning Under Severe Uncertainty. **WATER RESOURCES MANAGEMENT**, v. 27, n. 4, SI, p. 1149–1172, mar. 2013.

Lei nº 2.004/1953. , 3 out. 1953. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l2004.htm>. Acesso em: 26 jun. 2021

Lei nº 9.433 de 1997. , 8 jan. 1997. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 21 jun. 2021

Lei nº 12.734/2012. , 30 nov. 2012. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12734.htm>. Acesso em: 26 out. 2021

Lei nº 14.026/2020. , 15 jul. 2020. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14026&ano=2020&ato=cfaATWE9EMZpWT417>. Acesso em: 26 out. 2021

LIMA, M. T. DE A. DE; OLIVEIRA, E. C. B. DE; ALENCAR, L. H. Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento. **Production**, v. 24, n. 2, p. 351–363, 17 set. 2013.

MATROSOV, E. S.; WOODS, A. M.; HAROU, J. J. Robust Decision Making and Info-Gap Decision Theory for water resource system planning. **Journal of Hydrology**, v. 494, p. 43–58, 2013.

OHIRA, T.; TUROLLA, F. ECONOMIA E REGULAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO. 2005.

PAGANINI, W. DA S.; BOCCHIGLIERI, M. M. O Novo Marco Legal do Saneamento: universalização e saúde pública. **Revista USP**, n. 128, p. 45–60, 6 maio 2021.

REIS, D. A.; SANTANA, J. R. Os efeitos da aplicação dos royalties petrolíferos sobre os investimentos públicos nos municípios brasileiros. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n. 1, p. 91–118, fev. 2015.

ROY, B.; SŁOWIŃSKI, R. Questions guiding the choice of a multicriteria decision aiding method. **EURO Journal on Decision Processes**, v. 1, n. 1–2, p. 69–97, jun. 2013.

SCRIPTORE, J. S.; TONETO JÚNIOR, R. A estrutura de provisão de saneamento básico no Brasil: uma análise comparativa do desempenho de provedores públicos e privados. **Revista de Administração Pública**, v. 46, p. 1479–1504, dez. 2012.

SNIS. **SNIS**. Brasília: SNSA: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 25 maio 2021.

STEWART, T. J.; SCOTT, L. A Scenario-Based Framework for Multicriteria Decision Analysis in Water Resources Planning. **Water Resources Research**, v. 31, n. 11, p. 2835–2843, 1995a.

STEWART, T. J.; SCOTT, L. A Scenario-Based Framework for Multicriteria Decision Analysis in Water Resources Planning. **Water Resources Research**, v. 31, n. 11, p. 2835–2843, nov. 1995b.

TONETO; SAIANI, C. C. S. Restrições à expansão dos investimentos no saneamento básico brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 37, n. n. 4, p. 572–591, dez. 2006.

WANG, Z.; LI, B. **Multiple-attribute hierarchy group decision-making on regional water resources planning scheme**. Proceedings - International Conference on Electrical and Control Engineering, ICECE 2010. **Anais**...Wuhan: 2010. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79952232211&doi=10.1109%2fiCECE.2010.1141&partnerID=40&md5=6e0fa4953b3de076672a3a44aef1ec1d>

ZHANG, W. M. et al. A GIS and web-based decision support system for regional water resource management and planning. **Applied Mechanics and Materials**, v. 599–601, p. 1301–1304, 2014.

5 ARTIGO II - RELAÇÃO ENTRE *ROYALTIES* DO PETRÓLEO E INDICADORES DE SANEAMENTO NOS MUNICÍPIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

*Artigo aprovado para publicação pelo Boletim Petróleo, *Royalties* e Região, mantido pela Universidade Cândido Mendes.

Relations between oil royalties and sanitation indicators in Rio de Janeiro state municipalities

Resumo: A política de *royalties* e o repasse de verba aos municípios visam compensar os impactos gerados pela exploração do petróleo por meio de investimentos em setores como educação, saúde, abastecimento e tratamento de água. Este trabalho busca analisar a influência do recebimento de royalties, pelos municípios do estado do Rio de Janeiro, na melhoria dos indicadores de saneamento entre 2010 e 2018. Para isso, foi utilizada a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e a base de dados *Info Royalties* mantida pela Universidade Candido Mendes – Campos dos Goytacazes (RJ), contendo informações sobre a distribuição dos *royalties* petrolíferos entre os municípios brasileiros. Após os devidos tratamentos em ambos os bancos de dados, foram eleitos quatro indicadores de Saneamento, os quais foram correlacionados, aplicando o método estatístico de Karl Pearson, com o valor de *royalties* recebido pelo município no período. O método demonstrou não haver correlação linear entre *royalties* e abastecimento de água e apontou moderada correlação entre o primeiro e os indicadores relativos ao esgotamento sanitário. O estudo evidencia que o valor dos repasses dos *royalties* não é responsável pelo desenvolvimento de infraestruturas relacionadas à distribuição de água e está moderadamente relacionado ao esgotamento sanitário nos municípios analisados.

Palavra-chave: saneamento; *royalties*; petróleo.

Abstract: The royalty policy and the transfer of funds to the municipalities aim to minimize impacts generated by oil exploration through investments in sectors such as education, health, and water supply and treatment. This paper analyzes the influence of the receipt of royalties by the Rio de Janeiro State municipalities on the improvement of sanitation indicators between 2010 and 2018. For this, the *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento* (SNIS) (National Sanitation Information System) database and the Info Royalties database maintained by the Candido Mendes University – Campos dos Goytacazes (Rio de Janeiro State) were used, providing information about the distribution of oil royalties among Brazilian municipalities. After the proper treatments in both databases, four sanitation indicators were chosen, which were correlated, applying the Karl Pearson's statistical method, with the amount of royalties received by the municipalities in the period. The method demonstrated that there is no linear correlation between royalties received and water supply, nevertheless it pointed out moderated correlation among sewage and royalties. This study evidences that the value of the transfer of royalties is not responsible for the development of infrastructures related to water distribution and treatments and is moderately related to sewage in the cities analyzed.

Keywords: sanitation; royalties; oil.

5.1 INTRODUÇÃO

A atividade exploratória de jazidas de petróleo baseia-se em estudos técnicos e geológicos com o objetivo de intensificar e aperfeiçoar as descobertas de novos poços de petróleo. Mesmo com todo o avanço tecnológico nos estudos geológicos e na perfuração, essa ainda é uma atividade que pode ser considerada essencialmente arriscada (KIMURA, 2005), tamanho o impacto causado pela extração do petróleo. Para Corrêa *et al*. (2011), esse impacto vai além do prejuízo ambiental, atingindo esferas socioespaciais ao contribuir para a aglomeração populacional nas regiões onde as operações ocorrem.

A política de *royalties* no Brasil foi criada como uma forma de compensação financeira pelos possíveis danos causados pela exploração mineral. Os valores são pagos aos estados e municípios onde estão localizadas as bacias petrolíferas, beneficiando também as localidades próximas, afetadas pelas atividades de extração. Entretanto, o pacote de medidas de Lei nº 9.433 de 1997 que regulamenta a política de partilha de *royalties* não determina como os valores recebidos devem ser empregados pelos municípios beneficiados, nem versa sobre qualquer tipo de prestação de contas quanto ao reinvestimento da verba no desenvolvimento econômico e social da população.

A regulamentação da aplicação dos valores advindos dos *royalties* é defendida por estudiosos (REIS; SANTANA, 2015) que acreditam que tais recursos devem potencializar a capacidade econômica local, visando manter o desenvolvimento sustentável quando da exaustão das reservas de hidrocarbonetos.

A primeira Lei Nacional do Petróleo (Lei nº 2.004/1953) estabeleceu que a aplicação dos recursos advindos da exploração de recursos não renováveis deveriam ser aplicados pelos estados, territórios e municípios exclusivamente em energia, pavimentação de rodovias, abastecimento e tratamento de água, irrigação, proteção ao meio ambiente e saneamento básico. No entanto, a Lei nº 12.734/2012 vigente que substituiu a de 1953, não especifica a destinação a ser dada aos recursos provenientes da exploração de petróleo.

Os recursos financeiros provenientes dos *royalties* do petróleo permitiram que os municípios ampliassem os investimentos em setores como educação, saúde, abastecimento e tratamento de água potável e coleta e tratamento de esgoto (FERNANDES, 2007). Porém, a falta de fiscalização de tais montantes pode acarretar uso inadequado das verbas públicas, uma vez que os investimentos realizados não visam um planejamento de longo prazo, no que diz

respeito à redução da dependência da receita petrolífera (PACHECO, 2005), contribuindo para que haja uma relação negativa entre abundância de recursos naturais e nível de desenvolvimento dos municípios (PIQUET; TAVARES; PESSOA, 2017, p. 203).

A análise restrita do setor de saneamento, demonstra que os investimentos em saneamento básico no Brasil ocorreram pontualmente em alguns períodos específicos, com um destaque para as décadas de 1970 e 1980, quando existia um predomínio da visão de que avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento resultariam na redução das taxas de mortalidade (SOARES; BERNARDES; CORDEIRO NETTO, 2002:1715). A atual norma que regulamenta o setor de saneamento, a Lei n.º 14.026/2020, estabelece exigências que visam garantir a sustentabilidade dos investimentos em saneamento, buscando reverter a deficiência do setor sanitário no Brasil, alavancar a qualidade dos serviços prestados e, ainda, aumentar a parcela da população com acesso a serviços básicos.

Diante do cenário exposto, este trabalho tem o objetivo de avaliar a possível relação entre os índices de saneamento básico dos municípios do estado do Rio de Janeiro, com foco na oferta de água tratada e coleta, tratamento de esgoto e os valores de *royalties* recebidos por eles, com base nas informações de dois bancos de dados públicos, respeitando um corte temporal de 2010 até 2018.

5.2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo foi utilizada a base que reúne dados sobre o saneamento no Brasil, disponibilizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento [1](SNIS). Mediante análise dos perfis de prestação e contratação dos serviços de saneamento dos municípios e estados brasileiros, neste estudo serão considerados apenas os componentes água, que inclui tratamento e distribuição; e esgoto, que engloba coleta e tratamento, bem como dois indicadores derivados desses componentes, totalizando quatro indicadores: Índice de Coleta de Esgoto (ICE), Índice de Tratamento de Esgoto (ITE), Índice de Perdas na Distribuição (IPD) e Índice de Atendimento Total de Água (IAA).

[1] Criado em 1996, o SNIS é uma unidade vinculada à Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). Com abrangência nacional, reúne informações de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro, contábil e de qualidade da prestação de serviços de saneamento básico em áreas urbanas. Disponível em:< http://www.snis.gov.br >. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

As informações utilizadas na pesquisa relacionadas à estimativa dos recursos financeiros dos *royalties* repassados aos municípios foram extraídas da base de dados *Info Royalties*[2]. O repositório consiste em um compilado de elementos, elaborado e mantido pela Universidade Candido Mendes (UCAM), que objetiva facilitar o acesso às informações sobre a distribuição dos *royalties* petrolíferos entre os municípios brasileiros.

A análise dos índices de saneamento e dos valores de *royalties* foi limitada aos municípios do estado do RJ, dada sua representatividade no montante de repasses de royalties no período entre 2010 e 2018. Para o tratamento da base de dados do SNIS, foi desenvolvida uma metodologia de seleção dos municípios a serem estudados, e a mesma foi necessária para remoção de dados inconsistentes ou incompletos da amostra.

O procedimento metodológico criado abrange quatro critérios, e o primeiro deles, C1, estabelece o recorte temporal (2018 representa as informações mais recentes disponíveis nessa base de dados quando do desenvolvimento deste trabalho). A seleção do período foi definida com base no grande número de inconsistências das informações relacionadas a água e esgoto no SNIS, impossibilitando a correlação de tais dados com informações de outras bases.

Por meio do segundo critério (C2) foram selecionados quatro indicadores, relacionados a água e esgoto, existentes na matriz de indicadores divulgada pelo SNIS, a saber:

5.2.1 ICE: Índice de coleta de esgoto

O Índice de coleta de esgoto corresponde à porcentagem do esgoto coletado em relação ao volume de água consumida no município, dado pela Equação 1:

$$ICE = \frac{Vec}{(Vac - Vat_{exp})} . 100$$

Equação 1

Na equação, Vec é o volume anual de esgoto lançado na rede coletora. Na literatura, existe o consenso de que Vec é considerado como sendo de 80% a 85% do volume de água consumido, além de não incluir o volume de esgoto bruto importado (unidade dada em 1 x 10^3 m^3/ano). Ainda sobre ICE, a variável Volume de água consumido (Vac) é a quantidade de água

[2] Info Royalties é a base de dados elaborada e mantida pelo Mestrado em Planejamento Regional e Gestão de Cidades da UCAM-Campos, tem por finalidade facilitar o acesso às informações sobre a distribuição dos royalties petrolíferos entre os municípios brasileiros. Sob coordenação do Prof. Ítalo Oliveira Matias e Prof. Dr. Eduardo Shimoda. Disponível em:< https://inforoyalties.ucam-campos.br/>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

consumida por todos os usuários (em m^3/ano), incluindo os consumidores que não são aferidos e a água que é exportada para outro prestador. Por último, o termo (Vat_{exp}) representa o volume anual de água potável, previamente tratada, transferido para outros agentes distribuidores (unidade de medida dada em 1 x 10^3 m^3/ano).

As variáveis citadas compõem o Índice de Coleta de Esgoto (ICE), que deve ser considerado melhor quanto maior seu valor. Outro indicador existente na matriz é apresentado a seguir:

5.2.2 ITE: Índice de tratamento de esgoto

$$ITE = \frac{(Vet + Vei + Veb_{exp})}{(Vec + Veb_{imp})} . 100$$

Equação 2

Na Equação 2, cálculo do Índice de Tratamento de Esgoto (ITE), tem-se que o Volume de esgotos tratado (Vet) consiste no volume anual de esgoto coletado e tratado na área de atuação do prestador de serviços. O termo Veb_{imp} refere-se ao volume de esgotos bruto importado, ou seja, volume de esgoto bruto recebido de outro(s) agente(s). Destaca-se ainda o Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador (Vei) como sendo o volume de esgoto recebido de outros agentes e submetido a tratamento, medido ou estimado nas entradas das ETEs.

Ainda sobre a Equação 2, a variável Veb_{exp} é definida pelo Volume de esgoto bruto exportado, tratado nas instalações do importador, que, em resumo, é o volume de esgoto bruto transferido para outro(s) agente(s) e que foi submetido a tratamento, medido ou estimado na entrada das ETEs.

Todas as variáveis que compõem o ITE possuem a mesma unidade de medida (1 x 10^3 m^3/ano) e, a título de análise do indicador supracitado, tem-se que quanto maior o valor, melhor a performance. Adiante, outro indicador do C2 é especificado:

- **IPD: Índice de perdas na distribuição**

$$IPD = \frac{(Vap + Vat_{imp} - Vac - Vs)}{(Vap + Vat_{imp} - Vs\ )} .100$$

Equação 3

O cálculo do Índice de Perdas na Distribuição (IPD), de acordo com o SNIS, considera o Volume de água produzido (Vap), que consiste no volume anual de água disponível para consumo, compreendendo a água captada pelo prestador de serviços e a água bruta importada. O IPD se baseia também no Volume de água consumido (Vac), formado pelo volume anual de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micromedido. Já o Volume de água tratada importado (Vat_{imp}), também presente na equação, é o volume anual de água potável, previamente tratada (em ETAs- Estações de Tratamento de Água ou em UTSs- Unidades de Tratamento Simplificado), recebido de outros agentes fornecedores. Tem-se ainda a variável Vs, ou Volume de serviço, que representa a soma dos volumes anuais de água usados para atividades operacionais e especiais, acrescido do volume de água recuperado.

A referida fórmula desconsidera as águas de lavagem de ETAs ou UTSs e apresenta todas as variáveis medidas em 1 x 10^3 m^3/ano. Por último, tão melhor será o resultado quanto menor for o valor indicado pelo IPD. Por meio do critério C2, o último indicador é o IAA:

5.2.3 IAA: Índice de atendimento total de água

$$IAA = \frac{(Pop_{ag})}{(Pop)} .100$$

Equação 4

O Índice de Atendimento Total de Água (IAA) considera em seu cálculo a População total atendida com abastecimento de água (Pop_{ag}), variável que corresponde à população urbana efetivamente atendida com os serviços acrescida de outras populações atendidas localizadas em áreas não consideradas urbanas. A equação leva em conta ainda a População do município (Pop), informação disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ambos os termos são medidos pela unidade "número de habitantes", assim sendo, quanto maior o valor de IAA, melhor o resultado do indicador.

A definição dos indicadores baseou-se nas métricas mais utilizadas pelas empresas do setor de saneamento, públicas ou privadas, e sua seleção se deu a partir da expertise dos autores

acerca de contratos de prestação de serviços e acompanhamento de performance operacional. Através dos indicadores, foram calculadas a variação entre os valores no período de 2010 e 2018, além da média aritmética, média geométrica e delta.

Em sequência, o critério 3 (C3) estabelece duas regras para um município ser considerado nesse estudo:

Regra de inconsistência 1: todos os municípios que apresentam indicadores estabelecidos em C2 que ultrapassam o valor de 100% foram desconsiderados;

Regra de inconsistência 2: todos municípios que deixaram de enviar dados ao SNIS no período C1 foram desconsiderados.

O Critério 4 (C4), estabelece a exclusão dos municípios que não receberam *royalties* provenientes de atividades petrolíferas no período estudado.

O levantamento de valores relativos aos royalties considera o valor acumulado recebido entre 2010 e 2018. Após a submissão dos dados às condições apresentadas, foram selecionados 20 municípios que, ao mesmo tempo, cumprem todos os critérios (C1, C2, C3 e C4) abordados nesta pesquisa.

Os indicadores escolhidos foram separados em duas categorias, a saber: Água (IAA e IPD) e Esgoto (ICE e ITE). Todos foram analisados quanto aos seus valores unitários e, ainda, quanto à sua média aritmética a partir da análise de correlação entre a média aritmética dos indicadores e a média aritmética dos *royalties* arrecadados no período de estudo. A mesma análise foi replicada utilizando como base a média geométrica.

Posteriormente, foi elaborada uma nova análise, nomeada delta, em que foram consideradas a média aritmética dos três primeiros anos (2010, 2011 e 2012) e a média aritmética dos dois últimos anos (2016, 2017 e 2018), tanto para os indicadores quanto para os *royalties*.

Por último, avaliou-se a correlação de Pearson entre os valores recebidos em *royalties* e os índices de saneamento básico dos municípios selecionados. A análise utilizou a correlação linear, que engloba a estimativa do coeficiente de determinação de Pearson (r), a avaliação de significância pelo teste t e o cálculo da probabilidade (p), sendo r = 0,10 até 0,30 (correlação fraca); r = 0,40 até 0,6 (correlação moderada); r = 0,70 até 1 (correlação forte).

5.3 RESULTADOS

Tomando como premissas os quatro critérios elicitados na seção de metodologia e conforme apresentado na Tabela 5.1, dos 92 municípios existentes, um total de 20 municípios do estado do Rio de Janeiro foram considerados na análise. O baixo número de municípios elegíveis para o estudo é decorrente da grande quantidade de inconsistências nos resultados apresentados pelos prestadores.

Tabela 5. 1 - Dados *Royalties* e Saneamento – municípios do estado do Rio de Janeiro

	Royalties		**IAA**		**IPD**		**ICE**		**ITE**	
Município	**2010**	**2018**	**2010**	**2018**	**2010**	**2018**	**2010**	**2018**	**2010**	**2018**
Angra dos Reis	82,9	124,74	29,83	90,44	39,86	54,44	5,90	85,33	88,86	14,80
Araruama	6,56	14,55	93,83	95,56	63,69	22,90	11,45	64,68	0,00	100,00
Barra Mansa	15,32	16,66	98,12	99,00	52,22	58,46	89,46	100,00	3,47	2,85
Belford Roxo	7,09	14,95	76,84	76,54	36,32	50,82	4,87	38,04	5,42	44,20
Campos dos Goytacazes	482,06	458,36	89,23	95,00	26,24	42,52	49,72	66,27	68,87	100,00
Cordeiro	4,43	9,72	94,92	95,19	1,73	6,55	6,20	36,80	0,00	88,42
Duas Barras	3,72	7,85	34,35	69,59	4,15	14,84	3,14	13,71	0,00	72,84
Itaboraí	8,45	21,07	81,71	74,14	15,96	22,18	39,46	44,06	5,84	5,91
Itaperuna	6,38	13,45	91,13	78,91	42,65	42,91	2,66	20,78	0,00	46,31
Macuco	3,55	7,47	96,77	86,94	29,76	28,32	38,90	32,17	0,00	100,00
Maricá	36,94	518,36	57,98	41,80	17,35	51,12	17,30	21,01	66,56	32,83
Mesquita	7,09	14,95	82,61	97,00	37,86	49,56	36,60	31,09	21,68	66,96
Nilópolis	7,09	14,95	98,33	97,65	12,34	42,14	78,00	29,50	0,00	60,57
Nova Friburgo	7,09	14,95	81,83	87,35	35,76	36,76	8,00	97,59	19,94	92,27
Nova Iguaçu	7,09	35	92,80	93,15	36,00	4,27	36,48	36,19	1,26	4,01
Piraí	13,02	11,75	98,55	77,47	22,94	0,84	29,40	33,22	0,00	58,76
Resende	6,74	16,1	93,19	96,69	28,52	22,30	62,20	98,16	6,00	71,89
São Gonçalo	8,45	21,07	85,10	81,28	2,44	5,93	6,70	37,27	14,17	27,84
Seropédica	6,21	13,08	69,58	68,42	31,99	42,20	35,79	37,62	0,00	18,27
Silva Jardim	25,11	22,26	81,50	79,81	3,90	11,46	75,52	85,47	0,00	100,00

Fonte: SNIS (2021).

5.3.1 Indicadores relacionados a Serviços de Água

Conforme descrito na metodologia, os dados foram extraídos de suas fontes, tratados e compilados. Por fim, o resultado da análise é mostrado nas tabelas a seguir.

Tabela 5. 2- Indicadores relacionados a Serviços de Água

Município	Correlações Lineares					
	IAA x *Royalties* (2010 a 2018)			IPD x *Royalties* (2010 a 2018)		
	r	t	p	r	t	P
Angra dos Reis	0,24	0,66	0,53	0,06	0,15	0,89
Araruama	-0,11	-0,28	0,79	-0,46	-1,38	0,21
Barra Mansa	0,56	1,77	0,12	0,23	0,63	0,55
Belford Roxo	-0,18	-0,48	0,64	0,37	1,06	0,32
Campos dos Goytacazes	-0,71	-2,70	0,03	-0,80	-3,48	0,01
Cordeiro	-0,14	-0,38	0,71	0,11	0,29	0,78
Duas Barras	0,27	0,75	0,48	0,49	1,50	0,18
Itaboraí	-0,68	-2,44	0,04	0,20	0,55	0,60
Itaperuna	-0,82	-3,80	0,01	-0,32	-0,88	0,41
Macuco	-0,49	-1,50	0,18	-0,07	-0,19	0,85
Maricá	-0,87	-4,75	0,00	0,99	18,9 1	0,00
Mesquita	0,33	0,91	0,39	0,40	1,16	0,28
Nilópolis	-0,53	-1,65	0,14	0,40	1,17	0,28
Nova Friburgo	0,16	0,42	0,69	-0,28	-0,78	0,46
Nova Iguaçu	0,08	0,21	0,84	-0,91	-5,65	0,00
Piraí	-0,28	-0,76	0,47	-0,54	-1,70	0,13
Resende	0,68	2,46	0,44	0,00	-0,01	0,99
São Gonçalo	-0,74	-2,90	0,02	-0,20	-0,55	0,60
Seropédica	-0,36	-1,02	0,34	0,43	1,25	0,25
Silva Jardim	0,05	0,13	0,90	0,68	2,47	0,04

Legenda: Valores de royalties em bilhões de reais

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em relação aos dois indicadores relativos à água, IAA e IPD, pode-se observar que, em sua maioria, não existem correlações lineares significativas entre os valores de *royalties* recebidos e esses indicadores.

Para o IAA, os municípios de Campos dos Goytacazes, Itaperuna, Maricá e São Gonçalo apresentam uma correlação linear negativa, com r de Pearson menores que -0,7, ou seja, quanto mais *royalties* arrecadados pelo município, menor foi o valor de Atendimento de Água. Em suma, não existe correlação linear positiva envolvendo IAA e *royalties* nos 20 municípios analisados nesse estudo.

Já, para o IPD, o único município que apresenta essa correlação positiva, acima de 0,7, é Maricá, com r de Person de 0,99 indicando correlação alta. Campos dos Goytacazes e Nova Iguaçu são os que apresentam correlação linear negativa com r de Pearson menores que -0,7. Para esses dois municípios, quanto maior foi a arrecadação, pior foi a performance do índice de perdas de água na distribuição.

5.3.1.1 Indicadores relacionados a Serviços de Água – Média Aritmética

Para ampliar a análise, foi realizada uma média aritmética entre os valores de *royalties* recebidos e os valores de IPD e IAA fornecidos pelos SNIS, sendo os resultados apresentados na Tabela 5.3.

Tabela 5. 3 - Indicadores relacionados a Serviços de Água – Média Aritmética

Município	*Royalties*	IPD	IAA
Angra dos Reis	80,12	48,38	86,06
Araruama	9,29	51,33	95,04
Barra Mansa	11,77	52,41	98,67
Belford Roxo	9,76	42,41	78,38
Campos dos Goytacazes	490,25	34,28	91,65
Cordeiro	6,32	12,34	97,54
Duas Barras	5,12	13,31	67,34
Itaboraí	12,98	20,12	79,97
Itaguaí	33,96	31,34	86,32
Itaperuna	8,78	48,98	89,51
Itatiaia	6,83	45,51	87,35
Macuco	4,88	32,08	95,52
Magé	43,98	24,96	78,36
Maricá	173,44	26,89	55,22
Mesquita	9,76	45,11	95,18
Nilópolis	9,76	30,02	99,37
Nova Friburgo	9,76	40,78	84,79
Nova Iguaçu	11,99	34,06	93,68
Piraí	9,39	35,32	95,73
Quissamã	70,95	26,62	75,31
Resende	11,09	30,88	95,52
São Gonçalo	12,98	20,15	84,14
Seropédica	8,54	30,80	69,86
Silva Jardim	28,76	18,57	81,93
Teresópolis	9,76	31,92	86,29
		IPD	**IAA**
	r	-0,0124	-0,1236
	t	-0,0593	-0,5974
	(p)	0,9532	0,556

Legenda: Valores de royalties em bilhões de reais

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

De acordo com os dados do SNIS, o índice de perdas na rede de distribuição para os prestadores foi em média de 36,7%. Dos 20 municípios estudados, oito apresentam médias superiores à média nacional de perdas, com destaque para Barra Mansa, com 52,41%, que

apresenta o maior índice de perdas na distribuição. A análise demonstrou que não existe correlação linear entre os valores de *royalties* e os indicadores IAA e IPD.

5.3.1.2 Indicadores relacionados a Serviços de Água – Média Geométrica

Buscando um caráter exploratório, também foi analisada a média geométrica dos valores apresentados entre 2010 e 2018 (Tabela 5.4).

Tabela 5. 4 - Indicadores relacionados a Serviços de Água – Média Geométrica

Município	*Royalties*	IPD	IAA
Angra dos Reis	77,82	47,36	82,02
Araruama	9,00	47,90	95,02
Barra Mansa	11,39	51,71	98,67
Belford Roxo	9,48	41,90	78,37
Campos dos Goytacazes	472,19	33,51	91,62
Cordeiro	6,12	10,52	97,53
Duas Barras	4,97	11,82	64,32
Itaboraí	12,51	19,75	79,94
Itaguaí	27,36	31,05	86,31
Itaperuna	8,53	48,79	89,42
Itatiaia	6,63	39,48	58,95
Macuco	4,74	32,00	95,40
Magé	43,00	24,16	78,33
Maricá	131,49	25,52	54,97
Mesquita	9,47	44,49	95,06
Nilópolis	9,48	26,44	99,37
Nova Friburgo	9,48	40,66	84,76
Nova Iguaçu	10,41	29,39	93,68
Piraí	9,11	25,14	95,45
Quissamã	68,53	22,52	64,97
Resende	10,67	30,57	95,52
São Gonçalo	12,51	16,18	84,13
Seropédica	8,29	30,24	69,86
Silva Jardim	28,06	14,29	81,70
Teresópolis	9,48	31,62	86,28
		IPD	**IAA**
	r	0,0216	-0,0512
	t	0,1037	-0,246
	(p)	0,9183	0,8079

Legenda: Valores de royalties em bilhões de reais.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Considerando a média geométrica dos indicadores apresentados pelos municípios nesse estudo e a média geométrica de seus *royalties* arrecadados, não há correlação linear.

5.3.1.3 Indicadores relacionados a Serviços de Água – Delta

Além da média aritmética e geométrica foi analisado o delta, conforme explicado anteriormente na seção de metodologia, dos valores apresentados entre 2010 e 2018 (Tabela 5.5).

Tabela 5.5- Indicadores relacionados a Serviços de Água – Delta

Município	*Royalties*	IPD	IAA
Angra dos Reis	721,09	14,58	60,61
Araruama	83,62	-40,79	1,73
Barra Mansa	105,90	6,24	0,88
Belford Roxo	87,85	14,5	-0,3
Campos dos Goytacazes	4412,27	16,28	5,77
Cordeiro	56,86	4,82	0,27
Duas Barras	46,12	10,69	35,24
Itaboraí	116,81	6,22	-7,57
Itaguaí	305,67	6,05	-3,16
Itaperuna	79,06	0,26	-12,22
Itatiaia	61,49	45,01	99
Macuco	43,92	-1,44	-9,83
Magé	395,84	25,23	-6,8
Maricá	1560,96	33,77	-16,18
Mesquita	87,84	11,7	14,39
Nilópolis	87,85	29,8	-0,68
Nova Friburgo	87,85	1	5,52
Nova Iguaçu	107,90	-31,73	0,35
Piraí	84,48	-22,1	-21,08
Quissamã	638,54	33,91	48,52
Resende	99,80	-6,22	3,5
São Gonçalo	116,81	3,49	-3,82
Seropédica	76,86	10,21	-1,16
Silva Jardim	258,85	7,56	-1,69
Teresópolis	87,85	12,73	-2,85
		IPD	**IAA**
	r	0,2357	-0,0027
	t	1,1634	-0,0127
	(p)	0,2565	0,99

Legenda: Valores de royalties em bilhões de reais.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Como pode ser observado na tabela, para o delta, também não foi verificada correlação entre as variáveis estudadas.

Observando o IPD, nota-se uma melhoria considerável para Araruama e Nova Iguaçu, com redução no seu índice de perdas na distribuição de 40,79% e 31,73%, respectivamente.

Para o IAA, é notado um destaque negativo para Piraí, Maricá e Itaperuna, com queda no índice de atendimento de água superior a 10%.

5.3.2 Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto

O trabalho desenvolvido para o segmento de esgotamento sanitário retornou os resultados apresentados nas tabelas que seguem.

Tabela 5. 6 - Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto

Município	Correlações Lineares					
	ICE x *Royalties* (2010 a 2018)			ITE x *Royalties* (2010 a 2018)		
	r	t	p	r	t	P
Angra dos Reis	0,24	0,66	0,53	0,1558	0,4173	0,689
Araruama	0,31	0,87	0,41	0,4007	1,1571	0,2851
Barra Mansa	-0,34	-0,95	0,37	-0,5889	-1,9278	0,0951
Belford Roxo	0,39	1,11	0,30	0,044	0,1166	0,9105
Campos dos Goytacazes	-0,28	-0,78	0,46	-0,3381	-0,9504	0,3735
Cordeiro	0,15	0,39	0,71	0,2107	0,5702	0,5863
Duas Barras	0,15	0,40	0,70	0,1647	0,4419	0,6719
Itaboraí	0,56	1,79	0,12	0	-0,565	0,9565
Itaperuna	0,37	1,07	0,32	0,1922	0,5181	0,6203
Macuco	-0,38	-1,08	0,32	0,7561	3,0563	0,0184
Maricá	0,70	2,59	0,04	-0,6476	-2,2485	0,0593
Mesquita	-0,19	-0,51	0,63	0,7242	2,7788	0,0273
Nilópolis	-0,02	-0,05	0,96	0,7613	3,1064	0,0171
Nova Friburgo	0,45	1,32	0,23	0,2731	0,751	0,4771
Nova Iguaçu	0,32	0,90	0,40	0,9092	5,778	0,0007
Piraí	0,03	0,09	0,93	0,0347	0,0919	0,9293
Resende	0,44	1,29	0,24	0,5752	1,8603	0,1051
São Gonçalo	0,09	0,25	0,81	0,6594	2,3208	0,0533
Seropédica	0,03	0,07	0,95	0,7035	2,6188	0,0344
Silva Jardim	-0,36	-1,03	0,34	0,2001	0,5404	0,6057

Legenda: valores de *royalties* expressos em bilhões de reais; "r" indica coeficiente de determinação de Pearson; "t", a avaliação de significância pelo teste t; "p" representa o cálculo da probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A correlação de Pearson aplicada ao ICE demonstrou-se fraca em 80% dos casos, o que evidencia não haver ligação entre o recebimento de *royalties* e o indicador de coleta de esgoto. Entre os 16 municípios com "fraca" correlação, seis (Silva Jardim, Nilópolis, Mesquita, Macuco, Campos dos Goytacazes e Barra Mansa) apresentaram resultados negativos para a análise de Pearson, o que denota um crescimento inversamente proporcional entre o recebimento de royalties e os indicadores de coleta de esgoto. Em resumo: quanto menores os valores recebidos em *royalties*, maiores os indicadores de coleta, ou então, quanto maiores os valores recebidos em *royalties*, piores os resultados do indicador em questão.

Nota-se moderada correlação entre Nova Friburgo, Resende e Itaboraí, com resultados de "r" entre 0,4 e 0,6. Destaca-se que, dos três municípios citados, apenas Itaboraí não está sob a gestão da iniciativa privada.

De acordo com os resultados obtidos, a forte correlação se dá apenas para o município de Maricá, que ocupa o primeiro lugar entre os municípios selecionados quanto ao valor total recebido em *royalties* entre o período em estudo.

A partir da correlação de Pearson, a análise do ITE demonstrou que 50% dos municípios apresentaram correlações fracas e, entre essas, apenas Campos dos Goytacazes mostrou correlação negativa. É importante destacar que o município de Campos evidenciou uma redução nos valores dos *royalties* ao longo dos anos. Entretanto, no período de 2010 à 2018, a concessão privada foi responsável pelo crescimento dos volumes de esgoto tratado, atingindo a taxa máxima de 100%. Assim sendo, a correlação fraca reflete a realidade do saneamento no município, já que a iniciativa privada reduz e desobriga os investimentos nesse setor por parte do poder concedente.

Ainda sobre o ITE, 25% dos municípios tiveram correlação moderada, porém em dois deles, Barra Mansa e Maricá, o resultado foi negativo. Os dois citados registraram um crescimento da malha de coleta, com o aumento anual do ICE; em contrapartida, o ITE sofreu redução. Tal fenômeno pode acontecer em casos em que há investimento na expansão da malha de coleta, ou uma mobilização da população para a interligação à rede de esgotamento existente. Em contrapartida, o mesmo investimento não ocorre na construção de novas ETEs ou na ampliação da capacidade de ETEs existentes.

Uma forte correlação pode ser notada entre Macuco, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu e Seropédica para o indicador ITE. Todos os municípios citados apresentaram variações proporcionais entre o crescimento do indicador de tratamento e o incremento dos valores recebidos em *royalties* ano a ano.

5.3.2.1 Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Média Aritmética

O aprofundamento da análise foi realizado a partir do cálculo da média aritmética dos dados da série estudada..

Tabela 5. 7 - Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Média Aritmética

Município	*Royalties*	ICE	ITE
Angra dos Reis	80,12	56,46	44,14
Araruama	9,29	71,11	88,89
Barra Mansa	11,77	98,29	3,27
Belford Roxo	9,76	35,05	55,37
Campos dos Goytacazes	490,25	59,52	91,01
Cordeiro	6,32	50,02	48,01
Duas Barras	5,12	17,54	41,53
Itaboraí	12,98	39,68	6,14
Itaguaí	33,96	34,29	0,00
Itaperuna	8,78	18,75	25,68
Itatiaia	6,83	50,45	0,09
Macuco	4,88	36,28	11,11
Magé	43,98	35,00	0,00
Maricá	173,44	17,06	48,53
Mesquita	9,76	32,18	22,54
Nilópolis	9,76	55,58	7,23
Nova Friburgo	9,76	83,47	68,54
Nova Iguaçu	11,99	36,09	1,02
Piraí	9,39	29,72	31,47
Quissamã	70,95	26,40	0,00
Resende	11,09	83,85	56,93
São Gonçalo	12,98	50,38	19,20
Seropédica	8,54	36,46	3,22
Silva Jardim	28,76	68,88	88,89
Teresópolis	9,76	17,47	0,00
		ICE	**ITE**
	r	0,0323	0,4134
	t	0,1548	2,1775
	(p)	0,8783	0,0399

Legenda: Valores de royalties em bilhões de reais

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Nessa fase do estudo, pretendeu-se correlacionar a média aritmética dos valores anuais recebidos em *royalties* aos indicadores ICE e ITE, respectivamente.

A Tabela 5.7 evidencia a variação dos indicadores entre os municípios da amostra. Sob a luz do ICE, Barra Mansa apresentou o maior percentual, 98,29% do esgoto coletado; enquanto Maricá figura como o pior município relativo ao indicador de coleta de esgoto, correspondente à 17,06%. Pelo coeficiente de Pearson (r), nota-se uma correlação inexistente entre o recebimento de *royalties* e a coleta de esgoto.

Aplicando a média aritmética ao ITE, observa-se uma amplitude ainda maior entre o maior e o menor índice de tratamento. Campos dos Goytacazes aparece como o município com maior percentual de tratamento do esgoto: 91,01%; e o pior índice de tratamento é apresentado por quatro cidades, quais sejam: Teresópolis, Magé, Quissamã e Itaguaí.

Sob a ótica do coeficiente de Pearson (r), o indicador ITE correlacionou-se moderadamente ao recebimento de *royalties*. É importante destacar que o cálculo do índice de tratamento de esgoto, ainda que observado separadamente, é sempre resultado da razão entre o esgoto coletado e o tratado.

5.3.2.2 Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Média Geométrica

A partir do cálculo da média geométrica, uma nova possibilidade de análise foi criada.

Tabela 5. 8 - Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Média Geométrica

Município	*Royalties*	ICE	ITE
Angra dos Reis	77,82	47,46	31,47
Araruama	9,00	62,33	X
Barra Mansa	11,39	98,24	3,26
Belford Roxo	9,48	30,82	39,80
Campos dos Goytacazes	472,19	59,13	90,02
Cordeiro	6,12	43,07	X
Duas Barras	4,97	15,32	X
Itaboraí	12,51	39,64	6,07
Itaguaí	27,36	34,29	X
Itaperuna	8,53	16,52	X
Itatiaia	6,63	25,74	X
Macuco	4,74	36,19	X
Magé	43,00	30,67	X
Maricá	131,49	17,01	45,63
Mesquita	9,47	32,14	X
Nilópolis	9,48	49,72	X
Nova Friburgo	9,48	70,65	61,29
Nova Iguaçu	10,41	36,09	X
Piraí	9,11	29,68	X
Quissamã	68,53	26,39	X
Resende	10,67	82,27	48,61
São Gonçalo	12,51	43,68	18,80
Seropédica	8,29	36,45	X
Silva Jardim	28,06	67,80	X
Teresópolis	9,48	17,47	X
		ICE	**ITE**
	r	0,1008	X
	t	0,486	X
	(p)	0,6316	X

Legenda: Valores de royalties em bilhões de reais.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os resultados obtidos não demonstraram a existência de correlação entre o recebimento de *royalties* e o indicador ICE. A correlação tem como base a média geométrica dos índices entre os anos de 2010 e 2018.

No cálculo do ITE, o *software* utilizado (*Bioestat*) não retornou valores válidos, o que indica que a análise, a partir da média geométrica, não contribui para o aprofundamento da discussão.

5.3.2.3 **Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Delta**

O cálculo do delta seguiu o preconizado na seção metodológica, retornando os resultados resumidos na Tabela 5.9.

Tabela 5. 9 – Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Delta

Município	***Royalties***	ICE	ITE
Angra dos Reis	721,09	79,43	-74,06
Araruama	83,62	53,23	100
Barra Mansa	105,90	10,54	-0,62
Belford Roxo	87,85	33,17	38,78
Campos dos Goytacazes	4412,27	16,55	31,13
Cordeiro	56,86	30,6	88,42
Duas Barras	46,12	10,57	72,84
Itaboraí	116,81	4,6	0,07
Itaguaí	305,67	0,14	0
Itaperuna	79,06	18,12	46,31
Itatiaia	61,49	-76,66	0
Macuco	43,92	-6,73	100
Magé	395,84	34,4	0
Maricá	1560,96	3,71	-33,73
Mesquita	87,84	-5,51	45,28
Nilópolis	87,85	-48,5	60,57
Nova Friburgo	87,85	89,59	72,33
Nova Iguaçu	107,90	-0,29	2,75
Piraí	84,48	3,82	58,76
Quissamã	638,54	-1,74	0
Resende	99,80	35,96	65,89
São Gonçalo	116,81	30,57	13,67
Seropédica	76,86	1,83	18,27
Silva Jardim	258,85	9,95	100
Teresópolis	87,85	0,19	0
		ICE	**ITE**
	r	0,0542	-0,2071
	t	0,2605	-1,0154
	(p)	0,7968	0,3204

Legenda: Valores de royalties em bilhões de reais

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Em todas as cidades observadas, é unânime o crescimento do recebimento de *royalties*; em contrapartida, ao calcular o delta, fica mais evidente a queda nos índices de coleta e tratamento de alguns municípios ao longo dos anos.

O coeficiente de Pearson demonstra não haver correlação entre o recebimento de *royalties* e qualquer um dos índices em destaque, apresentando ainda correlação negativa, que

significa haver proporcionalidade inversa entre o crescimento do indicador ITE e o incremento no recebimento de *royalties* ao longo do período.

5.4 DISCUSSÃO

O investimento em saneamento básico no Brasil ocorreu pontualmente em alguns períodos específicos. Em decorrência disso, o Brasil ainda está marcado por desigualdade e déficit ao acesso, principalmente em relação à coleta e ao tratamento de esgoto. Atualmente, por meio das políticas de saneamento ambiental e do afrouxamento das regras de concessão de serviços ao setor privado, o setor de saneamento tem recebido considerável atenção e incremento de investimentos.

São evidentes os efeitos das lacunas e omissões na legislação diante da relevância da participação das rendas do petróleo nas receitas municipais, fato que não implica necessariamente no desequilíbrio entre a disponibilidade de equipamentos e oferta de serviços públicos, mas propicia incrementos preocupantes na contratação de pessoal (TANAKA; NASCIMENTO, 2018).

Existe baixa objetividade na definição de critérios para aplicação dos recursos e ausência de rigidez na fiscalização, essenciais para assegurar a realização do objetivo de justiça intergeracional, que embasa a própria criação dessas compensações financeiras (VILANI, 2013).

Para o setor de saneamento, a má aplicação dos recursos, conforme evidenciado pela falta de correlações, vai na direção oposta ao que versa o inciso 3° da Lei n.º 7.453/85, que dispõe sobre a Política Nacional do Petróleo, em que se afirma que os estados, territórios e municípios deverão aplicar os recursos previstos neste artigo, preferentemente, em energia, pavimentação de rodovias, abastecimento e tratamento de água, irrigação, proteção ao meio-ambiente e saneamento básico.

Para Acruche et al. (2018), os recursos da renda petrolífera vêm sendo aplicados, porém, a sua má gestão pode resultar em problemas socioeconômicos no longo prazo. Dessa forma, os municípios que atualmente se beneficiam de rendas petrolíferas devem prover a realização dos gastos dessas rendas no sentido de cumprir o compromisso de deixar um legado para as futuras gerações, que estarão privadas de tais recursos (BORGES; CRUZ, 2019).

Além disso, quanto à base de dados do SNIS, é importante ressaltar a existência de um número elevado de inconsistências, em que determinados indicadores apresentam valores que não condizem; teoricamente, impossíveis de serem alcançados. Atualmente, para mitigar esses erros encontrados na base de dados, o governo criou o Projeto Acertar SNIS cujo principal objetivo é o desenvolvimento e a aplicação de metodologias para certificação de informações do SNIS. Porém, mesmo com a presença dessa iniciativa, ainda é grande o número de inconsistências encontradas nessa base, o que gera maior complexidade na etapa de tratamento dos dados extraídos e dificulta o desenvolvimento de trabalhos científicos.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada demonstrou haver, de maneira geral, fraca correlação entre os índices de saneamento dos municípios do estado de Rio de Janeiro e os valores recebidos em *royalties* no período entre 2010 e 2018. No segmento de abastecimento de água, todas as correlações demonstraram ser desprezíveis; entretanto, a avaliação dos indicadores de esgoto apresentou correlação moderada entre os indicadores selecionados e o recebimento de *royalties*.

Como trabalhos futuros, seria viável analisar possíveis correlações não lineares entre esses quatro indicadores e os valores recebidos em *royalties*. Além disso, o SNIS possui uma ampla variedade de indicadores. Ampliar o número de indicadores a essa análise seria uma oportunidade de incluir aspectos do saneamento ambiental não abordados neste estudo, como indicadores ligados a resíduos sólidos.

5.6 REFERÊNCIAS

ACRUCHE, R. et al. Estudo bibliométrico sobre indicadores associados aos royalties do petróleo e auxílio multicritério à decisão. Campos dos Goytacazes/RJ. **BPRR**, n. Ano XVI, no 61-Dezembro/2018, [s.d.].

BRASIL. **Decreto-lei no 2.004**, de 3 outubro de 1953. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l2004.htm>. Acesso em: 26 jun. 2021.

BRASIL. **Decreto-lei no 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 21 jun. 2021.

BRASIL. **Decreto-lei no 12.734**, de 30 de novembro de 2012. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12734.htm>. Acesso em: 26 out. 2021.

BRASIL. **Decreto-lei no 14.026**, de 15 julho de 2020. Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=14026&ano=2020&ato=cfaATWE9EMZpWT417>. Acesso em: 26 out. 2021.

BORGES, L.; CRUZ, J. Ic, Impactos da redistribuição das rendas petrolíferas no estado do Rio de Janeiro e municípios Fluminenses. **Boletim Petróleo, Royalties e Região**. Campos dos Goytacazes. v. XVII, n. Ano XVII, nº 64. p. 59, dez. 2019.

CORRÊA, G. G. et al. Perfil socioeconômico das populações expostas a resíduos da exploração de petróleo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Rio de Janeiro. v. 14, n. 3, p. 372–385, set. 2011.

FERNANDES, C. F. **A Evolução da Arrecadação de Royalties do Petróleo no Brasil e seu Impacto sobre o Desenvolvimento Econômico do Estado do Rio de Janeiro.** 2007. Monografia de Bacharelado. Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Instituto de Economia. 2007.

KIMURA, R. M. **Indústria brasileira de petróleo**: uma análise da cadeia de valor agregado. 2005. 103 f. Monografia (Bacharelado em Economia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

MATIAS, Ítalo Oliveira; SHIMODA, Eduardo. **Info Royalties**: Petróleo, Royalties e Região. Campos dos Goytacazes, RJ. Disponível em: <https://inforoyalties.ucam-campos.br/>. Acesso em: 21 de nov. de 2021.

PACHECO, Carlos Augusto Góes. O Impacto dos Royalties do Petróleo no Desenvolvimento Econômico Dos Municípios da Região Norte Fluminense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3, 2005, 2-5 out, Salvador-BA. **Anais Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP)**, 2005.

PIQUET, Rosélia; TAVARES, Érica; PESSOA, João Monteiro. **Emprego no setor petrolífero: dinâmica econômica e trabalho no Norte Fluminense.** Cad. Metrop. São Paulo , v. 19, n. 38, p. 201-224, Apr. 2017.

REIS, D. A.; SANTANA, J. R. Os efeitos da aplicação dos royalties petrolíferos sobre os investimentos públicos nos municípios brasileiros. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n. 1, p. 91–118, fev. 2015.

SOARES, S., BERNARDES, R., e CORDEIRO NETTO, O. Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento. **Caderno de Saúde Pública.** v. 6(18), pp. 1713 - 1724. 2002.

TANAKA, C.; NASCIMENTO, D. O controle externo na aplicação de royalties do petróleo em municípios do Rio de Janeiro**. Boletim Petróleo, Royalties e Região**. n. Ano XVI, nº 59-Abril/2018.

VILANI, R. M. Sob o signo de Libra**. Petróleo, Royalties & Região**, n. 42, 2013.

6 ARTIGO III – UMA AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE ROYALTIES DA MINERAÇÃO E INDICADORES DE SANEAMENTO NO ESTADO DE MINAS GERAIS

An assessment of the relationship between mining royalties and sanitation indicators in the state of Minas Gerais

Resumo: O presente trabalho analisa a existência, ou não, de correlação entre o recebimento de royalties da mineração e o saneamento nos municípios do estado de Minas Gerais. Por meio de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), dos principais indicadores apontados pelo ranking do Instituto Trata Brasil e dados relativos ao pagamento de Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM) fornecidos pela Agência Nacional de Mineração, avaliou-se a correlação entre a oferta de recursos e a melhoria de indicadores sanitários, bem como a significância da relação. O estudo não apontou para a existência de correlação entre o recebimento de royalties da mineração e a melhoria dos indicadores sanitários, no entanto evidenciou a relação entre a eficiência de alocação dos recursos por parte da gestão pública e seu impacto positivo para a reversão do quadro atual do saneamento em alguns municípios de Minas Gerais.

Palavras-chave: Saneamento, Correlação de Pearson, CFEM, Royalties.

Abstract: This paper analyzes the existence, or not, of a correlation between the receipt of mining royalties and sanitation in the municipalities of the state of Minas Gerais. Through data provided by the National Sanitation Information System (SNIS), the main indicators indicated by the Trata Brasil Institute ranking and data on the payment of CFEM provided by the National Mining Agency, the correlation between the supply of resources and the improvement of sanitary indicators was evaluated, as well as the significance of the relationship. The study did not point to the existence of a correlation between the receipt of mining royalties and the improvement of sanitary indicators, however, it showed the relationship between the efficiency of resource allocation by public management and its positive impact on reversing the current sanitation situation in some municipalities of Minas Gerais.

Keywords: Sanitation, Pearson Correlation, CFEM, Mining Royalties.

6.1 INTRODUÇÃO

A necessidade de investimentos no setor de saneamento é uma realidade que pode ser observada em milhares de países ao redor do globo. A asseveração pode ser confirmada a partir da Agenda 2030, criada pela Organização das Nações Unidas (UN, 2022) que, em 2015, estabeleceu 17 objetivos para desenvolvimento sustentável. Dentre os quais, destaca-se como objetivo nº 6 a missão de garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.

No ano de 2021, o Brasil ocupava a 13ª (décima terceira) posição no ranking das maiores economias do mundo, ficando à frente de países como Austrália e Rússia (FMI, 2021). A representatividade do PIB brasileiro no cenário mundial, contudo, não reflete a realidade da federação quanto ao acesso da população aos serviços de saneamento básico. A desigualdade no acesso da população a serviços básicos é uma realidade, e no setor de saneamento o mesmo padrão se repete. Quanto ao abastecimento de água, em 2020 mais de 36 (trinta e seis) milhões de brasileiros não tinham acesso a água encanada, o que representa aproximadamente 16% (dezesseis por cento) da população (SNIS, 2020). Os números do esgoto são ainda mais preocupantes, haja vista que mais de 97 (noventa e sete) milhões de pessoas, ou 45% (quarenta e cinco por cento) da população, não são atendidas de coleta de esgoto (SNIS, 2020).

O estudo mais aprofundado dos dados do IBGE (2020) demonstra que as desigualdades quanto à arrecadação de receitas e a cobertura dos indicadores de saneamento são relevantes na esfera estadual. A análise da classificação dos estados com os maiores Produtos Interno Bruto (PIBs) na região sudeste evidencia que (à parte o estado de São Paulo) os estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais figuram, respectivamente na 4ª (quarta) e na 16ª (décima sexta) posição quanto ao percentual da população que mora em domicílios sem água tratada. Em suma, 9,3% da população fluminense e 17,9% dos cidadãos de Minas Gerais recebem água encanada sem qualquer tipo de tratamento (SNIS, 2020).

A associação entre PIB e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é inevitável, e a percepção de qualidade de vida pela sociedade tem sofrido mudanças. O acesso aos serviços básicos de saneamento, por exemplo, tem se tornado um dos principais indicadores para medir o nível de organização da sociedade e seu empenho na redução das desigualdades (MPOG, 2011), entrelaçando assim, a assimilação do conceito de qualidade de vida com o acesso da população à serviços básicos, como abastecimento e tratamento de água, coleta e tratamento de esgoto.

Os estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro compartilham de uma importante característica que afeta diretamente o PIB estadual e municipal: o recebimento de *royalties*. Em 2021, o Rio de Janeiro foi o estado com maior arrecadação de *royalties* do petróleo (mais de cinco bilhões de reais) (MATHIAS, SHIMODA, 2021) e no mesmo ano Minas Gerais foi o estado que mais arrecadou de *royalties* da mineração (mais um bilhão e meio de reais) (ANM, 2022).

A análise da influência dos *royalties* sobre a qualidade de vida da população é abordada em alguns estudos. Na literatura é amplamente explorada a investigação da relação entre recebimento de *royalties* do petróleo e aspectos como saneamento, desenvolvimento social e econômico da sociedade (PACHECO, 2005; FERNANDES, 2007; TANAKA, NASCIMENTO, 2013; ASSIS et al., 2014; REIS, SANTANA, 2015; PIQUET et al., 2017; BORGES, CRUZ, 2019). Quanto aos *royalties* da mineração, algumas pesquisas vem sendo desenvolvidas buscando entender a influência dos mesmos sobre a economia e sociedade dos municípios mineradores (LEITE, 2009; RODRIGUES, 2009; FERREIRA, 2013; RODRIGUES, MOREIRA, COLARES, 2016; SILVA et al., 2017; LAVRA, 2018; ABREU, 2021;), no entanto as relações entre os recursos dos *royalties* e os indicadores de saneamento ainda são pouco compreendidas.

Os municípios beneficiados pelo recebimento de royalties nem sempre expõem claramente onde estes recursos são investidos, dessa forma não existem evidências se os royalties da mineração estão associados a melhoria da qualidade de vida da população, incluindo o saneamento básico. Considerando a temática abordada surgem as questões de pesquisa deste trabalho. Quais os principais municípios beneficiados pelos *royalties* da mineração no Estado de Minas Gerais? Os municípios que receberam as maiores compensações provenientes da atividade exploratória mineral, apresentaram melhorias nos seus indicadores de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto? Existe relação entre essas variáveis?

O objetivo pretendido com essa pesquisa é avaliar a existência, ou não, de correlação linear entre o recebimento de royalties da mineração e os indicadores de saneamento nos municípios do estado de Minas Gerais, e tentar identificar padrões a partir da análise de dados relativos a um recorte temporal (que compreende um período de 11 anos).

6.2 REFERENCIAL TEÓRICO

6.2.1 Royalties da Mineração

Em 1988, a Constituição Federal (CF) estabeleceu que os recursos minerais, ademais aqueles localizados em subsolo, são de propriedade da União (BRASIL, 1988). Como os recursos minerais pertencem ao Estado e são exauríveis, em 1989 foi promulgada a Lei 7990/1989 que, com seu caráter indenizatório, determinou a obrigatoriedade da compensação financeira por parte das empresas que exploram recursos minerais. Para que houvesse o aproveitamento dos recursos naturais e exploração mineral criou-se a Compensação Financeira pela Exploração Mineral (CFEM), contudo, a lei não formalizou o fim para o qual os recursos provenientes da CFEM deveriam ser aplicados. À época, vetou-se à destinação dos *royalties* da mineração para gastos que incluíssem o pagamento de dívida pública e de quadro de pessoal permanente oficializado, mas apenas em 2017, com a aprovação da Lei n.º 13.540/2017, houve uma orientação formal para a destinação de tais recursos. As alterações na lei vigente instituíram que 20% (vinte por cento) dos valores recebidos pelos Estados e Municípios onde a produção é realizada devem ser destinados, preferencialmente, para a diversificação da economia, bem como para a sustentabilidade do desenvolvimento mineral, científico e tecnológico.

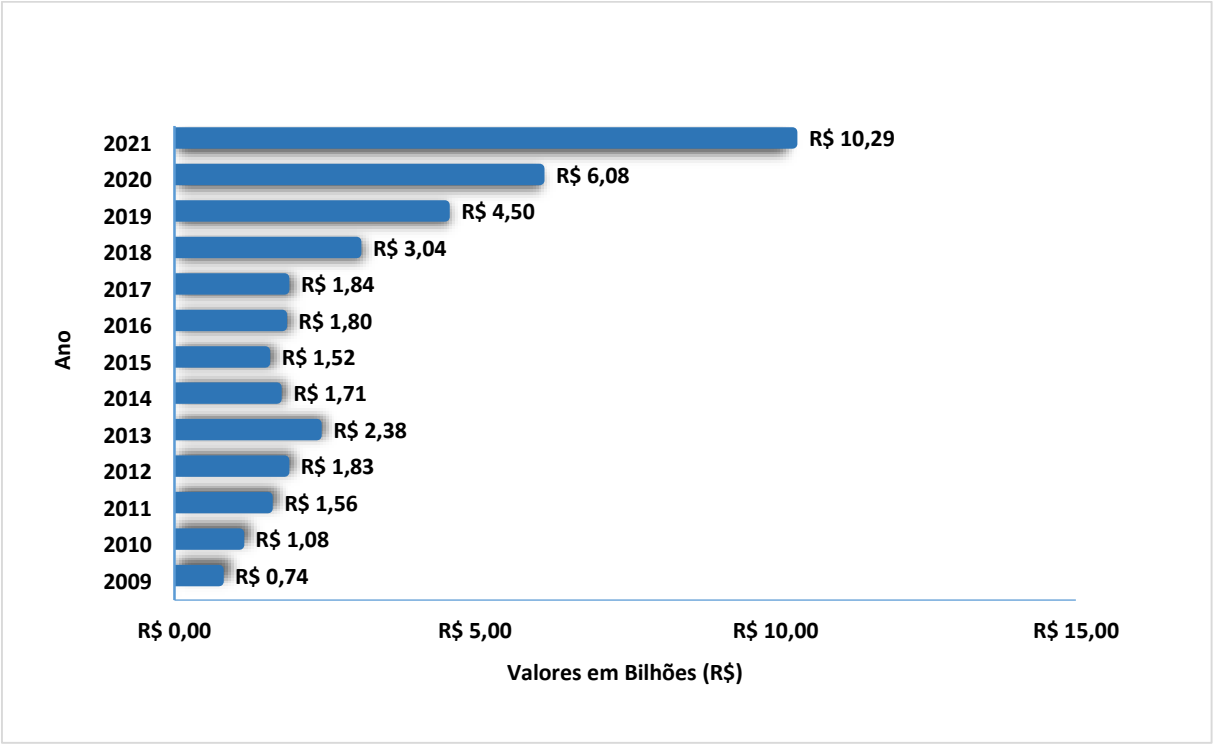
O órgão que regula, outorga e fiscaliza o setor mineral brasileiro é a Agência Nacional de Mineração – ANM, uma autarquia federal sob regime especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A ANM com circunscrição em todo o território nacional em áreas que abrangem pesquisa mineral, lavra de substância, garimpos, extração de materiais para construção civil, fósseis, água mineral, certificado *Kimberley* (para extração de diamantes).

A importância do setor minerador para o país é demasiada e destaca-se em vários aspectos. É inegável o papel desempenhado pela mineração, enquanto indústria de base, como máquina propulsora para a transformação industrial do Brasil nas décadas de 50 e 60. Nas últimas décadas, sua relevância tem sido evidenciada pela representatividade de suas receitas tanto para o PIB brasileiro, quanto para o equilíbrio da balança comercial, haja vista a expressiva atuação da produção mineral brasileira na economia mundial. O segmento da mineração colocou o Brasil em posição estratégica no mercado global, já que o país figura no topo da lista dos principais produtores de Nióbio, Ferro, Bauxita, além de ser um dos principais exportadores de Estanho, Níquel, Manganês, Magnesita, Ouro, entre outros (IBRAM, 2019). Frente ao PIB, a economia mineradora corresponde a 4,06% de toda a riqueza produzida (dados

de 2018). Em 2019, o setor extrativo mineral garantiu a manutenção de mais de 174 (cento e setenta e quatro) mil postos de trabalho diretos e milhares de outros empregos indiretos (IBRAM, 2020).

O crescimento do setor de mineração brasileiro nos últimos anos, e a escalada da produção mineral tiveram reflexos também no aumento das verbas compensatórias. Em 2021, o valor pago em CFEM foi 1300% maior que as indenizações computadas em 2009 para todos os minerais (ANM, 2022).

Gráfico 6. 1 - Recolhimento de Royalties da Mineração no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados fornecidos pela ANM (2022).

Apesar da maturidade da indústria minerária brasileira, ainda há muito o que expandir em função da diversidade de riquezas minerais escondidas no vasto território a se explorar. Em um país com elevado *déficit* social e com tamanha renda provenientes de fundos minerais é urgente que haja uma gestão eficiente de tais recursos, a fim de evitar a falência das economias dependentes dos *royalties* quando da exaustão dos recursos.

6.2.2 Indicadores de saneamento

O setor sanitário brasileiro, apesar do *déficit* dos serviços que englobam água e esgotamento, conta com uma gama de informações que são largamente utilizadas para a realização de análises e para a compreensão da situação atual do saneamento em diversas regiões, estados e municípios. A principal base de dados sobre saneamento, SNIS, é fomentada pelo governo federal e utilizada com grande recorrência no desenvolvimento de pesquisas nas áreas de recursos hídricos, esgotamento sanitário e coleta/destinação final de resíduos sólidos. Além da base SNIS, o Brasil conta com mais de 15 outras fontes de dados relativos ao setor de saneamento (mantidas por entes públicos, privados e entidades sem fins lucrativos). No entanto a menor frequência e a diversificação no padrão de atualizações das informações limitam a utilização de algumas delas para investigações que utilizem séries temporais (SOARES et al., 2018).

Analogamente ao Ministério das Cidades, responsável pelo SNIS, o Instituto Trata Brasil mantém um portal desenvolvido com a finalidade de popularizar o acesso às informações sobre o panorama do saneamento básico no Brasil (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020). O Instituto Trata Brasil, que consiste em uma OSCIP - Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, é formado por empresas com interesse nos avanços do saneamento básico e na proteção dos recursos hídricos, e busca conscientizar a população sobre a importância da pauta para o desenvolvimento do país, a fim de possibilitar um acompanhamento mais dinâmico do setor sanitário no que tange serviços relativos a água e esgoto. Através de infográficos, relatórios, painéis e outras ferramentas, a organização realiza o monitoramento dos dados fornecidos por bases públicas, principalmente o SNIS, tornando mais dinâmico o acompanhamento do avanço na cobertura dos serviços.

Uma das mais relevantes ferramentas desenvolvidas pelo Trata Brasil, é o *Ranking* do Saneamento. Trata-se de um *ranking*, baseado nas informações do SNIS, que mostra a situação do saneamento nas 100 maiores cidades do país, classificando-as quanto à excelência na prestação dos serviços de água e esgoto.

No cenário mundial, os *rankings* de saneamento também estão presentes. A Índia conta com o *National Urban Sanitation Policy* (NUSP), uma política de saneamento urbano criada pelo governo indiano que incentiva a transformação das cidades em lugares sustentáveis (MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT GOVERNMENT OF INDIA, 2011). Existem ainda outros *rankings* com foco em sustentabilidade, meio ambiente e energias sustentáveis,

como: *Urban Ecosystem Europe, Renewable Energy Systems, European Energy Award, European Green Capital Award, European Green City Index,* entre outros (MEIJERING; KERN; TOBI, 2014). De maneira geral, os rankings contribuem para uma maior transparência quanto à efetividade dos investimentos realizados, atuando também para prestação de contas das organizações que compõem o segmento sanitário (SCHWEMLEIN; CRONK; BARTRAM, 2016). Todavia, vale destacar que nenhum dos projetos acima citados tratam exclusivamente sobre saneamento, como é o caso do Trata Brasil.

O *Ranking* do Saneamento adota o mesmo conceito preconizado pelo Instituto Trata Brasil, que considera como saneamento básico estritamente os serviços de abastecimento de água e disposição de esgoto na comunidade, pois, segundo o mesmo Instituto, a inclusão de outros fatores como resíduos sólidos, podem modificar o sentido da palavra "básico" (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2022). Os indicadores utilizados para elaboração do *Ranking* são divididos em 3 (três) grupos que medem "Nível de Cobertura", "Melhora de Cobertura" e "Nível de Eficiência". Alguns são compostos por índices disponibilizados pelo SNIS e outros pela combinação de um ou mais índices fornecidos pela mesma base de dados. O Quadro 6.1 apresenta o grupo, os indicadores do *Ranking* do Saneamento, os indicadores do SNIS nos quais eles se baseiam e um resumo do que se pretende analisar com cada um deles.

Quadro 6. 1 - Resumo dos Indicadores utilizados pelo Trata Brasil para elaboração do Ranking do Saneamento

Grupo	Indicador *Ranking*	Indicadores/Informações SNIS	Breve Explicação
Nível de cobertura	Água Total	IN055	População urbana e rural atendida por abastecimento de água.
	Água Urbano	IN023	População urbana atendida por água.
	Coleta Total	IN056	População urbana e rural atendida por coleta de esgoto.
	Coleta Urbano	IN024	População urbana atendida por coleta de esgoto.
	Tratamento	IN046/IN056	Volume de esgoto tratado em relação ao volume de água consumido controlado pelos índices de coleta.
Melhora da cobertura	Investimentos/Arrecadação	FN006/FN033/FN048/FN058	Porcentagem da arrecadação do município investida no sistema.
	Novas Ligações de Água/ Ligações Faltantes	AG021/IN055	Porcentagem realizada do número de ligações faltantes para universalização dos serviços de água.
	Novas Ligações de Esgoto/ Ligações Faltantes	ES009/IN056	Porcentagem realizada do número de ligações faltantes para universalização dos serviços de esgoto.
Nível de Eficiência	Perdas na distribuição	IN049	Água consumida medida em porcentagem de água produzida.
	Perdas no Faturamento	AG006/AG011/AG018	Água faturada medida em porcentagem da água produzida.
	Evolução Perdas de Faturamento	AG006/AG011/AG018	Evolução das perdas de faturamento dos municípios.
	Evolução Perdas na Distribuição	IN049	Evolução das perdas na distribuição dos municípios.

Fonte: Ranking do Saneamento 2020 – Instituto Trata Brasil (SNIS 2018)

A partir da utilização dos indicadores acima, o Trata Brasil passeia por todas as disciplinas de controle fundamentais, e é largamente utilizada nos dias de hoje, para concessionárias, agências reguladoras, poder concedente e órgãos de regulamentação.

A metodologia adotada para o cálculo do ranking não será obedecida neste estudo, haja vista os objetivos pretendidos por esse trabalho e apresentados no item 1.

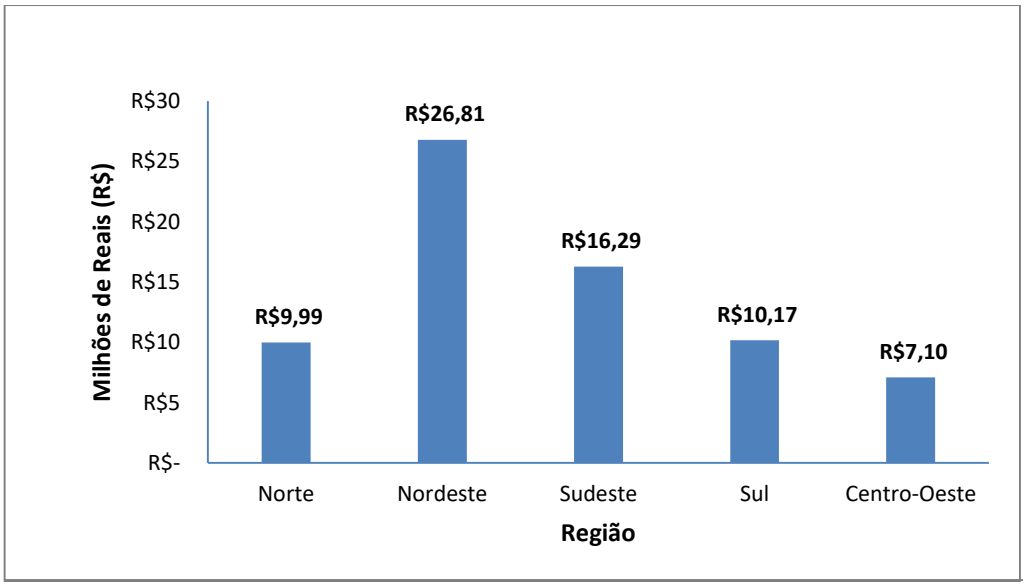
6.2.3 Saneamento e *Royalties*

No Brasil, apesar das condições sanitárias apresentarem melhora nos últimos anos, os serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto ainda são muito débeis. Com o propósito de reverter a deficiência no setor de saneamento no Brasil, em 2020, foi sancionada

a Lei nº 14.026 que atualizou o marco legal do saneamento inicialmente instituído em 2007. A nova lei estabelece, dentre outros aspectos, metas para a universalização dos serviços públicos, exige padrão de qualidade na prestação dos serviços, define a governança das entidades de regulação, contribuindo ainda para outras grandes mudanças no cenário atual (PAGANINI; BOCCHIGLIERI, 2021).

O problema do saneamento é estrutural, assim como o impacto que a falta dele causa no meio ambiente e na saúde pública. Um estudo divulgado pela OMS – Organização Mundial da Saúde revelou que a cada US$1 (um dólar) investido em saneamento, US$4,3 (quatro dólares e trinta *cents*) deixam de ser gastos com saúde. Dados do DATASUS (2020) corroboram a posição da OMS, já que em 2020 as despesas com internações por doenças associadas à falta de saneamento, como leptospirose e algumas parasitoses, somaram R$70 milhões (setenta milhões de reais).

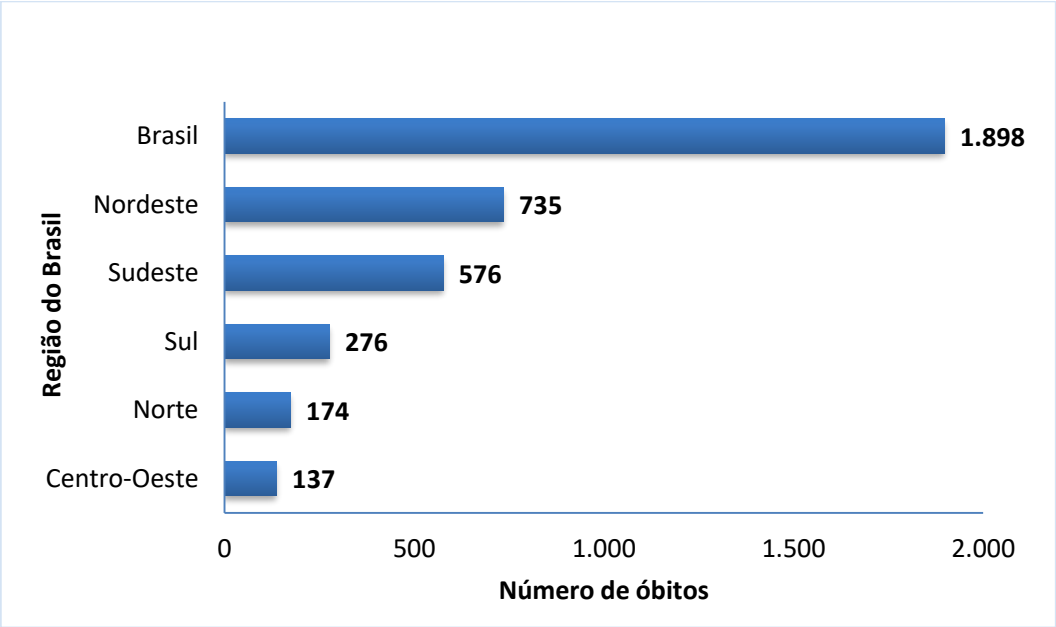
Gráfico 6. 2 – Gastos públicos com doenças decorrentes da falta de saneamento



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do DATASUS (2020).

A situação é ainda mais preocupante ao analisarmos o número de mortes decorrentes da falta de saneamento, já que, no mesmo período, foram registradas mais de 1800 (mil e oitocentas) mortes por doenças relacionadas à falta de acesso à serviços sanitários básicos (DATASUS, 2020).

Gráfico 6. 3 – Número de óbitos decorrentes da falta de saneamento



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do DATASUS (2020).

A falta de abastecimento de água, um serviço essencialmente básico, traz consigo muitas outras faltas, como acesso à educação, saúde, infraestrutura, bem como alimentação e higiene adequadas. O acesso à água exerce grande impacto nas vidas de crianças e jovens em idade escolar, pois relaciona-se diretamente com o desempenho estudantil, como destacado por Neri (2008), ao apontar que o acesso à água exibe correlação positiva com a proficiência escolar e negativa com o índice de reprovação. Em resumo, quanto maior o acesso à água, melhor o desempenho do aluno, e quanto menor o acesso à água, maior o índice de reprovação de jovens e crianças.

A debilidade do sistema sanitário brasileiro deve-se à combinação de múltiplos fatores, que podem relacionar-se com a localização geográfica e envolver aspectos fisiográficos, institucionais, socioculturais, políticos e econômicos; por isso a investigação causal demanda esforços analíticos e metodológicos na abordagem do problema sanitário (ANA, 2017). A gestão das verbas públicas exerce grande influência na alocação de recursos em áreas ou setores subdesenvolvidos, assim sendo, a oferta de capital ou a riqueza de um país, sozinhos, não são suficientes se não houver um direcionamento efetivo dos investimentos.

Os *royalties* da mineração são um bom exemplo; existe uma tese chamada de “maldição dos recursos naturais” que sugere que países ricos em recursos minerais, e que consequentemente tenham parte de sua economia alicerçada por esse setor, podem não se beneficiar de tal dotação favorável e, ainda, apresentar desempenho pior do que outros países,

menos dotados de recursos (AUTY, 1993). Existe então uma forte tendência das regiões cuja economia é movimentada pela extração mineral a demonstrarem desempenho inferior frente a outros países em desenvolvimento. Neste viés, o uso das rendas minerais é fator crítico para determinar se a mineração promove ou não o desenvolvimento econômico e sustentável (DAVIS, TILTON, 2005). Por isso a política pública apropriada não é a de cessar o incentivo à atividade mineral, mas de designar como a mesma deve ser estimulada e garantir que contribua para o desenvolvimento da sociedade (LEITE, 2009).

Minas Gerais é o segundo maior estado em produção mineral do país, ficando atrás apenas do Pará, e ainda assim é o estado que mais investe em mineração (IBRAM, 2020). Os altos investimentos, recentemente, podem ser um reflexo das grandes catástrofes ambientais que assolaram o estado nos últimos anos, em decorrência do rompimento de barragens de rejeitos. Apesar da enorme capacidade de investimento propiciada pelas rendas minerais, as condições de saneamento e infraestrutura ainda são deficientes em muitos municípios cuja economia é baseada na atividade minerária (LEITE, 2009).

6.3 METODOLOGIA

Nesta seção serão abordados aspectos metodológicos do trabalho com a finalidade de favorecer a compreensão dos procedimentos nos quais estão apoiados os resultados obtidos.

6.3.1 Coleta de Dados

A pesquisa utiliza como principais fontes os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e as informações relativas ao recebimento de CFEM (para todos os tipos de minerais explorados) fornecidas pela ANM. O SNIS consiste em um banco de informações mantido pelo Governo Federal e alimentado pelos municípios brasileiros que, por sua vez, são responsáveis por repassar as informações. A extração dos dados foi feita através do painel do saneamento.

Por meio da análise das bases do SNIS e do recebimento de CFEM pelos municípios do Estado de Minas Gerais, realizou-se um recorte temporal de 11 anos, compreendendo o período entre 2010 e 2020. A limitação visa garantir uniformização dos dados do SNIS, isso porque os mesmos passaram a ser informados com maior completude a partir de 2010, de maneira que antes desse período, apenas um pequeno número de municípios reportava indicadores com frequência, o que resultava num volume elevado de dados faltantes. A última atualização do conjunto de dados disponibilizado pelo SNIS é relativa ao ano/exercício de 2020, ficando

estabelecido assim a limitação de 2020 como ano fim. Visando garantir o mesmo espaço amostral, os relatórios de recebimento de CFEM e de dados do SNIS respeitarão o mesmo espaço temporal.

Prosseguiu-se com a seleção dos municípios mineiros, tendo como base as cidades que foram beneficiadas com recursos de CFEM. Os valores recebidos foram acumulados gerando um montante respectivo para cada município. De acordo com os dados fornecidos pela ANB, no estado de Minas Gerais, entre 2010 e 2020, 627 (seiscentos e vinte e sete) municípios receberam valores que variaram entre R$1,617 (um bilhão, seiscentos e dezessete milhões de reais) bilhões e R$13,86 (treze reais e oitenta e seis centavos).

Com a finalidade de reduzir o número de municípios e de dedicar as análises àqueles cujos repasses são mais representativos, elaborou-se um Diagrama de Pareto. Para a estruturação do diagrama, os municípios foram organizados de forma decrescente em relação ao acumulado de CFEM no período, no sentido do maior para o menor recebimento. Em seguida, procedeu-se a soma da CFEM total paga a todos os municípios, para então, calcular o percentual recebido por cada município através da razão entre o valor recebido em CFEM por cada um e a soma total de CFEM paga a todas as municipalidades. Procedidos os cálculos percentuais, estruturou-se o diagrama. Por definição da autora foram apresentados no diagrama 35 municípios, o que limitou o acumulado detalhado a 96% (noventa e seis por cento). Os 4% (quatro por cento) restantes foram agrupados no item “demais municípios”.

Para a elaboração da tabela geral com todos os 35 municípios selecionados, foi mantida a ordenação apresentada no Diagrama no sentido do município que mais recebeu CFEM para o que menos recebeu, dentro da amostra.

Após o cruzamento das bases do SNIS e do recebimento de CFEM pelos municípios, realizou-se a seleção de indicadores da base SNIS a partir daqueles utilizados pelo Instituto Trata Brasil na elaboração do *Ranking* do Saneamento. A base do SNIS, apesar de muito rica em informações, apresenta muitos dados faltantes, dessa forma estabeleceu-se que seriam mantidos apenas os indicadores cuja taxa de resposta fosse maior do que 30% (trinta por cento). Os indicadores que apresentavam menos de 30% dos dados completos, ou ainda aqueles cujo cálculo baseia-se em mais de um indicador e algum desses possui taxa de resposta menor do que a citada, foram suprimidos.

O detalhamento dos indicadores do Trata Brasil, baseados no SNIS, analisados quanto ao nível de responsividade encontra-se apresentado no Quadro 6.2, que detalha os indicadores do Ranking do Saneamento mantidos e excluídos da análise.

Quadro 6. 2- Indicadores do Ranking do Saneamento mantidos e excluídos da análise

Grupo	**Indicador (códigos)**	**Indicador(es) do SNIS utilizados no cálculo**	**Percentual de resposta ao indicador(es) (respectivamente)**	**Algum indicador do SNIS utilizado no cálculo apresenta índice de resposta menor que 30%?**	**Situação do Indicador para o estudo:**	**Unidade de medida**	**Sentido de variação**
Nível de Cobertura	Indicador Urbano de Abastecimento de Água	IN023	99%	Não	Mantido	%	Quanto maior melhor
	Indicador Total de Abastecimento de Água	IN055	99%	Não	Mantido	%	Quanto maior melhor
	Indicador Urbano de Coleta de Esgoto	IN024	86%	Não	Mantido	%	Quanto maior melhor
	Indicador Total de Coleta de Esgoto	IN056	86%	Não	Mantido	%	Quanto maior melhor
	Esgoto Tratado em relação à água consumida	IN046 IN056	35% 82%	Não	Mantido	%	Quanto maior melhor
Melhora da cobertura	Investimentos/Arrecadação	FN006 FN033 FN058	0% 0% 0%	Sim	Excluído	-	-
	Novas Ligações de Água/ Ligações Faltantes*	AG021 IN055	4% 99%	Sim	Excluído	-	-
	Novas Ligações de Esgoto/ Ligações Faltantes*	ES009 IN056	8% 86%	Sim	Excluído	-	-
Nível de Eficiência	Perdas na Distribuição	IN049	95%	Não	Mantido	%	Quanto menor melhor
	Perdas de Faturamento	AG006 AG011 AG018	0% 43% 0%	Sim	Excluído	-	-
	Evolução Perdas na distribuição	AG006 AG011 AG018	36% 43% 0%	Sim	Excluído	-	-
	Evolução Perdas no Faturamento	IN049	95%	Sim	Mantido	-	-

Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do Trata Brasil (2022).

Conforme apresentado no quadro acima, foram mantidos seis indicadores, cinco deles relativos ao grupo que demonstra o nível de cobertura dos serviços e um referente ao nível de eficiência dos serviços prestados. Nenhum indicador pertencente ao grupo que avalia a melhora na cobertura demonstrou nível de resposta acima do limite mínimo para ser mantido no estudo.

Com o intuito de enriquecer as discussões, foram incluídas algumas informações como: população total dos municípios, CFEM *per capita* e a natureza dos serviços. Extraída da base do IBGE (2022), considera-se a população, a soma total da população urbana e rural, dos

municípios no ano de 2020. A CFEM *per capita* tem em conta a razão entre o valor recebido pelas cidades mineiras entre 2010 e 2020 e a população.

A natureza dos serviços aponta os tipos de prestação dos serviços de Água e Esgoto, conforme dados fornecidos pelo SNIS referentes ao ano de 2020. Com o propósito de simplificar a compreensão do leitor, as diversas naturezas foram abreviadas e representadas pelas siglas a saber: SEMCAP (Sociedade de Economia Mista com Administração Pública); APD (Administração Pública Direta); AT (Autarquia); EPRI (Empresa Privada); EPU (Empresa pública).

6.3.2 Elaboração dos mapas

A associação entre as informações obtidas a partir dos bancos de dados e ferramentas de georreferenciamento de informações foi realizada para a elaboração de mapas temáticos. Utilizando arquivos *shapefile* disponibilizados pelo IBGE (2022)[3] com malha municipal do estado de Minas Gerais e o software *open source* QGIS[4], foi possível entrelaçar as informações organizadas em planilhas, tendo o nome dos municípios como requisitos em comum para a vinculação de dados.

A tabela geral de dados foi utilizada para incluir, à tabela de atributos do *shapefile*, informações acerca do recebimento de CFEM (municípios mineradores e não-mineradores), valor acumulado de *royalties* recebidos (pelos 35 municípios), assim como os percentuais de cobertura dos serviços de abastecimento de água (IN055) e coleta de esgoto (IN056). Após a associação, utilizou-se a simbologia por gradiente para a elaboração dos mapas de calor com divisão em 5 classes de intervalos fixos, conforme apresentado nos resultados.

6.3.3 Procedimentos Estatísticos

Estabelecida a base de dados, utilizou-se o programa *BioEstat* (AYRES *et al*., 2007) para o cálculo da significância de cada análise, para que na sequência, a correlação pudesse ser analisada. Nesse caso, foram consideradas "significantes" as interações cujas probabilidades "p" apontaram valores inferiores a 0,05.

Calculada a significância, foram prosseguidos os cálculos com o propósito de avaliar a existência ou não de correlação entre o recebimento de CFEM, *royalties* da mineração, e os

[3] Arquivos *shapefile* são disponibilizados pelo IBGE em https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto. Acesso em: 20 jun. 2022.
[4] Software livre QGIS 3.22.5 é largamente utilizado para a confecção de mapas e georreferenciamento de dados. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/. Acesso em 20 jun. 2021.

indicadores destacados. Para tal, utilizou-se o *software* Excel e calculou-se para cada município, utilizando a correlação de Pearson (1896) entre os *royalties* recebidos e os indicadores IN023, IN055, IN024, IN055, IN046/IN056 e IN049. Por último, para cada interação (*royalties* versus indicadores) calculou-se a média, e a partir da média foram obtidas as correlações e significâncias globais.

Todos os cálculos estatísticos foram realizados considerando apenas os indicadores maiores que zero. Para os municípios cujos indicadores apresentavam *missing data* (dados faltantes) a correlação e a significância foram calculadas a partir de dados completos. Uma vez que a ausência de dados na base SNIS é recorrente principalmente devido à inconstância no envio anual das informações por parte dos municípios, a média calculada considerou também os dados preenchidos, descartando assim os dados faltantes e iguais a zero.

Neste trabalho serão considerados para os valores de "r" as seguintes faixas: para "r" maior ou igual a 0,1 e menor que 0,3 considera-se a existência de correlação fraca; para r =0,4 até 0,6 considera-se a existência de correlação moderada e para "r" entre 0,7 e 1 a correlação é considerada forte. A título de interpretação, os valores de "r" entre -1 (menos um) e 1 (um) indicam uma correlação perfeita, e o valor 0 (zero) representa a inexistência de correlação entre as alternativas comparadas.

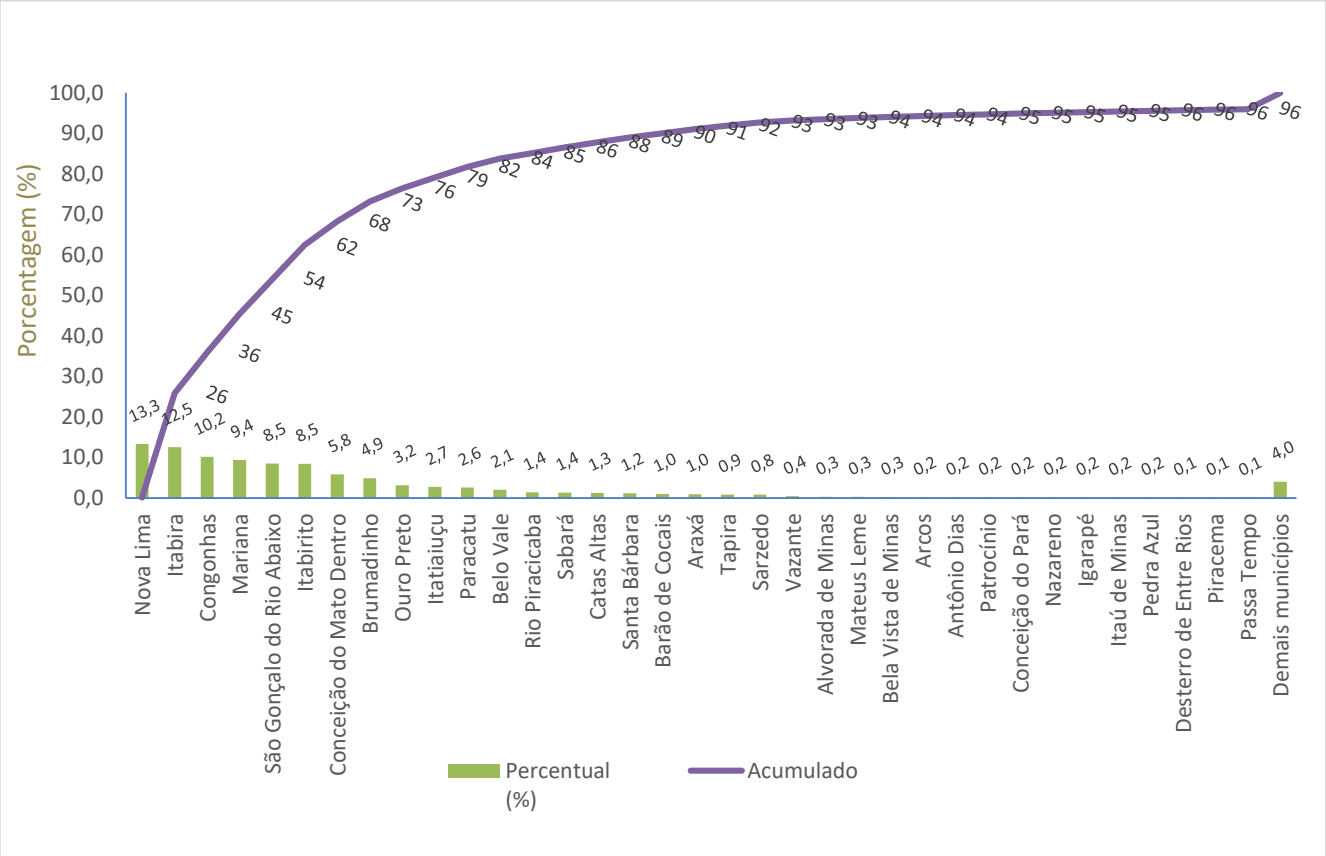
6.4 RESULTADOS

Alicerçados na metodologia acima descrita, os resultados seguem apresentados. Em sequência serão expostos o Diagrama de Pareto, os mapas elaborados, a tabela geral de dados e as correlações existentes entre o recebimento de CFEM e os indicadores IN023, IN055, IN024, IN056, IN046/IN056, IN049, respectivamente.

6.4.1 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto foi elaborado para auxiliar na redução do número de municípios da amostra. O percentual acumulado entre os municípios com maiores recebimentos no período de estudo foi limitado ao valor de 96% e reunindo 35 cidades.

Gráfico 4. 4 - Diagrama de Pareto para arrecadação de CFEM no Estado de Minas Gerais

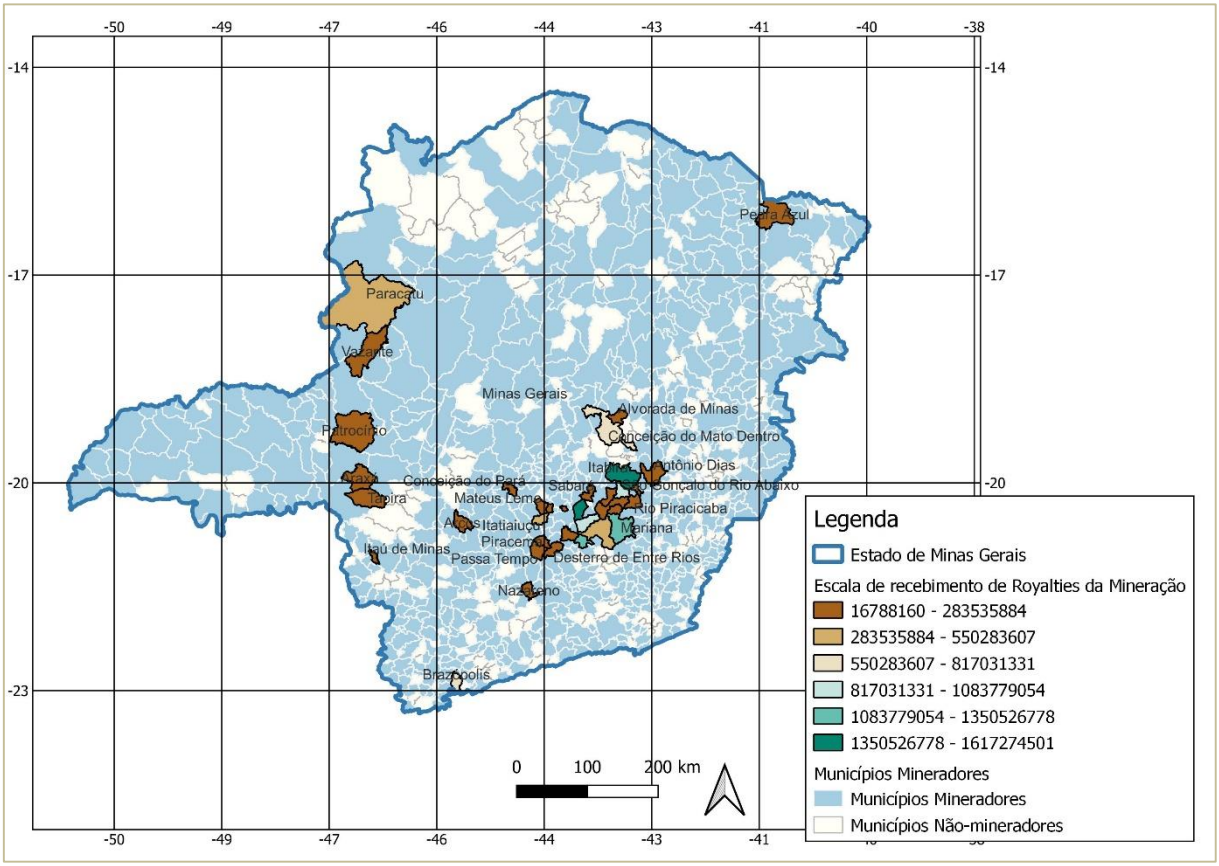


Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados da ANM (2022).

6.4.2 Mapas dos *royalties* e saneamento

A fim de contribuir para a construção de uma visão geográfica relativa à distribuição espacial dos municípios mineradores e da prestação dos serviços sanitários naqueles com maiores valores arrecadadores em *royalties* da mineração, foram elaborados mapas temáticos. Na sequência estão representados os municípios mineradores do Estado de Minas Gerais com destaque para aqueles que mais receberam *royalties* da mineração no período.

Figura 6. 1 – Principais municípios do Estado de Minas Gerais que recebem *royalties* da mineração

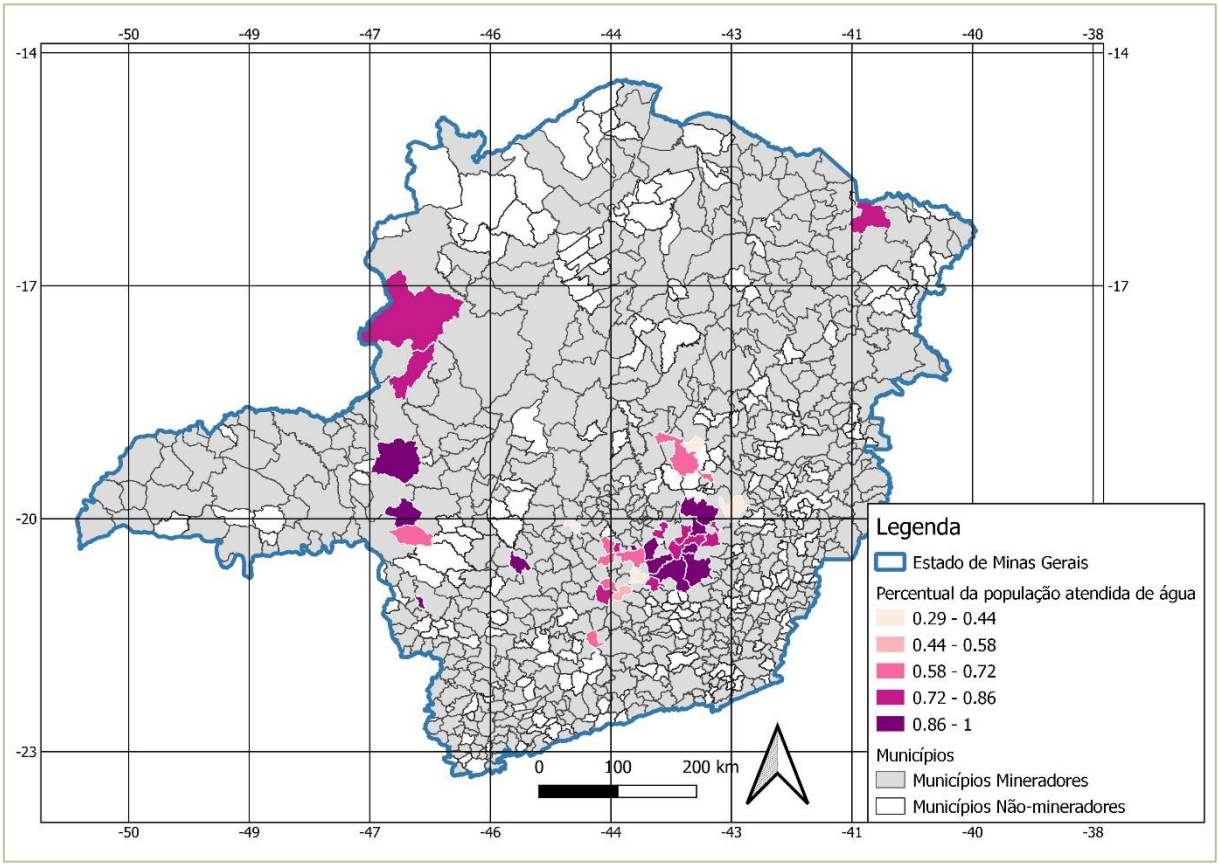


Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do SNIS (2020).

O mapa da Figura 6.1 indica 853 (oitocentos e cinquenta e três) municípios do Estado de Minas Gerais. Em azul claro aparecem os 627 (seiscentos e vinte e sete) municípios mineradores, e em escala de cores estão representadas as principais cidades beneficiadas pela compensação financeira proveniente da exploração mineral no estado de Minas Gerais, para representação categórica dos valores de *royalties* (em reais) recebidos entre os anos de 2010 e 2020. Em resumo, 73% (setenta e três por cento) de todos os municípios receberam (em algum momento) ou recebem *royalties* da mineração. Os valores categorizados representam o montante recolhidos em *royalties* minerários, pelos 35 municípios com maiores recebimentos de CFEM, classificados em intervalos de valores em reais (R$).

O mapa da Figura 6.2 mostra o panorama dos serviços de abastecimento de água com foco naquelas municipalidades com maior recolhimento de CFEM no mesmo período supracitado. O mapa de calor demonstra a situação do indicador IN055 no ano de 2020 para os munícipios destacados.

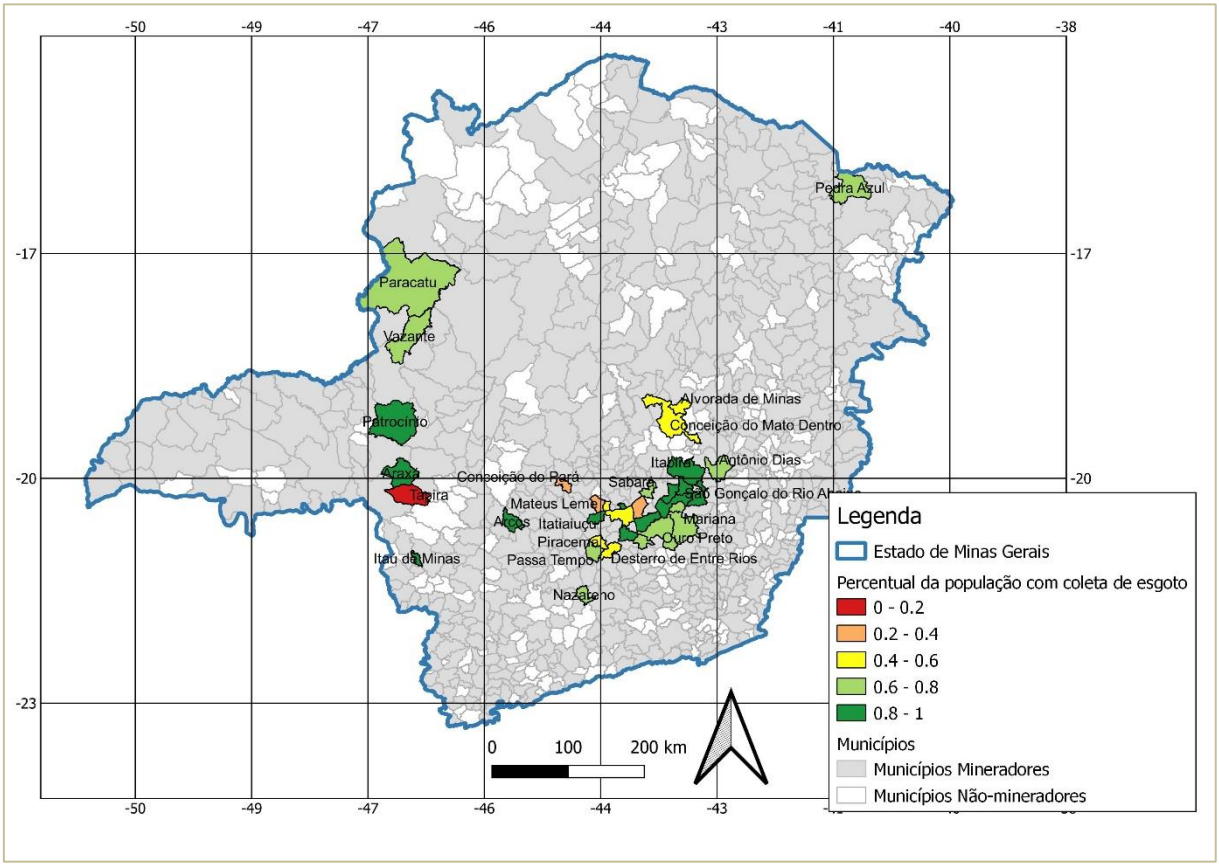
Figura 6. 2 - Cobertura dos serviços de abastecimento de água nos municípios com maiores arrecadações de CFEM do Estado de Minas Gerais



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do SNIS (2020).

A Figura 6.2 evidencia que mesmo com os altos valores recebidos em compensações financeiras pela exploração mineral, pelos 35 (trinta e cinco) municípios destacados, ainda é possível perceber baixos níveis de cobertura do abastecimento de água. O cenário para o indicador que mede o percentual da população com acesso aos serviços de coleta de esgoto também apresenta grandes discrepâncias.

Figura 6. 3 - Cobertura dos serviços de coleta de esgoto nos municípios com maiores arrecadações de CFEM do Estado de Minas Gerais entre 2010 e 2020



Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do SNIS (2020).

O último mapa, da Figura 6.3 mostra o percentual da população que conta com coleta de esgoto nos municípios com maiores recebimentos de *royalties* minerários. Nota-se que os municípios se enquadram em todas as categorias determinadas, desde as maiores coberturas até as piores, o que demonstra a ausência de um padrão de prestação de serviços. Ademais, aponta para um cenário no qual as grandes montas de *royalties* não carregam a obrigatoriedade de manutenção de boas performances para os indicadores sanitários.

6.4.3 Tabela geral de dados

Visando enriquecer as análises e discussões, elaborou-se uma planilha com os principais dados relativos aos 35 municípios com maior arrecadação de *royalties* reunindo os indicadores selecionados e aqueles acrescentados, conforme apresentado na metodologia.

Tabela 6. 1 - Dados Royalties da Mineração e saneamento dos municípios com as maiores receitas de CFEM do Estado de Minas Gerais

Ordem	Municípios	Soma da CFEM Recolhida de 2010 a 2020 (x 100 milhões R$)	População (habitantes)	CFEM percapita (R$/habitante)	Natureza dos serviços		IN023		IN055		IN024		IN056		IN046/IN056		IN049	
					Água	Esgoto	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020	2010	2020
1	Nova Lima	R$ 16.17	97,378	R$ 16,608	SEMCAP	SEMCAP	100	95	98	93	12	22	11	22	-	-	31	48
2	Itabira	R$ 15.18	121,717	R$ 12,470	AT	AT	100	100	100	97	97	91	96	91	-	-	38	42
3	Congonhas	R$ 12.31	55,836	R$ 22,052	SEMCAP	SEMCAP	100	83	97	81	82	66	80	64	0.04	0.61	29	30
4	Mariana	R$ 11.43	61,830	R$ 18,488	AT	AT	98	100	86	100	66	80	58	80	-	-	40	0
5	São Gonçalo do Rio Abaixo	R$ 10.36	11,114	R$ 93,254	APD	APD	0	99	0	99	0	99	0	99	-	-	0	44
6	Itabirito	R$ 10.27	52,996	R$ 19,379	AT	AT	99	96	97	98	84	89	81	85	-	-	48	30
7	Conceição do Mato Dentro	R$ 7.08	17,438	R$ 40,596	SEMCAP	SEMCAP	99	87	68	60	71	72	49	49	-	-	32	35
8	Brumadinho	R$ 5.96	41,208	R$ 14,469	SEMCAP	SEMCAP	84	82	71	70	74	50	62	42	0.25	0.20	29	32
9	Ouro Preto	R$ 3.87	74,824	R$ 5,174	EPRI	EPRI	89	100	89	95	69	73	67	64	-	0.80	35	50
10	Itatiaiuçu	R$ 3.32	11,354	R$ 29,212	SEMCAP	APD	100	98	63	61	0	96	0	98	-	0.86	30	35
11	Paracatu	R$ 3.11	94,539	R$ 3,286	SEMCAP	SEMCAP	100	93	87	81	100	84	87	73	-	-	31	33
12	Belo Vale	R$ 2.49	7,723	R$ 32,296	SEMCAP	APD	100	99	44	43	0	100	0	100	-	-	23	21
13	Rio Piracicaba	R$ 1.69	14,325	R$ 11,789	SEMCAP	APD	100	93	80	74	11	100	9	98	-	-	39	42
14	Sabará	R$ 1.64	137,877	R$ 1,189	SEMCAP	SEMCAP	100	80	97	78	80	66	80	64	-	-	48	61
15	Catas Altas	R$ 1.57	5,465	R$ 28,692	APD	APD	92	91	89	89	59	86	57	75	0.38	0.38	0	62
16	Santa Bárbara	R$ 1.45	31,873	R$ 4,559	SEMCAP	APD	100	82	89	73	0	100	0	89	-	0.82	37	33
17	Barão de Cocais	R$ 1.26	33,232	R$ 3,805	SEMCAP	APD	100	83	91	76	95	99	93	90	-	-	45	37
18	Araxá	R$ 1.18	108,403	R$ 1,089	SEMCAP	SEMCAP	100	96	99	94	100	95	99	94	-	-	26	33
19	Tapira	R$ 1.05	4,890	R$ 21,497	SEMCAP	-	100	89	67	60	0	0	0	0	-	-	21	33
20	Sarzedo	R$ 1.01	34,050	R$ 2,960	SEMCAP	SEMCAP	100	92	99	91	0	81	0	80	-	1.00	27	38
21	Vazante	R$ 0.54	20,692	R$ 2,588	SEMCAP	SEMCAP	100	96	81	78	100	86	81	70	-	-	19	24
22	Alvorada de Minas	R$ 0.39	3,605	R$ 10,684	SEMCAP	APD	83	72	34	29	100	97	41	42	0.65	0.81	39	38
23	Mateus Leme	R$ 0.38	31,631	R$ 1,190	SEMCAP	SEMCAP	100	79	89	70	75	45	66	40	0.01	0.00	36	49
24	Bela Vista de Minas	R$ 0.33	10,269	R$ 3,171	SEMCAP	APD	100	82	94	77	0	100	0	94	0.81	0.95	51	27
25	Arcos	R$ 0.29	40,658	R$ 703	SEMCAP	APD	100	99	93	91	100	98	93	91	-	-	33	35
26	Antônio Dias	R$ 0.26	9,233	R$ 2,785	SEMCAP	APD	91	81	45	40	0	100	0	67	0.70	0.78	27	29
27	Patrocínio	R$ 0.24	92,116	R$ 260	AT	AT	100	100	100	100	100	100	88	100	-	1.07	48	38
28	Conceição do Pará	R$ 0.23	5,558	R$ 4,181	SEMCAP	SEMCAP	100	100	39	39	0	82	0	32	-	-	32	20
29	Nazareno	R$ 0.23	8,710	R$ 2,638	SEMCAP	APD	100	84	76	64	100	100	79	76	-	-	16	28
30	Igarapé	R$ 0.20	44,561	R$ 449	SEMCAP	SEMCAP	100	88	94	82	71	44	66	42	-	-	46	48
31	Itaú de Minas	R$ 0.19	16,286	R$ 1,187	SEMCAP	APD	100	98	97	95	100	100	97	100	-	-	25	28
32	Pedra Azul	R$ 0.19	24,333	R$ 772	SEMCAP	SEMCAP	100	83	88	73	0	76	0	67	-	-	31	34
33	Desterro de Entre Rios	R$ 0.18	7,266	R$ 2,449	APD	APD	93	99	49	57	88	100	45	53	-	-	15	1
34	Piracema	R$ 0.17	6,386	R$ 2,707	APD	APD	0	100	0	61	0	80	0	41	-	-	0	30
35	Passa Tempo	R$ 0.17	8,031	R$ 2,090	SEMCAP	APD	100	97	78	76	100	100	78	78	0.85	1.01	29	20

Fonte: SNIS (2021), ANM, IBGE. Legenda: SEMCAP (Sociedade de Economia Mista com Administração Pública); APD (Administração Pública Direta); AT (Autarquia); EPRI (Empresa Privada); EPU (Empresa pública).

6.4.4 Análise de Correlação

6.4.4.1 Royalties e IN023

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos a partir do cálculo da correlação linear e da significância entre o indicador IN023, que trata da população urbana atendida por abastecimento de água e o recebimento de CFEM entre os anos compreendidos por 2010 e 2020.

Tabela 6. 2- Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN023

Ordem	Municípios	r	p	Significância
1	Nova Lima	-0.071	0.927	NS
2	Itabira	0.528	0.110	NS
3	Congonhas	-0.547	0.139	NS
4	Mariana	0.031	0.821	NS
5	São Gonçalo do Rio Abaixo	0.347	0.900	NS
6	Itabirito	-0.723	0.870	NS
7	Conceição do Mato Dentro	-0.184	0.607	NS
8	Brumadinho	0.537	0.454	NS
9	Ouro Preto	0.118	0.320	NS
10	Itatiaiuçu	-0.978	0.005	S
11	Paracatu	-0.485	0.000	S
12	Belo Vale	-0.093	0.212	NS
13	Rio Piracicaba	-0.460	0.002	S
14	Sabará	-0.770	0.946	NS
15	Catas Altas	-0.386	0.439	NS
16	Santa Bárbara	0.045	0.833	NS
17	Barão de Cocais	0.770	0.689	NS
18	Araxá	-0.670	0.040	S
19	Tapira	-0.725	0.458	NS
20	Sarzedo	-0.570	0.458	NS
21	Vazante	-0.708	0.007	S
22	Alvorada de Minas	-0.314	0.362	NS
23	Mateus Leme	0.497	0.192	NS
24	Bela Vista de Minas	-0.563	0.354	NS
25	Arcos	-0.705	0.000	S
26	Antônio Dias	-0.398	0.338	NS
27	Patrocínio	0.400	0.361	NS
28	Conceição do Pará	-0.906	0.000	S
29	Nazareno	-0.578	0.310	NS
30	Igarapé	0.713	0.254	NS
31	Itaú de Minas	-0.178	0.687	NS
32	Pedra Azul	-0.891	0.408	NS
33	Desterro de Entre Rios	-0.429	0.369	NS
34	Piracema	-0.221	0.512	NS
35	Passa Tempo	-0.118	0.007	S
	Média Global	0.169	0.333	NS

Legenda: S – Significativa; NS – Não Significativa.
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

As análises de significância precedem a análise de correlação. Dessa forma, as correlações lineares, entre o recebimento de *royalties* e o avanço dos serviços de abastecimento

urbano de água, nos municípios cuja probabilidade demonstrou-se “Não Significativa – NS” foram desconsiderados.

De acordo com os resultados, 22% (vinte e dois por cento) dos municípios possuem resultados significativos, no entanto nenhum demonstrou haver correlação direta. Dos 35 maiores recebedores de CFEM no Estado de Minas, apenas 8 (oito) possuem análises significantes, e todos esses com correlações indiretas. Correlações fortes foram registradas em 4 (quatro) cidades: Conceição do Pará, Arcos, Vazante e Itatiaiuçu; no entanto elas indicam que as variáveis são inversamente proporcionais na amostra analisada, o que significa dizer que o recebimento de *royalties* varia no sentido contrário do crescimento da população urbana abastecida por água. Similarmente, nos quatro municípios, a natureza dos serviços relativos à água indica que os prestadores possuem a mesma natureza jurídica, de Sociedade de Economia Mista com Administração Pública.

Na classificação por ordem de recebimento de CFEM os quatro municípios, Conceição do Pará, Arcos, Vazante e Itatiaiuçu ocupam, respectivamente, 28ª (vigésima oitava), 25ª (vigésima quinta), 21ª (vigésima primeira) e 10ª (décima) posição, e possuem CFEM *per capita* que variam entre R$29 mil (vinte e nove mil reais) e R$700 (setecentos reais) por habitante. Logo, a maior semelhança entre as cidades com correlações negativas fortes, está na natureza da prestação dos serviços.

As correlações negativas moderadas apareceram em 3 dos municípios cujas análises demonstraram-se significantes, são eles: Paracatu, Rio Piracicaba e Araxá. As municipalidades, quanto ao ordenamento por recebimento de CFEM, ocupam respectivamente a 11ª (décima primeira), 13ª (décima terceira) e 18ª (décima oitava) posição. A CFEM *per capita* registrada nas cidades citadas varia entre R$ 1mil (um mil reais) e R$11 mil (onze mil reais), e semelhante às demais, os indicadores de saneamento variam no sentido oposto do recebimento de *royalties*.

Por último, o município de Passa Tempo foi o único a apresentar correlação fraca e negativa. Trata-se de uma localidade com população abaixo de 8 (oito) mil habitantes, e com registro de CFEM *per capita* também tímido, e assim como os outros 7 (sete) municípios citados, a natureza da prestação dos serviços relacionados à água é enquadrada na classificação SEMCAP.

6.4.4.2 Royalties e IN055

As análises de significância e correlação aplicadas entre o recebimento de *royalties* da mineração e o indicador IN055 – População Urbana e Rural atendida por abastecimento de água retornaram os resultados apresentados na Tabela 6.3.

Tabela 6. 3 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN055

Ordem	Municípios	r	p	Significância
1	Nova Lima	-0.071	0.840	NS
2	Itabira	0.041	0.354	NS
3	Congonhas	-0.547	0.261	NS
4	Mariana	0.070	0.781	NS
5	São Gonçalo do Rio Abaixo	0.347	0.851	NS
6	Itabirito	-0.053	0.801	NS
7	Conceição do Mato Dentro	-0.184	0.361	NS
8	Brumadinho	0.537	0.064	NS
9	Ouro Preto	0.235	0.762	NS
10	Itatiaiuçu	-0.978	0.000	S
11	Paracatu	-0.485	0.003	S
12	Belo Vale	-0.097	0.232	NS
13	Rio Piracicaba	-0.460	0.156	NS
14	Sabará	-0.770	0.684	NS
15	Catas Altas	-0.358	0.174	NS
16	Santa Bárbara	0.045	0.897	NS
17	Barão de Cocais	0.770	0.872	NS
18	Araxá	-0.669	0.012	S
19	Tapira	-0.725	0.154	NS
20	Sarzedo	-0.569	0.517	NS
21	Vazante	-0.708	0.008	S
22	Alvorada de Minas	-0.313	0.297	NS
23	Mateus Leme	0.497	0.044	S
24	Bela Vista de Minas	-0.563	0.570	NS
25	Arcos	-0.705	0.013	S
26	Antônio Dias	-0.399	0.870	NS
27	Patrocínio	0.512	0.704	NS
28	Conceição do Pará	-0.890	0.001	S
29	Nazareno	-0.578	0.371	NS
30	Igarapé	0.713	0.015	S
31	Itaú de Minas	-0.178	0.627	NS
32	Pedra Azul	-0.891	0.379	NS
33	Desterro de Entre Rios	0.775	0.640	NS
34	Piracema	-0.438	0.353	NS
35	Passa Tempo	-0.118	0.406	NS
	Média Global	0.145	0.407	NS

Legenda: S – Significativa; NS – Não Significativa.
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Os resultados apontaram para 8 (oito) municípios cujas significâncias se enquadram dentro do limite estabelecido pelo estudo, isso significa dizer que 78% das análises não se mostraram confiáveis. Dentre aqueles com resultados significativos, 6 (seis) indicaram a

variação indireta entre as variáveis e 2 (duas) apresentaram o sentido positivo de variação, o que demonstra que as variáveis analisadas caminham na mesma direção.

Sobre as interações que variaram no sentido negativo da correlação, 4 (quatro) expressaram a existência de correlação forte, quais sejam: Itatiaiuçu, Conceição do Pará, Vazante e Arcos. Tal resultado é similar àquele apresentado na Tabela 6.2, e demonstra a coerência entre os resultados, bem como a confiabilidade do estudo, uma vez que ambos os indicadores se referem à temática do abastecimento de água, diferenciando-se somente pela população abarcada por cada um: enquanto o IN023 considera exclusivamente a população urbana, o IN055 engloba também a população rural. No mesmo viés, as 2 (duas) cidades com correlações moderadas, variando no sentido negativo da interação, também aparecem na Tabela 6.1, são elas: Paracatu e Araxá.

Para o indicador em questão, 2 (dois) municípios figuram com correlações diretas que caminham no sentido positivo da interação, são eles: Mateus Leme, correlação moderada e Igarapé, com correlação forte. Mateus Leme caracteriza-se como uma cidade com porte médio, população de 31 (trinta e um) mil habitantes e, como ocupa a 23ª posição no ordenamento de grandeza por recebimento de *royalties* aponta no caminho contrário da teoria de que "quanto mais recursos, melhor a performance" posto que, apresenta um dos menores CFEM *per capita* da amostra.

O destaque para a localidade de Igarapé, que apesar de não demonstrar enquadramento da significância, manteve a mesma faixa de correlação forte e positiva, e assim como Mateus Leme, apresenta um dos menores CFEM *per capita*, reafirmando que os investimentos em abastecimento de água não estão associados à abundância de recursos e tão pouco ao porte do município.

6.4.4.3 Royalties e IN024

O indicador IN024 é o primeiro referente à temática do esgotamento sanitário, e representa a População Urbana com Coleta de Esgoto. As análises de correlação e significância retornaram os resultados a seguir apresentados, na Tabela 6.4.

Tabela 6. 4 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN024

Ordem	Municípios	r	p	Significância
1	Nova Lima	0.334	0.577	NS
2	Itabira	-0.268	0.328	NS
3	Congonhas	-0.557	0.210	NS
4	Mariana	0.046	0.125	NS
5	São Gonçalo do Rio Abaixo	-0.048	0.815	NS
6	Itabirito	0.284	0.859	NS
7	Conceição do Mato Dentro	-0.267	0.052	NS
8	Brumadinho	0.159	0.396	NS
9	Ouro Preto	0.126	0.949	NS
10	Itatiaiuçu	0.474	0.001	S
11	Paracatu	-0.534	0.000	S
12	Belo Vale	0.642	0.696	NS
13	Rio Piracicaba	0.309	0.429	NS
14	Sabará	-0.033	0.037	S
15	Catas Altas	0.298	0.724	NS
16	Santa Bárbara	0.197	0.485	NS
17	Barão de Cocais	0.664	0.415	NS
18	Araxá	-0.623	0.025	S
19	Tapira	0.533	0.744	NS
20	Sarzedo	0.415	0.472	NS
21	Vazante	-0.728	0.005	S
22	Alvorada de Minas	0.122	0.634	NS
23	Mateus Leme	0.512	0.513	NS
24	Bela Vista de Minas	0.225	0.761	NS
25	Arcos	0.286	0.000	S
26	Antônio Dias	0.687	0.869	NS
27	Patrocínio	0.400	0.361	NS
28	Conceição do Pará	0.319	0.986	NS
29	Nazareno	-0.248	0.570	NS
30	Igarapé	0.666	0.048	S
32	Pedra Azul	0.194	0.180	NS
33	Desterro de Entre Rios	0.636	0.973	NS
34	Piracema	-0.329	0.527	NS
35	Passa Tempo	0.193	0.081	NS
	Média Global	0.091	0.604	NS

Legenda: S – Significativa; NS – Não Significativa.
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

A análise de significância apontou para 7 (sete) interações válidas, dessa forma 80% (oitenta por cento) dos municípios avaliados demonstraram resultados não significantes. Dentre aqueles com resultados significativos, 4 (quatro) possuem correlações negativas, o que indica a variação dos indicadores analisados em sentidos opostos (à medida que um cresce o outro diminui); e 3 (três) retornaram correlações positivas.

Os municípios de Vazante, Araxá, Paracatu e Sabará estão incluídos na lista daqueles que apresentaram correlações negativas. Vazante demonstrou forte correlação, ao passo que Araxá e Paracatu indicaram a existência de correlações moderadas. Os 3 (três) ocupam posições intermediárias na classificação por ordem de recebimento de *royalties*, e exibem CFEM *per capita* com valores muito similares, variando entre R$ 3 mil (três mil reais) e R$ 1 mil (um mil

reais). Em relação à faixa de população, Araxá e Paracatu possuem quantitativo de habitantes próximos a 100 (cem) mil, destacando-se Vazante com pouco mais de 20 mil habitantes. Já o município de Sabará, apesar de figurar como significante no cálculo de "p" aponta para a inexistência de correlação por apresentar r de Pearson menor que 0,1.

Correlações positivas foram apresentadas pelas cidades de Igarapé, Itatiaiuçu e Arcos. As primeiras demonstraram correlações positivas moderadas mesmo com características bem diferentes, uma vez que ocupam respectivamente a 30ª (trigésima) e a 10ª (décima) posição por ordem dos maiores recebimentos em CFEM. Da mesma forma, também são díspares em população, enquanto o município de Igarapé conta com 44 (quarenta e quatro) mil habitantes, Itatiaiuçu é menos populosa, com um total de 11 (onze) mil habitantes. Esse fato contribui para acentuar as divergências quanto à CFEM *per capita* registrada por cada uma, já que Igarapé apresenta o segundo maior valor registrado, R$ 448 (quatrocentos e quarenta e oito reais) por habitante ao passo que Itatiaiuçu apresenta um montante de R$ 29 mil (vinte e nove mil reais) recebidos em CFEM para cada habitante da cidade ao longo desses 11 anos de análise.

Ainda sobre as correlações positivas, a cidade de Arcos aparece novamente, desta vez exibindo uma correlação positiva fraca. É importante destacar que todos os 4 (quatro) municípios com escores negativos, enquadram-se quanto à natureza dos serviços de esgotamento (a fim com o indicador analisado) na sigla SEMCAP (Sociedade de Economia Mista com Administração Pública). Entre as 3 (três) municipalidades com correlações positiva, Igarapé também apresenta gestão dos serviços de esgotamento por uma SEMCAP, no entanto pela primeira vez, registra-se serviços de natureza APD – Administração Pública Direta, como é o caso de Arcos e Itatiaiuçu.

6.4.4.4 Royalties e IN056

Os resultados obtidos a partir das interações entre *royalties* da mineração e o indicador IN056 (População Urbana e Rural Atendida de Esgoto) encontram-se exibidos na Tabela 6.5.

Tabela 6. 5 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN056

Ordem	Municípios	r	p	Significância
1	Nova Lima	0.334	0.580	NS
2	Itabira	0.034	0.180	NS
3	Congonhas	-0.557	0.864	NS
4	Mariana	0.064	0.991	NS
5	São Gonçalo do Rio Abaixo	-0.040	0.407	NS
6	Itabirito	0.313	0.139	NS
7	Conceição do Mato Dentro	-0.267	0.180	NS
8	Brumadinho	0.159	0.278	NS
9	Ouro Preto	0.134	0.460	NS
10	Itatiaiuçu	0.484	0.006	S
11	Paracatu	-0.534	0.127	NS
12	Belo Vale	0.642	0.696	NS
13	Rio Piracicaba	0.450	0.519	NS
14	Sabará	-0.046	0.370	NS
15	Catas Altas	0.307	0.914	NS
16	Santa Bárbara	0.200	0.540	NS
17	Barão de Cocais	0.710	0.313	NS
18	Araxá	-0.622	0.021	S
19	Tapira	0.533	0.118	NS
20	Sarzedo	0.415	0.215	NS
21	Vazante	-0.728	0.007	S
22	Alvorada de Minas	0.162	0.541	NS
23	Mateus Leme	0.512	0.799	NS
24	Bela Vista de Minas	0.230	0.486	NS
25	Arcos	0.286	0.709	NS
26	Antônio Dias	0.693	0.352	NS
27	Patrocínio	0.724	0.932	NS
28	Conceição do Pará	0.318	0.778	NS
29	Nazareno	-0.585	0.011	S
30	Igarapé	0.666	0.262	NS
31	Itaú de Minas	0.492	0.152	NS
32	Pedra Azul	0.194	0.002	S
33	Desterro de Entre Rios	0.917	0.159	NS
34	Piracema	-0.288	0.161	NS
35	Passa Tempo	0.193	0.004	S
	Média Global	-0.031	0.858	NS

Legenda: S – Significativa; NS – Não Significativa.
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Conforme ilustrado na tabela 6.5, a análise apontou 6 (seis) municípios como significantes na amostra, assim sendo 83% dos municípios analisados não demonstraram haver significância na relação estudada. Entre as seis cidades destacadas pela análise de significância, 3 (três) apresentaram correlações negativas e o mesmo número se repetiu para as correlações positivas.

Os municípios de Vazante, Araxá e Nazareno aparecem com correlações negativas. O primeiro indicando forte relação entre as variáveis analisadas e os 2 últimos com escores que apontam para a existência de correlações fracas em ambos. A diferença principal está no fato de que a natureza de prestação de Vazante e Nazareno (APD) diverge daquela praticada em Araxá (SEMCAP).

Assim como no item 6.4.4.3, Itatiaiuçu manteve a correlação moderada, no entanto entraram em cena outras duas cidades, Passa Tempo e Pedra Azul, com escores que indicam haver uma correlação fraca. Quanto à natureza da prestação dos serviços, Itatiaiuçu e Passa Tempo tem a gestão dos serviços relacionados à esgoto sob o controle da APD, enquanto Pedra Azul enquadra-se na mesma modalidade de gestão que as demais (SEMCAP).

6.4.4.5 *Royalties* e IN046/IN056

Os resultados da Tabela 6.6 demonstram a relação entre o indicador criado pelo Trata Brasil, a partir de 2 (dois) outros indicadores do SNIS, para medir o percentual do esgoto tratado em relação à água consumida.

Tabela 6. 6 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN046/IN056

Ordem	Municípios	r	p	Significância
1	Nova Lima	-0.095	0.780	NS
2	Itabira	-0.202	0.618	NS
6	Itabirito	0.469	0.140	NS
7	Conceição do Mato Dentro	0.363	0.528	NS
8	Brumadinho	-0.744	0.009	S
9	Ouro Preto	-0.348	0.349	NS
11	Paracatu	0.589	0.056	NS
15	Catas Altas	-0.072	0.782	NS
18	Araxá	0.857	0.001	S
20	Sarzedo	0.036	0.313	NS
21	Vazante	0.752	0.010	S
23	Mateus Leme	-0.056	0.480	NS
27	Patrocínio	-0.120	0.199	NS
32	Pedra Azul	0.840	0.213	NS
	Média Global	0.317	0.063	NS

Legenda: S – Significativa; NS – Não Significativa.
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Em decorrência da baixa taxa de resposta do indicador IN046, apenas 14 (quatorze) municípios apresentaram registros úteis para a análise de correlação e significância. Quanto à significância, apenas 3 (três) se mantiveram abaixo do limite de 0,05 fixado; 2 (dois) deles demonstraram correlações positivas e 1 (um) exibiu correlação negativa, em todos os casos a correlação mostrou-se forte.

Destaca-se que a cidade de Brumadinho surge com uma correlação negativa forte para o indicador que mede o tratamento de esgoto. Nem a 8ª (oitava) posição na ordem de maiores recolhimentos de CFEM com o registro de recebimento de valores acima de R$ 560 milhões (quinhentos e sessenta milhões de reais) e nem uma CFEM per capita da ordem de R$14.4 mil

(quatorze mil e quatrocentos reais) por habitantes, foram suficientes para garantir que os indicadores de saneamento seguissem o mesmo padrão de crescimento dos *royalties* da mineração. Enquanto os *royalties* da mineração aumentaram para o município ao longo dos anos, a performance dos serviços de tratamento de esgoto, sob gestão de uma SEMCAP, sofreu queda.

As correlações positivas fortes são relativas aos municípios de Vazante e Araxá, o que significa dizer que tanto os serviços de tratamento de esgoto, quanto o recebimento de *royalties* registraram crescimento no período. As duas cidades não contam com recebimentos vultuosos e registraram CFEM *per capita* de, aproximadamente, R$ 2,5 mil (dois mil e quinhentos reais) e R$ 1 mil (um mil reais), mesmo com a menor oferta de recursos, ambas demonstraram grande evolução do indicador de tratamento de esgoto. Apesar de semelhantes, os municípios diferem quanto à gestão dos serviços de esgotamento: Araxá é gerida por uma SEMCAP e Vazante por APD.

6.4.4.6 Royalties e IN049

A correlação e a significância calculadas entre os *royalties* da mineração e o indicador que mede a evolução das perdas no faturamento e na distribuição (Tabela 6.7).

Tabela 6. 7 - Correlação e Significância – Royalties da mineração e IN049

Ordem	**Municípios**	**r**	**p**	**Significância**
1	Nova Lima	0.506	0.114	NS
2	Itabira	0.395	0.228	NS
3	Congonhas	0.528	0.094	NS
4	Mariana	-0.417	0.218	NS
5	São Gonçalo do Rio Abaixo	0.267	0.307	NS
6	Itabirito	-0.161	0.635	NS
7	Conceição do Mato Dentro	0.109	0.045	S
8	Brumadinho	-0.330	0.321	NS
9	Ouro Preto	0.116	0.543	NS
10	Itatiaiuçu	0.483	0.134	NS
11	Paracatu	0.526	0.097	NS
12	Belo Vale	0.229	0.072	NS
13	Rio Piracicaba	0.114	0.751	NS
14	Sabará	0.775	0.004	S
15	Catas Altas	0.361	0.285	NS
16	Santa Bárbara	0.007	0.955	NS
17	Barão de Cocais	0.442	0.875	NS
18	Araxá	0.669	0.016	S
19	Tapira	0.451	0.178	NS
20	Sarzedo	0.384	0.443	NS
21	Vazante	0.245	0.437	NS
22	Alvorada de Minas	-0.040	0.153	NS
23	Mateus Leme	-0.399	0.778	NS
24	Bela Vista de Minas	-0.747	0.278	NS
25	Arcos	0.041	0.853	NS
26	Antônio Dias	0.356	0.334	NS
27	Patrocínio	-0.095	0.922	NS
28	Conceição do Pará	-0.793	0.004	S
29	Nazareno	0.547	0.324	NS
30	Igarapé	-0.761	0.937	NS
31	Itaú de Minas	-0.186	0.906	NS
32	Pedra Azul	0.415	0.922	NS
33	Desterro de Entre Rios	-0.790	0.638	NS
34	Piracema	0.609	0.296	NS
35	Passa Tempo	-0.034	0.442	NS
	Média Global	0.334	0.0498	S

Legenda: S – Significativa; NS – Não Significativa.
Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

A significância da análise apontou para apenas 4 (quatro) municípios significantes, 3 (três) correlacionados positivamente e 1 (um) negativamente. A eficiência do indicador é medida de forma que, melhor é o resultado quanto menor for o percentual de perdas. Isto posto, correlações negativas podem significar melhores resultados, desde que haja uma tendência de redução da variável no período de estudo.

Os municípios de Conceição do Mato Dentro, Araxá e Sabará demonstraram correlações positivas, respectivamente, fraca, moderada e forte. Todas as cidades citadas, apresentaram aumento no índice de perdas na distribuição, o que indica que o recebimento de *royalties* cresceu, ao passo que as perdas aumentaram.

Já para Conceição do Pará, único município que apontou correlação negativa, houve uma redução de 12% das perdas no período, o que mostra que houve investimento no setor de abastecimento de água, ainda que o mesmo não possa ser afirmado com relação ao sistema de esgotamento sanitário.

6.4.4.7 Panorama de Correlações

A análise de significância reduziu o número de correlações válidas e demonstrou o protagonismo de alguns municípios, em alguns casos destacados pela forte e direta relação entre *royalties* e saneamento, e em outros pela inversão do sentido de variação entre os indicadores analisados. O quadro 6.3 apoia a interpretação da Tabela 6.8, que por sua vez resume o resultado das correlações significativas obtidas na amostra analisada.

Quadro 6. 3 – Legenda de cores para análise de intensidade de correlações da Tabela 6.8

Intensidade da Correlação	Sentido de variação das variáveis	Intervalos	
		Mínimo	Máximo
Forte	Direto	0,7	1
Moderada		0,4	0,6
Fraca		0,1	0,3
Inexistente	Indiferente	0	0
Fraca	Inverso	-0,1	-0,3
Moderada		-0,4	-0,6
Forte		-0,7	-1

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Tabela 6.8 – Correlações significativas entre *Royalties* Minerais e Indicadores do Instituto Trata Brasil no Estado de Minas Gerais

Ordem	Municípios	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046_IN056	IN049
7	Conceição do Mato Dentro						0,1093
8	Brumadinho					-0,7437	
10	Itatiaiuçu	-0,9782	-0,9784	0,4741	0,4835		
11	Paracatu	-0,4851	-0,4853	-0,5340			
13	Rio Piracicaba	-0,4600					
14	Sabará			-0,0328			0,7745
18	Araxá	-0,6697	-0,6694	-0,6226	-0,6223	0,8573	0,6688
21	Vazante	-0,7078	-0,7075	-0,7280	-0,7280	0,7524	
23	Mateus Leme		0,4967				
25	Arcos	-0,7047	-0,7051	0,2859			
28	Conceição do I	-0,9062	-0,8898				-0,7927
29	Nazareno				-0,5853		
30	Igarapé		0,7128	0,6664			
32	Pedra Azul				0,1941		
35	Passa Tempo	-0,1185			0,1930		

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Dentre os 35 (trinta e cinco) municípios da amostra, apenas 42% (quarenta e dois por cento) apresentou significância nas correlações calculadas, com destaque para a cidade de Araxá, a única a apresentar significância abaixo de 0,05 e aparecer em todas análises realizadas.

As municipalidades que demonstraram melhores correlações positivas e figuraram entre os melhores resultados de variação de *royalties* e saneamento são Igarapé, Araxá, Itatiaiuçu, cujos escores garantiram correlações de moderadas a fortes em, no mínimo, 2 (dois) dos indicadores avaliados. Apenas 5% (cinco por cento) das correlações calculadas demonstraram correlações inexistentes, são elas Sabará e Passa Tempo.

De todos os 36 (trinta e seis) resultados significativos, apenas 33% (trinta e três por cento) são associados a correlações positivas ou diretas, o que significa dizer que 67% (sessenta e sete por cento) da amostra apontou para sentidos inversos de variação entre o recebimento de *royalties* e os indicadores de saneamento. Quanto às correlações forte e moderadas, de todos os 30 (trinta) resultados enquadrados em tal intensidade de correlação, apenas 30% referem-se ao sentido direto de variação, cabendo cota de 70% àqueles resultados moderados ou fortes cujos indicadores comportam-se em sentido oposto de crescimento: enquanto o recebimento de *royalties* cresce, os indicadores sanitários sofrem queda.

6.5 DISCUSSÃO

O Estado de Minas Gerais é um dos maiores produtores minerais, por isso é grande a influência da atividade mineradora na economia estadual e na vida da população que reside em cidades que abrigam plantas de exploração ou beneficiamento mineral. São inúmeros os impactos que a exploração mineral pode gerar, sendo eles ambientais, econômicos ou trabalhistas, ainda não há uma quantificação exata. É comum que os municípios desenvolvam demasiada dependência das rendas provenientes da mineração, o que prejudica a diversificação da atividade econômica local e torna as economias municipais vulneráveis a qualquer crise que afete o setor de extração (SILVA, 2018).

Essa dependência atinge também a gestão das verbas públicas e a correta destinação das rendas provenientes dos *royalties* da mineração, uma vez que, o emprego dos recursos oriundos da CFEM foge ao propósito de compensação financeira. Já que tais verbas, frequentemente são direcionadas para fins que não contribuem para o bem-estar da sociedade caso haja, no futuro, a exaustão das jazidas existentes. Estimativas econométricas sugerem que, quanto à aplicação

de *royalties* da mineração, as prefeituras destinam o adicional da receita de CFEM preferencialmente em administração, saneamento, saúde e urbanismo (LEITE, 2008).

A partir do presente estudo, percebe-se que mais de 90% dos municípios apresentaram queda nos indicadores de cobertura, o que permite supor que, caso os recursos sejam aplicados para atender demandas dos sistemas de esgotamento e abastecimento, possivelmente são direcionados para despesas operacionais, ou seja, para reparos e manutenções das estruturas existentes. As correlações negativas entre os indicadores analisados podem estar relacionadas também ao baixo crescimento dos indicadores no período, uma vez que o recolhimento de *royalties* aumentou no decorrer dos últimos anos e os indicadores não apresentaram, em grande parte dos casos, tendência de crescimento no período.

Autores como Richardson e Peres (2012), Cohen (1988) e Francisco (1995) defendem diferentes intervalos entre os escores, bem como diferentes métodos de interpretação. Neste estudo, o modelo de interpretação de intervalos seguiu o *range* preconizado por Dancey e Reidy (2005), os quais defendem que para coeficientes em que r é maior ou igual a 0,1 e menor que 0,3 existem correlações fracas; para r = 0,4 até 0,6 considera-se a existência de correlações moderadas; enquanto para valores de “r” entre 0,7 e 1 as correlações são consideradas fortes.

O r de Pearson pode variar de -1 (menos um) a 1 (um), onde o sinal indica a direção positiva ou negativa entre as variáveis, ou seja, a proporcionalidade direta ou inversamente proporcional de uma variável em relação à outra. Os valores -1 (menos um) e 1 (um) indicam uma correlação perfeita, e o valor 0 (zero) representa a inexistência de correlação entre as alternativas comparadas.

A necessidade de se investir mais em saneamento é uma constante em todo o estado de Minas Gerais. Rodrigues (2009) em seu estudo comparativo sobre a eficiência de indicadores em municípios arrecadadores e não-arrecadadores, ressaltou a necessidade de se ampliar os investimentos no setor de saneamento para que o segmento pudesse atingir níveis de eficiência satisfatórios.

Apesar de muitos municípios não atenderem de água à totalidade da população, os serviços de abastecimento atingiram níveis elevados de cobertura (IN023; IN055; IN049), no entanto o cenário é diferente quando analisados os indicadores de esgotamento (IN024; IN056; IN046/IN056). Os indicadores de esgotamento demonstraram crescimento no período, entretanto ainda mantêm níveis muito baixos de cobertura e de percentual de tratamento. A

melhora apresentada não é suficiente para evitar que grandes volumes de esgoto sejam jogados *in natura* na natureza.

Quanto à base do SNIS, o volume de dados faltantes (ou *missing data*) para indicadores referentes a dados financeiros (FN006; FN033; FN058) chama a atenção, assim como aqueles relativos ao faturamento (AG006; AG018), conforme apontado por Freitas (2018) em seu estudo. Considerando que a maior parte dos municípios é gerida por organizações classificadas como SEMCAP, percebe-se uma certa resistência das empresas em compartilhar informações que possam ser utilizadas pelas agências reguladoras na construção de métricas de eficiência ou que possam revelar a performance financeira do negócio. Isso justifica a redução dos indicadores, frente àqueles utilizados no Ranking do Saneamento, de 12 (doze) para 6 (seis).

A diversificação da natureza dos serviços, ainda que tímida, pôde ser percebida na comparação entre os setores de água e esgoto. Enquanto 100% (cem por cento) das análises significantes para os indicadores relacionados à água são de municípios cuja gestão é de domínio de uma SEMCAP, nos indicadores de esgotamento (IN024; IN056) em grande parte das correlações positivas, fortes ou não, surgiram municípios cuja gestão é realizada por Administração Pública Direta (APD) que nos casos citados fica a cargo das prefeituras municipais. Sob essa ótica, é importante mencionar que os casos de sucesso relativos aos indicadores de esgoto estão diretamente ligados à gestão pública.

Os municípios com maiores recebimentos em *royalties* da mineração não se mantiveram dentro do intervalo de significância esperado. O trabalho de Assis et al. (2014), que mediu a qualidade dos serviços de saneamento frente ao recebimento de *royalties* do petróleo, chama atenção para um caminho semelhante, de modo que, apesar da diferença de abordagem, o estudo apontou que as melhores condições de saneamento não estão associadas aos maiores recebimentos em *royalties.*

Neste trabalho, as correlações mostraram que nos casos os quais existe compasso e correlação positiva forte/moderada entre o aumento das receitas de *royalties* e melhoria nos indicadores sanitários, também não são referentes às cidades com maiores CFEM *per capita*, tampouco aos maiores recolhimentos de CFEM. O caminho inverso de variação dos indicadores sanitários em relação aos *royalties* mostra que, nos municípios de maior faturamento, não há uma tendência clara de investimento das rendas compensatórias no setor analisado (SILVA et al., 2017).

De forma geral os indicadores CFEM *per capita* e população não figuraram como determinantes para análises significantes e para correlações positivas fortes. Ademais, não foi identificada a existência de padrões para os indicadores mencionados que apontassem para maiores probabilidades de correlação. Alguns resultados positivos foram apresentados por municípios com taxas de CFEM *per capita* muito reduzidos e com gestão por APD, o que corrobora a ideia de que a aplicação eficiente dos recursos mostra-se mais significativa do que as grandes montas em *royalties* minerários arrecadados.

6.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo não demonstrou haver uma forte correlação entre o recebimento de *royalties* da mineração e a melhoria de indicadores de saneamento básico para os municípios com maior arrecadação de CFEM no Estado de Minas Gerais. No entanto, em detrimento das poucas análises significativas, foi conclusiva a percepção de que a boa gestão dos recursos, não mantém relação direta com grandes recebimentos, mas exerce grande influência na melhoria dos níveis de cobertura e tratamento. É importante mencionar também que apesar do grande volume de resultados com correlações enquadradas como moderadas ou fortes, menos de um terço refere-se a correlações positivas.

Para trabalhos futuros, existe um vasto campo a ser explorado. Tendo como ponto de partida municípios que apresentam, a nível nacional, os melhores indicadores sanitários segundo o SNIS e, por conseguinte, o Trata Brasil. Desperta a curiosidade a seguinte questão: o recebimento de *royalties* (minerais ou petrolíferos) por parte de tais municipalidades guarda relação com a excelência na prestação dos serviços relacionados ao saneamento básico?

6.7 REFERÊNCIAS

ABREU, B. P. **Mineração e desenvolvimento: uma análise da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM para a diversificação da economia em municípios mineradores de Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Fundação João Pinheiro, Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, 2021.

ANM, **Agência Nacional de Mineração**. Ministério de Minas e Energia. Disponível em: < https://sistemas.anm.gov.br/arrecadacao/extra/Relatorios/arrecadacao_cfem_substancia.aspx> . Acesso em 21 de março de 2022.

ASSIS, L.C.; ARAÚJO, R. M. de; HORA, H. R. M. da; ERTHAL JR., M. Classificação dos municípios do Estado do Rio de Janeiro quanto aos serviços de saneamento básico. **IV**

Congresso de Engenharia de Moçambique.

AYRES, M.; AYRES-JR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **BioEstat: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas.** 5. ed. Belém: Mamirauá. 2007.

AUTY, R. M. **Sustaining development in mineral econmics**: the resource curse thesis. London: Routledge, 1993. 272p.

BARTRAM, J. et al. Global Monitoring of Water Supply and Sanitation: History, Methods and Future Challenges. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 11, n. 8, p. 8137–8165, 11 ago. 2014.

BORGES, L.; CRUZ, J. Ic, Impactos da redistribuição das rendas petrolíferas no estado do Rio de Janeiro e municípios Fluminenses. **Boletim Petróleo, Royalties e Região**. Campos dos Goytacazes. v. XVII, n. Ano XVII, no 64. p. 59, dez. 2019.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Brasília**. 1988.

BRASIL. **Lei nº 13.540**, de 18 de dezembro de 2017. Dispõe sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). Brasília, 18 de dezembro de 2017. Disponível em : < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/Lei/L13540.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2013.540%2C%20DE%2018%20DE%20DEZEMBRO%20DE%202017.&text=Altera%20as%20Leis%20n%20%C2%BA,de%20Recursos%20Minerais%20(CFEM).>. Acesso em 20 jun. 2022.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd ed ed. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates, 1988.

DAVIS, G. A.; TILTON, J. E. The resource curse. **Natural Recources Forum**, New York, n.29, p.233-242, 2005.

FERNANDES, C. F. **A Evolução da Arrecadação de Royalties do Petróleo no Brasil e seu Impacto sobre o Desenvolvimento Econômico do Estado do Rio de Janeiro**. 2007. Monografia de Bacharelado. Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Instituto de Economia. 2007.

FERREIRA, T. R. **Royalties minerais e capacidade de gestão em governos locais**: um estudo em municípios mineradores de Minas Gerais. São Paulo, p. 124, 2013.

FREITAS, Raquel Maria Soares. et al. Medindo o saneamento: Potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros. FGV CERI - Policy Papers. 2018. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/23000>. Acesso em: 21 jul. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 mar. 2022.

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações sobre a economia brasileira**. Ano Base 2019, Brasília: IBRAM, 2020. 80p.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2020**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/pt/estudos/ranking-do-saneamento/itb/ranking-do-saneamento-2020>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LAVRA, D. M. G. ***Royalties*** **da mineração e seus efeitos sobre o bem estar social no municípios mineiros.** Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) - Fundação Instituto Capixaba de Pesquisas em Contabilidade, Economia e Finanças, p. 47, 2018.

LEITE, E. T. **Compensação Financeira pela exploração de recursos minerais - CFEM**: Uma análise de sua contribuição para o desenvolvimento dos principais municípios mineradores de Minas Gerais. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, 2009.

MATIAS, Ítalo Oliveira; SHIMODA, Eduardo. **Info Royalties**: Petróleo, Royalties e Região. Campos dos Goytacazes, RJ. Disponível em: <https://inforoyalties.ucam-campos.br/>. Acesso em: 21 de nov. de 2021

MEIJERING, J. V.; KERN, K.; TOBI, H. Identifying the methodological characteristics of European green city rankings. **Ecological Indicators**, v. 43, p. 132–142, ago. 2014.

MINISTRY OF URBAN DEVELOPMENT GOVERNMENT OF INDIA. **National Urban Sanitation Policy**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/MoUD%202008%20National%20Urban%20Sanitation%20Policy.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MPOG, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. *Atlas de Saneamento.* Rio de Janeiro, IBGE, 2011.

NERI, *et al.*, **TRATA BRASIL**: Saneamento, Educação, Trabalho e Turismo, 2008.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 20 jun. 2022.

PACHECO, Carlos Augusto Góes. O Impacto dos Royalties do Petróleo no Desenvolvimento Econômico Dos Municípios da Região Norte Fluminense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 3, 2005, 2-5 out, Salvador-BA. **Anais Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás (IBP)**, 2005.

PAGANINI, W. DA S.; BOCCHIGLIERI, M. M. O Novo Marco Legal do Saneamento: universalização e saúde pública. **Revista USP**, n. 128, p. 45–60, 6 maio 2021.

PEARSON, K. Mathematical contributions to the theory of evolution. iii, regression, heredity, and panmixia. **Philosophical Transactions of Royal Society of London**, Series A.v. 187, p 256, 1896.

PIQUET, Rosélia; TAVARES, Érica; PESSOA, João Monteiro. **Emprego no setor petrolífero: dinâmica econômica e trabalho no Norte Fluminense.** Cad. Metrop. São Paulo , v. 19, n. 38, p. 201-224, Apr. 2017.

REIS, D. A.; SANTANA, J. R. Os efeitos da aplicação dos royalties petrolíferos sobre os investimentos públicos nos municípios brasileiros. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n. 1, p. 91–118, fev. 2015.

RICHARDSON, R. J.; PERES, J. A. DE S. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed.-14 reimp. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

RODRIGUES, A. C. M. **Análise da eficiência socioeconômica dos municípios mineradores da região central do estado de Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Adminstração) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.

RODRIGUES, C. A.; MOREIRA, M. A.; COLARES, A. C. V. Avaliação da eficiência da aplicação dos *royalties* da mineração no desenvolvimento social dos municípios mineiros. **Revista Ambiente Contábil**, Vol. 8, n.2, jul./dez. 2016.

SCHWEMLEIN, S.; CRONK, R.; BARTRAM, J. Indicators for Monitoring Water, Sanitation, and Hygiene: A Systematic Review of Indicator Selection Methods. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 13, n. 3, p. 333, 17 mar. 2016.

SILVA, J. F. DA. **Da especialização produtiva ao rompimento da Barragem de Fundão: uma análise da resiliência econômica para o município de Mariana/MG**. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Ouro Preto, 2018.

SILVA, L. F. DA et al. Correlação das Variáveis Socioeconômicas e Ambientais com royalties Petrolíferos e CFEM Municipais. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, 28 set. 2017.

SNIS. **SNIS**. Brasília: SNSA: Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 25 maio 2021.

SOARES, R. M. et al. **MEDINDO O SANEAMENTO: Potencialidades e limitações dos bancos de dados brasileiros**. 2018. FGF CERI. Disponível em: https://ceri.fgv.br/sites/default/files/publicacoes/2018-10/59_59_fgv-ceri-medindo-osaneamento-2018.pdf. Acesso em: 02 de jun de 2022.

TANAKA, C.; NASCIMENTO, D. O controle externo na aplicação de royalties do petróleo em municípios do Rio de Janeiro**. Boletim Petróleo, Royalties e Região**. n. Ano XVI, nº 59-Abril/2018.

7 CONCLUSÃO

À luz do recebimento de verbas compensatórias, provenientes da exploração petrolífera e mineral, os municípios dos estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais não demonstraram forte correlação entre a evolução dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto e o recebimento de *royalties*. De maneira geral não foram identificados padrões ou tendências que apontem para a relação entre a melhora nos indicadores estudados na mesma proporção do recebimento de verbas petrolíferas e minerais.

Como sugestão para futuras pesquisas, sugere-se a análise de municípios além da esfera estadual, a partir de critérios que englobem as melhores performances em saneamento de acordo com o *Ranking* do Trata Brasil e o recebimento de *royalties* por parte de tais municipalidades.

8 APÊNDICE A

Segue apresentada a tabela que originou as análises realizadas no artigo III..

Município	Ano	Royalties	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046/ IN056	IN049
Alvorada de Minas	2010	R$ 11,127.69	83.1	33.98	100	40.89	-	39.24
	2011	R$ 6,503.67	90.3	36.92	0	0	-	27.85
	2012	R$ 4,964.37	98.1	40.1	100	40.88	-	31.57
	2013	R$ 7,672.31	99.26	40.58	97.06	39.68	-	18.31
	2014	R$ 3,376.96	100	40.89	96.93	39.63	-	16.45
	2015	R$ 3,302.80	67.98	27.8	96.8	39.58	-	29.15
	2016	R$ 7,064.38	68.4	27.96	96.73	39.55	-	30.68
	2017	R$ 4,711,241.34	67.91	27.77	99.87	40.84	-	19.33
	2018	R$ 3,288,878.14	69.97	28.62	96.95	41.6	-	22.96
	2019	R$ 29,940,592.10	71.32	29.17	96.95	41.6	-	28.05
	2020	R$ 530,620.08	71.91	29.4	97.01	41.61	-	37.58
Antônio Dias	2010	R$ 15,318.61	91.4	44.66	0	0	-	26.95
	2011	R$ 67,489.49	94.1	45.96	0	0	-	22.78
	2012	R$ 163,710.45	96.5	47.13	0	0	-	24.42
	2013	R$ 303,658.87	95.96	46.88	0	0	-	26.29
	2014	R$ 230,441.96	99.37	48.53	94.88	61.79	-	22.45
	2015	R$ 1,366,227.66	74.45	36.37	0	0	-	13.10
	2016	R$ 1,045,288.19	74.69	36.48	0	0	-	15.30
	2017	R$ 1,158,384.27	75.33	36.8	0	0	-	16.49
	2018	R$ 2,977,182.21	78.22	38.2	98.4	66.22	-	24.81
	2019	R$ 7,116,446.16	79.78	38.97	100	66.54	-	22.62
	2020	R$ 11,265,850.49	81.06	39.59	100	66.85	-	29.41
Araxá	2010	R$ 6,589,266.21	100	98.51	100	98.51	0.04	26.33
	2011	R$ 6,982,990.97	100	98.52	100	98.52	0.03	23.95
	2012	R$ 8,825,673.48	100	98.52	100	98.52	0.16	23.70
	2013	R$ 11,999,821.47	100	98.52	100	98.52	0.62	28.16
	2014	R$ 10,926,719.21	100	98.52	100	98.52	0.78	26.08
	2015	R$ 11,227,240.17	96.61	95.18	94.36	92.96	0.83	25.62
	2016	R$ 11,666,447.98	96.88	95.45	95.02	93.62	0.82	27.45
	2017	R$ 10,631,223.65	95.82	94.4	93.77	92.38	0.84	28.31
	2018	R$ 14,415,622.19	95.85	94.43	94.58	93.18	0.83	31.46
	2019	R$ 14,634,741.07	94.72	93.31	94.16	92.76	0.84	32.01
	2020	R$ 10,180,456.49	95.84	94.42	94.97	93.56	0.61	32.81
Arcos	2010	R$ 1,096,663.47	100	92.79	100	92.79	-	32.64
	2011	R$ 1,441,205.14	100	92.8	100	92.8	-	33.40
	2012	R$ 1,601,224.29	100	92.8	100	92.8	-	29.96
	2013	R$ 1,524,040.47	100	92.8	0	0	-	32.83
	2014	R$ 2,315,995.33	100	92.8	95	88.16	-	29.52
	2015	R$ 2,023,665.60	97.35	90.34	95	88.16	-	30.18
	2016	R$ 3,184,492.36	97.5	90.48	95.23	88.37	-	29.52
	2017	R$ 3,969,259.65	97.16	90.16	95.5	88.62	-	30.97
	2018	R$ 3,524,183.52	98.38	91.29	98.65	91.54	-	30.53
	2019	R$ 3,701,379.71	98.2	91.12	98	90.94	-	31.90
	2020	R$ 4,180,986.47	98.59	91.49	98	90.94	-	35.08
Barão de Cocais	2010	R$ 18,530,794.28	100	90.66	94.62	93.17	-	45.40
	2011	R$ 22,144,903.11	100	90.66	98.71	97.12	-	42.83
	2012	R$ 17,549,712.46	100	90.66	98.57	97.65	-	38.63
	2013	R$ 24,714,429.31	100	90.66	94.38	93.51	-	30.35
	2014	R$ 7,406,018.74	100	90.66	93.37	92.77	-	34.55
	2015	R$ 7,304,849.66	81.57	73.96	93.65	92.93	-	35.85
	2016	R$ 12,836,439.30	81.54	73.93	92.7	92.01	-	36.62
	2017	R$ 631,724.35	80.46	72.94	91.71	91.03	-	36.76
	2018	R$ 2,552,334.60	80.29	72.79	91.23	90.04	-	31.04
	2019	R$ 2,064,809.52	82.41	74.71	90.76	89.58	-	29.82
	2020	R$ 10,719,569.68	83.42	75.63	98.72	89.5	-	37.09

Município	Ano	Royalties	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046/ IN056	IN049
Bela Vista de Minas	2010	R$ 472,853.01	100	93.74	0	0	-	51.00
	2011	R$ 1,485,815.06	100	93.74	0	0	-	53.11
	2012	R$ 1,373,493.75	100	93.74	0	0	-	46.53
	2013	R$ 2,285,924.23	100	93.74	0	0	-	45.15
	2014	R$ 4,191,421.06	100	93.75	0	0	-	47.29
	2015	R$ 1,672,301.68	85.79	80.42	96.37	90.34	-	46.42
	2016	R$ 1,861,853.30	84.58	79.29	100	93.74	-	34.04
	2017	R$ 2,322,672.99	83.77	78.52	100	93.74	-	40.82
	2018	R$ 5,875,377.36	82.92	77.73	100	95.63	-	32.35
	2019	R$ 5,727,404.96	82.54	77.38	0	0	-	33.52
	2020	R$ 5,291,259.23	82.22	77.08	100	93.74	-	27.42
Belo Vale	2010	R$ 387,314.21	100	43.72	0	0	-	23.45
	2011	R$ 746,409.06	100	43.72	0	0	-	23.85
	2012	R$ 1,244,498.04	100	43.72	0	0	-	19.51
	2013	R$ 6,761,502.76	100	43.73	0	0	-	7.20
	2014	R$ 6,895,429.50	100	43.73	0	0	-	13.04
	2015	R$ 7,735,701.51	97.92	42.81	0	0	-	5.63
	2016	R$ 12,725,072.39	97.81	42.76	100	100	-	12.88
	2017	R$ 14,793,434.46	97.37	42.57	99.85	99.85	-	20.31
	2018	R$ 29,550,453.75	99.32	43.42	100	100	-	19.75
	2019	R$ 59,184,033.16	98.64	43.12	100	100	-	19.14
	2020	R$ 109,399,526.99	99.41	43.46	99.94	99.96	-	20.77
Brumadinho	2010	R$ 33,849,120.38	84.1	70.91	73.66	62.1	0.25	28.82
	2011	R$ 53,806,408.97	86.9	73.27	74.24	62.59	0.24	33.78
	2012	R$ 70,318,474.23	91	76.73	74.47	62.78	0.22	34.04
	2013	R$ 77,779,293.98	89.9	75.79	75.78	63.89	0.23	38.03
	2014	R$ 50,001,650.54	91.38	77.04	76.29	64.32	0.30	38.17
	2015	R$ 25,626,628.69	59.72	50.35	49.44	41.68	0.56	42.35
	2016	R$ 29,998,125.12	81.22	68.48	49.82	42	0.39	44.24
	2017	R$ 34,716,823.54	79.27	66.83	48.62	40.99	0.28	47.16
	2018	R$ 62,469,345.31	81.12	68.39	48.71	41.07	0.26	46.83
	2019	R$ 72,625,996.35	82.88	69.88	50.58	42.65	0.18	38.55
	2020	R$ 85,026,814.68	82.49	69.55	49.81	41.99	0.20	32.44
Catas Altas	2010	R$ 6,056,078.81	91.9	88.73	59.19	56.64	-	-
	2011	R$ 8,655,719.30	93.4	90.95	60.73	58.25	0.52	-
	2012	R$ 7,346,824.56	100	97.33	83.43	72.99	0.46	-
	2013	R$ 6,763,816.86	96.13	93.57	80.2	70.17	0.48	-
	2014	R$ 11,720,400.24	95.24	92.71	79.45	69.52	0.43	74.72
	2015	R$ 10,080,639.34	94.41	91.89	89.12	77.97	0.58	74.72
	2016	R$ 6,847,822.73	93.63	91.13	88.38	77.32	0.71	62.92
	2017	R$ 14,921,888.03	92.88	90.41	87.68	76.71	0.69	61.52
	2018	R$ 13,885,442.98	92.64	90.17	87.45	76.51	0.70	61.52
	2019	R$ 53,700,038.05	91.84	89.4	86.69	75.86	0.35	61.52
	2020	R$ 16,821,104.26	91.08	88.66	85.98	75.23	0.80	61.52
Conceição do Mato Dentro	2010	R$ -	98.5	67.54	70.95	48.6	-	31.54
	2011	R$ -	100	68.51	77.3	52.95	-	33.87
	2012	R$ -	100	68.51	83.94	57.51	-	38.32
	2013	R$ -	100	68.51	94.71	64.89	0.23	34.87
	2014	R$ 978,649.96	100	68.51	100	68.51	0.58	26.22
	2015	R$ 23,039,435.12	84.62	57.98	69.04	47.3	1.01	30.90
	2016	R$ 47,569,393.81	83.76	57.39	69.03	47.3	0.85	37.88
	2017	R$ 64,635,110.59	82.31	56.39	66.31	45.43	0.82	42.08
	2018	R$ 32,431,332.53	85.16	58.34	68.24	46.75	0.70	38.81
	2019	R$ 180,902,066.95	84.19	57.68	66.84	45.79	1.16	33.81
	2020	R$ 358,363,635.10	87.08	59.66	71.62	49.07	0.86	35.05

Município	Ano	Royalties	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046/ IN056	IN049
Conceição do Pará	2010	R$ 1,380,355.31	100	39.06	0	0	-	31.58
	2011	R$ 1,434,834.91	100	39.06	0	0	-	28.91
	2012	R$ 1,422,382.21	100	39.07	0	0	-	38.72
	2013	R$ 1,364,058.63	100	39.07	100	39.07	-	39.30
	2014	R$ 1,385,969.02	100	39.06	100	39.06	-	33.81
	2015	R$ 1,845,345.43	100	39.07	79	30.86	-	33.64
	2016	R$ 2,546,897.85	100	39.07	78.82	30.79	-	27.82
	2017	R$ 1,735,702.53	100	39.06	79.57	31.08	-	31.19
	2018	R$ 2,282,055.54	100	39.07	81.69	31.92	-	24.01
	2019	R$ 2,631,254.61	100	39.06	81.73	31.92	-	28.91
	2020	R$ 5,211,347.70	99.68	38.93	82.28	32.13	-	19.53
Congonhas	2010	R$ 37,058,587.75	100	97.35	82.15	79.98	-	29.44
	2011	R$ 52,644,913.57	100	97.36	83.65	81.43	-	24.36
	2012	R$ 62,979,665.48	100	97.36	85.9	83.63	-	25.27
	2013	R$ 67,979,957.64	100	97.36	84.98	82.73	-	25.58
	2014	R$ 74,044,400.53	100	97.36	87.2	84.9	-	29.36
	2015	R$ 65,395,630.10	81.66	79.5	65.84	64.09	-	28.92
	2016	R$ 68,899,128.97	80.83	78.69	65.95	64.21	-	31.09
	2017	R$ 81,106,393.80	80.49	78.36	66.22	64.47	-	27.70
	2018	R$ 172,654,414.44	79.88	77.77	66.15	64.4	-	28.66
	2019	R$ 284,157,465.30	81.91	79.74	66.2	64.45	-	31.38
	2020	R$ 264,354,059.67	82.69	80.51	66.21	64.46	-	30.26
Desterro de Entre Rios	2010	R$ -	93.1	49.41	87.59	44.98	-	15.04
	2011	R$ -	93	49.31	92.98	47.76	-	10.80
	2012	R$ -	93.9	49.94	89.42	47.65	-	11.23
	2013	R$ -	93.21	49.73	87.04	46.38	-	2.31
	2014	R$ -	95.37	50.83	88.95	46.68	-	3.22
	2015	R$ -	96.82	51.16	91.46	47.49	-	1.68
	2016	R$ 589,848.11	99.25	54.83	97.34	50.14	-	2.27
	2017	R$ 1,079,247.58	99.97	55.15	98.27	50.57	-	2.63
	2018	R$ 2,082,649.63	99.62	56.55	99.97	51.47	-	1.26
	2019	R$ 5,267,421.69	99.46	56.47	99.81	51.39	-	-
	2020	R$ 8,773,556.47	99.3	56.75	99.65	52.6	-	0.60
Igarapé	2010	R$ 3,933,922.22	100	93.71	70.76	66.32	-	46.12
	2011	R$ 2,098,940.57	100	93.72	73.75	69.11	0.00	49.94
	2012	R$ 1,959,186.25	100	93.72	81.04	75.95	0.00	46.73
	2013	R$ 4,616,368.44	100	93.72	79.87	74.85	-	46.87
	2014	R$ 2,126,552.56	100	93.71	81.37	76.26	-	49.66
	2015	R$ 27,582.10	87.99	82.47	46.9	43.96	-	55.89
	2016	R$ 79,225.24	88.94	83.35	47.51	44.53	-	55.02
	2017	R$ 524,703.80	86.97	81.51	47.76	44.76	-	51.41
	2018	R$ 1,381,709.72	87.3	81.81	46.33	43.41	-	50.01
	2019	R$ 729,731.24	86.81	81.35	45.06	42.23	-	47.39
	2020	R$ 2,514,201.29	87.8	82.28	44.44	41.65	-	47.63
Itabira	2010	R$ 74,636,465.32	100	100	96.66	95.56	0.38	37.63
	2011	R$ 118,149,980.47	98.7	99.38	92.45	89.07	0.47	39.55
	2012	R$ 132,525,854.28	100	93.2	92.66	89.27	0.28	39.52
	2013	R$ 195,406,046.75	100	93.2	90.02	86.73	0.41	38.66
	2014	R$ 87,654,211.13	99.23	92.48	93.14	89.39	0.45	38.07
	2015	R$ 59,743,924.54	97.6	95.42	93.74	89.49	0.33	8.36
	2016	R$ 141,090,963.40	100	100	100	100	0.32	51.50
	2017	R$ 83,557,035.48	100	98.77	97	93.07	0.45	34.20
	2018	R$ 171,091,269.19	100	98.97	97	93.04	0.31	33.09
	2019	R$ 241,078,393.45	100	99.02	94.56	94.56	0.37	35.79
	2020	R$ 212,935,570.95	100	96.61	91.38	91.19	0.38	42.07

Município	Ano	Royalties	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046/ IN056	IN049
Itabirito	2010	R$ 32,792,516.59	98.9	96.97	84.15	80.66	-	47.54
	2011	R$ 59,489,214.34	100	98.29	83.92	80.44	-	51.63
	2012	R$ 75,930,577.13	100	98.29	83.46	80	-	53.51
	2013	R$ 110,811,829.71	100	98.29	80	76.69	0.23	53.23
	2014	R$ 67,068,440.68	100	100	89.53	85.82	0.82	47.06
	2015	R$ 52,541,743.78	99.45	98.86	88.51	84.84	0.59	26.52
	2016	R$ 76,646,070.39	98.27	100	85.25	81.72	0.61	31.54
	2017	R$ 60,420,840.93	98.08	100	86.72	83.13	0.60	10.41
	2018	R$ 129,709,414.17	98.03	100	91.33	87.54	0.69	35.34
	2019	R$ 106,906,775.44	100	100	91.07	87.29	0.61	27.24
	2020	R$ 254,692,016.61	95.52	98	88.7	85.42	0.82	29.80
Itatiaiuçu	2010	R$ 14,131,273.30	100	62.66	0	0	-	30.25
	2011	R$ 24,690,096.78	100	62.66	0	0	-	27.96
	2012	R$ 19,300,835.05	100	62.66	0	0	-	30.45
	2013	R$ 15,908,635.05	100	62.66	0	0	-	25.24
	2014	R$ 20,893,221.91	100	62.66	0	0	-	28.90
	2015	R$ 10,962,127.57	100	62.66	0	0	-	31.04
	2016	R$ 9,696,134.74	100	62.66	100	100	-	30.69
	2017	R$ 11,534,005.97	100	62.67	100	100	-	35.06
	2018	R$ 39,969,896.28	99.48	62.34	100	100	-	43.82
	2019	R$ 57,882,004.35	98.51	61.73	97.02	99.02	-	44.78
	2020	R$ 106,703,355.97	97.57	61.14	96.44	98.3	-	35.01
Itaú de Minas	2010	R$ 1,273,460.14	100	97.43	100	97.43	-	24.57
	2011	R$ 1,361,877.20	100	97.44	100	97.44	-	25.98
	2012	R$ 1,532,288.43	100	97.44	100	97.44	-	28.65
	2013	R$ 1,540,138.65	100	97.44	100	100	-	25.42
	2014	R$ 2,705,573.29	100	97.44	100	100	-	21.04
	2015	R$ 1,463,425.20	97.72	95.22	100	100	-	27.55
	2016	R$ 1,626,870.24	97.27	94.78	100	100	-	24.83
	2017	R$ 1,713,291.39	96.09	93.63	100	100	-	25.97
	2018	R$ 1,795,210.84	96.78	94.3	100	97.44	-	30.99
	2019	R$ 2,037,581.74	96.1	93.64	100	100	-	30.44
	2020	R$ 2,286,409.10	97.57	95.07	100	100	-	28.01
Mariana	2010	R$ 65,446,556.18	98.4	86.46	66.05	58.04	-	40.00
	2011	R$ 98,812,140.63	0	0	0	0	-	-
	2012	R$ 118,963,054.29	94.5	94.54	67.47	67.53	-	40.00
	2013	R$ 140,013,921.74	95	93	70	65	-	-
	2014	R$ 106,059,897.92	100	100	73.69	69.89	-	-
	2015	R$ 104,389,607.06	100	100	80	80	-	-
	2016	R$ 76,343,514.00	100	100	80	80	-	-
	2017	R$ 65,841,958.09	100	100	80	80	-	40.00
	2018	R$ 106,118,900.14	100	100	80	80	-	-
	2019	R$ 83,089,486.62	100	100	80	80	-	1.00
	2020	R$ 178,055,640.28	100	100	79.66	80	-	-
Mateus Leme	2010	R$ 4,904,504.99	100	88.59	74.52	66.02	-	35.68
	2011	R$ 4,563,053.86	100	88.59	77.49	68.65	0.00	35.32
	2012	R$ 3,776,044.31	100	88.59	80.07	70.94	0.00	39.69
	2013	R$ 7,539,481.24	100	88.6	78.94	69.94	-	39.53
	2014	R$ 2,019,386.65	100	88.6	79.71	70.62	-	44.28
	2015	R$ 1,011,501.53	81.11	71.86	43.58	38.61	-	44.91
	2016	R$ 975,898.41	78.79	69.8	42.87	37.98	-	44.67
	2017	R$ 1,145,559.92	76.79	68.04	42.71	37.84	0.86	46.14
	2018	R$ 2,760,529.11	76.89	68.12	44.49	39.42	1.14	46.76
	2019	R$ 3,072,098.00	77.45	68.62	43.6	38.63	1.03	49.13
	2020	R$ 5,884,658.86	78.85	69.86	44.87	39.76	1.00	49.14

Município	Ano	Royalties	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046/ IN056	IN049
Nazareno	2010	R$ 619,055.43	100	76.01	100	79.15	-	16.08
	2011	R$ 1,155,687.06	100	76.01	100	76.01	-	16.15
	2012	R$ 1,725,142.14	100	76.01	99.51	78.64	-	14.74
	2013	R$ 2,082,038.20	100	76.01	100	76.29	-	16.20
	2014	R$ 2,437,308.59	100	76.02	100	76.02	-	18.18
	2015	R$ 3,116,246.78	86.03	65.39	99.63	75.73	-	24.85
	2016	R$ 2,587,585.52	84.78	64.44	99.61	75.71	-	24.42
	2017	R$ 1,197,460.27	85.71	65.15	100	76.01	-	23.89
	2018	R$ 2,761,058.86	85.1	64.69	100	76.31	-	20.24
	2019	R$ 2,909,754.05	84.27	64.06	100	76.23	-	24.05
	2020	R$ 2,387,272.23	84.05	63.89	100	76.21	-	27.71
Nova Lima	2010	R$ 81,391,657.67	100	97.81	11.64	11.38	0.65	30.86
	2011	R$ 119,419,415.70	100	97.82	14.9	14.57	0.61	31.05
	2012	R$ 188,474,969.24	100	97.82	18.26	17.86	0.57	38.06
	2013	R$ 234,071,916.95	100	97.82	23.44	22.93	0.54	35.74
	2014	R$ 106,732,701.67	100	97.82	28.6	27.98	0.53	36.02
	2015	R$ 81,534,475.74	95.64	93.56	18.74	18.33	0.85	37.00
	2016	R$ 119,177,669.94	95.82	93.73	20.28	19.84	0.83	39.65
	2017	R$ 103,433,272.91	95.24	93.17	20.48	20.03	0.84	42.46
	2018	R$ 172,944,331.49	94.8	92.73	20.22	19.78	0.86	44.91
	2019	R$ 197,805,274.30	94.75	92.69	20.57	20.12	0.85	46.55
	2020	R$ 212,288,815.69	95.32	93.24	22.29	21.81	0.81	47.55
Ouro Preto	2010	R$ 23,231,373.29	89.2	89.18	69.43	66.79	0.01	34.83
	2011	R$ 22,238,731.23	88.9	88.79	69.14	66.51	0.01	40.00
	2012	R$ 37,397,108.18	88.5	99.07	68.85	66.23	0.01	40.00
	2013	R$ 41,277,732.61	88.64	95.77	66.83	64.25	0.01	36.66
	2014	R$ 48,320,807.84	88.62	95.75	66.82	64.23	0.01	44.83
	2015	R$ 45,227,403.57	88.22	95.32	66.52	63.94	0.01	42.32
	2016	R$ 51,312,422.33	87.84	94.91	66.23	63.67	-	50.00
	2017	R$ 20,762,936.76	94.14	94.14	66.61	65.5	0.02	51.00
	2018	R$ 37,596,879.05	95.76	95.66	67.82	66.62	0.01	41.27
	2019	R$ 29,586,345.55	0	0	0	0	-	-
	2020	R$ 30,211,631.96	100	95	73.25	63.7	0.00	50.00
Paracatu	2010	R$ 12,107,465.10	100	87.07	100	87.07	0.81	30.77
	2011	R$ 13,557,786.17	100	87.08	100	87.08	0.81	33.55
	2012	R$ 17,418,554.68	100	87.08	100	87.08	0.70	28.48
	2013	R$ 18,458,689.94	100	87.08	100	87.08	0.78	23.78
	2014	R$ 17,116,224.10	100	87.08	100	87.08	0.80	25.93
	2015	R$ 21,217,840.78	90.51	78.82	80.31	69.93	0.97	27.25
	2016	R$ 23,549,254.63	90.89	79.15	81.55	71.01	0.96	29.04
	2017	R$ 18,835,383.96	91.83	79.96	81.71	71.15	0.87	30.86
	2018	R$ 40,223,890.05	92.12	80.22	83.2	72.45	0.87	36.74
	2019	R$ 53,165,704.04	91.91	80.03	82.89	72.18	0.99	35.28
	2020	R$ 75,027,099.08	93.4	81.33	83.87	73.03	0.95	32.78
Passa Tempo	2010	R$ 300,071.58	100	77.89	100	77.89	-	29.17
	2011	R$ 754,483.85	100	77.9	0	0	-	21.92
	2012	R$ 769,740.05	100	77.89	92.76	72.25	-	22.32
	2013	R$ 740,435.19	100	77.89	92.6	72.13	-	16.86
	2014	R$ 769,587.92	100	77.89	94.5	73.61	-	17.74
	2015	R$ 426,373.75	94.33	73.47	96.52	75.18	-	16.99
	2016	R$ 676,731.89	94.83	73.86	97.66	76.07	-	18.19
	2017	R$ 678,409.39	93.8	73.07	98.49	76.72	-	21.86
	2018	R$ 2,186,234.85	96.31	75.02	100	77.9	-	21.36
	2019	R$ 3,497,507.38	96.57	75.22	100	77.89	-	21.03
	2020	R$ 5,988,584.15	97.32	75.81	100	77.89	-	20.46

Município	Ano	Royalties	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046/ IN056	IN049
Patrocínio	2010	R$ 5,814.05	100	99.92	100	88.22	0.70	48.24
	2011	R$ 13,452.73	99.1	99.14	99.14	87.46	0.73	41.65
	2012	R$ 11,820.20	99.1	99.14	99.14	87.46	0.73	34.95
	2013	R$ 12,862.83	99.14	99.14	99.14	87.46	0.89	41.90
	2014	R$ 11,477.81	100	99.14	100	88.22	0.88	31.07
	2015	R$ 17,026.71	100	100	100	88.22	0.88	44.27
	2016	R$ 16,192.33	100	100	100	100	0.78	48.11
	2017	R$ 1,918,355.05	100	100	100	99.33	0.77	44.71
	2018	R$ 9,623,273.38	100	100	100	100	0.78	42.71
	2019	R$ 5,623,076.86	100	100	100	100	0.78	37.97
	2020	R$ 6,681,911.67	100	100	100	100	0.78	38.36
Pedra Azul	2010	R$ 829,375.25	100	88.11	0	0	-	31.20
	2011	R$ 1,099,685.37	100	88.12	88.88	78.32	-	23.02
	2012	R$ 1,408,902.39	100	88.12	97.39	85.82	-	23.07
	2013	R$ 1,258,982.54	100	88.12	100	88.12	-	25.01
	2014	R$ 1,434,842.26	100	88.12	100	88.12	0.69	30.73
	2015	R$ 1,662,763.49	86.74	76.44	77.04	67.88	1.03	37.49
	2016	R$ 1,760,977.92	85.52	75.36	76.22	67.16	1.04	36.58
	2017	R$ 1,954,578.77	84.32	74.3	75.31	66.36	1.06	35.22
	2018	R$ 2,649,631.91	83	73.14	74.01	65.21	1.08	30.81
	2019	R$ 2,370,680.20	80.81	71.21	72.11	63.54	1.11	30.47
	2020	R$ 2,344,042.19	82.74	72.91	76.25	67.19	1.07	33.95
Piracema	2010	R$ 4,039.12	0	0	0	0	-	-
	2011	R$ 4,504.18	100	65.46	90	42.63	-	19.57
	2012	R$ 3,420.29	100	100	100	47.36	-	-
	2013	R$ 5,509.08	97.43	97.2	97.21	46.04	-	-
	2014	R$ 19,086.00	100	100	99.45	47.1	-	-
	2015	R$ 72,070.46	100	100	100	47.37	-	-
	2016	R$ 408,458.65	100	100	100	100	-	-
	2017	R$ 740,446.95	100	100	100	100	-	30.54
	2018	R$ 2,104,718.99	100	47.36	100	47.36	-	23.08
	2019	R$ 5,663,540.51	0	0	0	0	-	-
	2020	R$ 8,262,055.30	99.87	60.74	80.3	41.15	-	29.88
Rio Piracicaba	2010	R$ 6,340,349.81	100	79.66	10.79	8.59	-	38.91
	2011	R$ 6,319,424.56	100	79.67	10.79	8.59	-	40.59
	2012	R$ 6,388,097.23	100	79.67	100	79.67	-	39.63
	2013	R$ 6,549,743.22	100	79.67	100	79.67	-	45.78
	2014	R$ 4,675,368.15	100	79.66	100	79.66	-	41.61
	2015	R$ 5,256,935.17	91.47	72.87	100	79.67	-	36.71
	2016	R$ 9,357,948.40	90.76	72.31	0	0	-	38.07
	2017	R$ 11,632,688.35	90.42	72.03	100	95.73	-	40.95
	2018	R$ 19,641,194.98	91.57	72.95	100	97.59	-	43.15
	2019	R$ 36,615,043.93	91.35	72.77	100	98.33	-	39.52
	2020	R$ 56,098,708.70	92.6	73.77	100	98.38	-	41.53
Sabará	2010	R$ 6,991,767.69	100	97.47	80	80	-	47.87
	2011	R$ 8,768,162.93	100	97.48	0	0	-	46.04
	2012	R$ 9,842,531.82	100	97.48	100	100	-	48.88
	2013	R$ 12,357,872.09	100	97.48	93.08	90.73	-	52.22
	2014	R$ 9,774,024.55	100	97.48	91.87	89.55	-	53.66
	2015	R$ 12,702,025.98	88.53	86.3	67.04	65.35	-	56.62
	2016	R$ 13,555,499.01	85.61	83.45	65.71	64.05	-	55.78
	2017	R$ 11,816,676.60	85.13	82.98	65.13	63.49	-	56.92
	2018	R$ 19,037,343.85	83.58	81.47	67.2	65.51	-	59.11
	2019	R$ 24,235,186.80	81.36	79.3	66.92	65.23	-	59.63
	2020	R$ 34,787,230.58	80.37	78.34	65.68	64.03	-	60.63

Município	Ano	Royalties	IN023	IN055	IN024	IN056	IN046/ IN056	IN049
Santa Bárbara	2010	R$ 8,143,259.20	100	88.94	0	0	-	37.07
	2011	R$ 13,928,939.24	100	88.95	79.85	81.68	-	37.63
	2012	R$ 13,700,834.32	100	88.94	0	0	-	10.61
	2013	R$ 19,525,870.90	100	88.94	98.94	88	-	31.17
	2014	R$ 11,883,180.87	100	88.95	98.51	87.62	-	26.84
	2015	R$ 9,175,076.46	81.88	72.82	97.77	86.96	-	31.65
	2016	R$ 11,980,621.97	81.54	72.53	99.37	88.38	-	29.71
	2017	R$ 5,904,764.20	81.16	72.18	98.91	87.98	-	29.35
	2018	R$ 11,860,869.85	80.65	71.73	99.94	88.89	-	32.35
	2019	R$ 12,042,244.72	80.33	71.45	99.94	88.89	-	29.91
	2020	R$ 27,158,641.31	81.58	72.56	99.78	88.75	-	32.57
São Gonçalo do Rio Abaixo	2010	R$ 56,139,407.63	0	0	0	0	-	-
	2011	R$ 90,828,126.72	100	100	0	0	-	-
	2012	R$ 114,676,051.02	100	99.71	0	0	-	-
	2013	R$ 126,561,166.48	96.05	95.79	0	0	-	-
	2014	R$ 70,697,724.69	96.29	96.92	96.29	96.92	-	-
	2015	R$ 47,092,867.71	95.37	96	95.37	96	-	-
	2016	R$ 53,124,773.23	100	99.06	100	96.09	-	33.80
	2017	R$ 69,454,756.70	99.94	100	99.94	97.05	-	33.80
	2018	R$ 112,399,292.90	97.98	98.84	97.98	95.9	-	33.80
	2019	R$ 160,027,388.02	100	100	100	100	-	33.80
	2020	R$ 135,428,900.06	99.1	99.1	99.1	99.1	-	43.53
Sarzedo	2010	R$ 721,495.83	100	98.9	0	0	-	26.73
	2011	R$ 5,117,672.42	100	98.91	92.38	91.37	-	21.71
	2012	R$ 6,085,892.36	100	98.91	97.78	96.71	-	23.22
	2013	R$ 11,179,311.85	100	98.91	100	98.91	0.03	28.72
	2014	R$ 9,638,203.91	100	98.91	100	98.91	0.04	31.65
	2015	R$ 7,765,234.89	94.29	93.26	79.94	79.07	0.06	31.10
	2016	R$ 6,273,978.01	93.65	92.63	82.34	81.44	0.12	38.57
	2017	R$ 6,239,763.94	92.46	91.45	82.29	81.39	0.13	41.39
	2018	R$ 11,421,828.81	90.38	89.39	80.28	79.4	0.11	36.63
	2019	R$ 17,178,584.54	90.46	89.47	80.07	79.19	0.07	32.61
	2020	R$ 19,158,268.97	92.05	91.04	81.06	80.17	-	37.52
Tapira	2010	R$ 4,740,226.66	100	66.73	0	0	-	20.84
	2011	R$ 5,153,140.64	100	66.74	0	0	-	21.44
	2012	R$ 6,950,563.53	100	66.72	0	0	-	17.55
	2013	R$ 9,231,614.52	100	66.74	0	0	-	14.12
	2014	R$ 10,324,244.38	100	66.73	0	0	-	13.72
	2015	R$ 9,791,448.94	91.72	61.21	0	0	-	21.64
	2016	R$ 12,868,981.27	91.4	60.98	100	66.72	-	26.24
	2017	R$ 12,582,130.67	90.91	60.67	100	66.73	-	26.48
	2018	R$ 12,516,105.71	90.68	60.52	0	0	-	31.06
	2019	R$ 8,785,346.49	89.64	59.82	0.31	0.21	-	32.28
	2020	R$ 12,176,911.73	89.3	59.58	0	0	-	33.26
Vazante	2010	R$ 3,150,799.10	100	80.71	100	80.71	0.85	18.72
	2011	R$ 3,415,649.49	100	80.71	100	80.71	0.87	27.72
	2012	R$ 3,418,151.45	100	80.71	100	80.71	0.79	25.82
	2013	R$ 3,599,592.29	100	80.71	100	80.71	0.84	23.05
	2014	R$ 4,099,807.08	100	80.71	100	80.71	0.88	22.90
	2015	R$ 4,262,944.02	96.26	77.69	86.12	69.51	0.99	23.72
	2016	R$ 4,966,359.91	95.5	77.08	85.45	68.97	1.03	20.84
	2017	R$ 5,020,664.88	95.08	76.74	84.72	68.37	1.04	21.37
	2018	R$ 6,021,274.92	95.84	77.36	85.99	69.41	1.03	27.49
	2019	R$ 7,179,840.12	95.96	77.46	86.46	69.78	1.03	26.13
	2020	R$ 8,415,823.79	96.15	77.6	86.11	69.5	1.01	24.10