

Relação entre royalties do petróleo e indicadores de saneamento nos municípios do estado do Rio de Janeiro

Relation between royalties received 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.

Palavras-chave: saneamento; royalties; petróleo.

Tobias Ribeiro Barreto

Mestrando em Sistemas Aplicados à Engenharia e à Gestão no Instituto Federal Fluminense (IFF), engenheiro civil. tobiasr.barreto@gmail.com

Betânia Muniz Pedrosa Rabelo

Mestranda em Sistemas Aplicados à Engenharia e à Gestão no Instituto Federal Fluminense (IFF), engenheira de produção. betaniampedrosa@yahoo.com.br

Milton Erthal Junior

Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), engenheiro agrônomo, atualmente professor do Instituto Federal Fluminense (IFF). miltonerthal@hotmail.com

Henrique da Hora

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF), engenheiro de produção, atualmente professor do Instituto Federal Fluminense (IFF). dahora@gmail.com

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.

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 amplamente 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 nº 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.

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 distribuição e tratamento; 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).

As informações utilizadas na pesquisa relacionadas à estimativa dos recursos financeiros dos royalties repassados aos municípios foram extraídas da base

de dados Info Royalties². 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 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 um recorte temporal que limita o estudo ao período compreendido entre 2010 e 2018 (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:

- **ICE: Índice de Coleta de Esgoto**

O Índice de Coleta de Esgoto (ICE) corresponde à porcentagem do esgoto coletado em relação ao volume de água consumida no município, dado pela Fórmula 1:

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

Fórmula 1

Na equação, temos que 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 $1 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$). Ainda sobre ICE, temos que a variável Volume de água consumido (Vac) é a quantidade de água 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 $1 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$).

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:

- **ITE: Índice de Tratamento de Esgoto**

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

Fórmula 2

Na equação para o 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 Fórmula 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 ($1 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$) 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**

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

Fórmula 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 ou em UTSS), 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 $1 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$. 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:

- **IAA: Índice de Atendimento Total de Água**

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

Fórmula 4

O Índice de Atendimento Total de Água (IAA) considera em seu cálculo (Fórmula 4) 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).

3. Resultados

Tomando como premissas os quatro critérios elicitados na seção de metodologia e conforme apresentado na Tabela 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 1 - Dados Royalties e Saneamento – municípios do estado do Rio de Janeiro

Município	Royalties		IAA		IPD		ICE		ITE	
	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).

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: Em relação aos dois indicadores relativos à água, IAA e

VAGAS LIMITADAS

DOUTORADO
COM LINHA DE PESQUISA EM PLANEJAMENTO
E DESENVOLVIMENTO REGIONAL

UNIVERSIDADE
CANDIDO
MENDES

Tabela 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	18,91	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.

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.

3.2 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 3:

Tabela 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.

3.3 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, como se vê na Tabela 4:

Tabela 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.

3.4 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):

Tabela 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 Pirai, Maricá e Itaperuna, com queda no índice de atendimento de água superior a 10%.

3.5 Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto

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

Tabela 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
Pirai	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 em bilhões de reais

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A correlação de Pearson aplicada ao ICE (Tabela 6) demonstrou ser 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 a 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.

3.6 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 7).



Tabela 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.

Evidencia-se, na Tabela 7, 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 a 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.

3.7 Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Média Geométrica

A partir do cálculo da média geométrica, uma nova possibilidade de análise foi criada (Tabela 8).

Tabela 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.

3.8 Indicadores relacionados a Serviços de Esgoto – Delta

O cálculo do delta seguiu o preconizado na seção metodológica, retornando os resultados resumidos na Tabela 9.

Tabela 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.

4. Discussão

Este trabalho explora a relação entre quatro indicadores de saneamento básico e o valor dos royalties do petróleo recebidos por municípios fluminenses ao longo de oito anos. O interesse por este tema se justifica diante da nova lei federal sobre o saneamento básico, Lei n.º 14.026 de 2020, e a redução dos valores dos royalties experimentado nos anos recentes pelos municípios que receberam, por muitos anos, volumes financeiros expressivos desse recurso. As análises apontam a ausência desta relação e expõe uma fragilidade no uso dos recursos financeiros advindos da exploração mineral do petróleo.

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 3º da Lei n.º 7.453/85, que dispõe sobre a Política Nacional do Petróleo, em que

afirma-se 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. Conclusão

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.

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.

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.

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.