

Revista

Cadernos de

Finanças Públicas

2024

Edição Especial



28º PRÊMIO TESOIRO
DE FINANÇAS PÚBLICAS 2023



TESOURO NACIONAL

O IMPACTO DOS ROYALTIES DA EXPLORAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS NAS FINANÇAS PÚBLICAS MUNICIPAIS DO BRASIL: ESTIMATIVAS A PARTIR DE INSTRUMENTOS BARTIK MODIFICADOS

Rafael da Silveira Soares Leão

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA

Danúbia Rodrigues da Cunha

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA

Rodrigo Cavalcanti Rabelo

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA

RESUMO

A exploração de recursos naturais no Brasil recolhe e distribui royalties aos municípios em decorrência de três atividades econômicas: exploração de petróleo e gás, mineração e uso de recursos hídricos para eletricidade. A literatura econômica investigou sobremaneira o caso do petróleo negligenciando relativamente as demais. O presente trabalho faz uma investigação geral do impacto simultâneo desses três royalties sobre as finanças públicas municipais, e detalha circunstâncias que sugerem mecanismos de endogeneidade na distribuição dos royalties. Nesse contexto, propõe uma técnica de variável instrumental que adequadamente lide com o problema. Resultados econométricos indicam que os royalties provocam expansão de gastos em saúde, educação e investimento público – ao menos para algumas classes de royalties – não aumentando despesas com pessoal, mas reduzem o esforço de arrecadação de tributos locais. A investigação de efeitos heterogêneos sugere que elevados volumes de royalties per capita estão por trás desses resultados.

Palavras-chave: finanças públicas municipais; royalties do petróleo; royalties de recursos hídricos; royalties da mineração; Instrumentos de Bartik

JEL: H72, Q32, Q38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. A ECONOMIA DOS ROYALTIES NO CONTEXTO DOS MUNICÍPIOS.....	4
2.1 <i>Volume de recursos, frequência de recebimento e municípios beneficiados</i>	5
2.2 <i>A macro e a microeconomia dos royalties</i>	7
3. O IMPACTO DOS ROYALTIES SOBRE AS DECISÕES DE GOVERNOS SUBNACIONAIS: O PROBLEMA DA ENDOGENEIDADE E A ESTRATÉGIA DE IDENTIFICAÇÃO ECONOMÉTRICA.....	11
3.1 <i>Flypaper effect</i>	11
3.2 <i>O problema da endogeneidade</i>	13
3.3 <i>A endogeneidade como problema econométrico: a estratégia de identificação</i>	15
3.4 <i>A identificação de efeitos heterogêneos dos grandes beneficiários</i>	16
3.5 <i>Variável instrumental do tipo Bartik, ou shift-share instrument</i>	17
3.6 <i>Um instrumento inspirado em Bartik para royalties no Brasil</i>	18
4. FONTES DE DADOS E PROTOCOLO ECONOMÉTRICO	20
4.1 <i>Fontes de dados e informações</i>	20
4.2 <i>O protocolo econométrico</i>	21
4.3 <i>A construção das variáveis instrumentais</i>	21
5. RESULTADOS ECONOMÉTRICOS	23
5.1 <i>Resultados econométricos de EF e MQ2E</i>	23
5.2 <i>Efeitos heterogêneos da distribuição dos royalties</i>	25
6. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 instituiu o pagamento de royalties pela exploração de petróleo e gás, minérios e recursos hídricos para geração de eletricidade. Ao longo de três décadas, vultuosas somas foram repartidas entre os entes federados, sendo os municípios, e não aos Estados e à União, os maiores beneficiários.

A literatura investigou sobremaneira o caso dos royalties do petróleo, deu alguma atenção aos da mineração, mas quase nenhuma aos dos recursos hídricos. Na maioria dos casos tratou-se de royalties de um tipo ignorando-se os demais. Farias (2011), descreveu-os conjuntamente, mas não gerou tratamento econométrico. Utilizando técnicas econométricas, o presente trabalho traz quatro contribuições ao tema, sendo a análise geral, integrada e simultânea de todos os royalties a principal. Até onde sabemos, este é o primeiro trabalho com essa abordagem. Diversos municípios recebem combinações desses três royalties e a literatura negligencia os possíveis efeitos cruzados.

A segunda contribuição para a literatura é a explicitação da possível endogeneidade dos royalties sobre as finanças públicas municipais. Geralmente a literatura trata-os como transferências exógenas aos municípios ou, quando muito, assume uma eventual endogeneidade como possibilidade lógica. A terceira contribuição é uma proposta de um instrumento que adequadamente lide com o problema da endogeneidade, fruto da literatura de variáveis instrumentais do tipo Bartik (1991). A quarta contribuição é a investigação econométrica dos impactos dos royalties nas finanças públicas municipais, com especial destaque para efeitos heterogêneos ao longo da curva de distribuição dos royalties.

O presente trabalho se divide da seguinte maneira: além desta introdução, o Capítulo 2 apresenta as estatísticas descritivas dos royalties nos municípios brasileiros; o Capítulo 3 discute a endogeneidade nos royalties e a estratégia econométrica para lidar com essa questão; o Capítulo 4 apresenta as fontes de dados e o protocolo econométrico; o Capítulo 5 apresenta os resultados das estimações e os coloca à luz dos achados da literatura; o Capítulo 6 conclui o trabalho.

2. A ECONOMIA DOS ROYALTIES NO CONTEXTO DOS MUNICÍPIOS

Segundo dados da Secretaria do Tesouro Nacional (STN) foram distribuídos, em 2021, R\$ 27,76 bilhões em royalties para os municípios brasileiros – pouco menos de um quarto do

Fundo de Participação dos Municípios (FPM). Embora esse valor seja significativo, sua importância para as finanças públicas municipais pressupõe um conjunto maior de informações, a saber, a quantidade de municípios beneficiários, o tamanho de suas populações e, principalmente, a relevância para as finanças públicas locais.

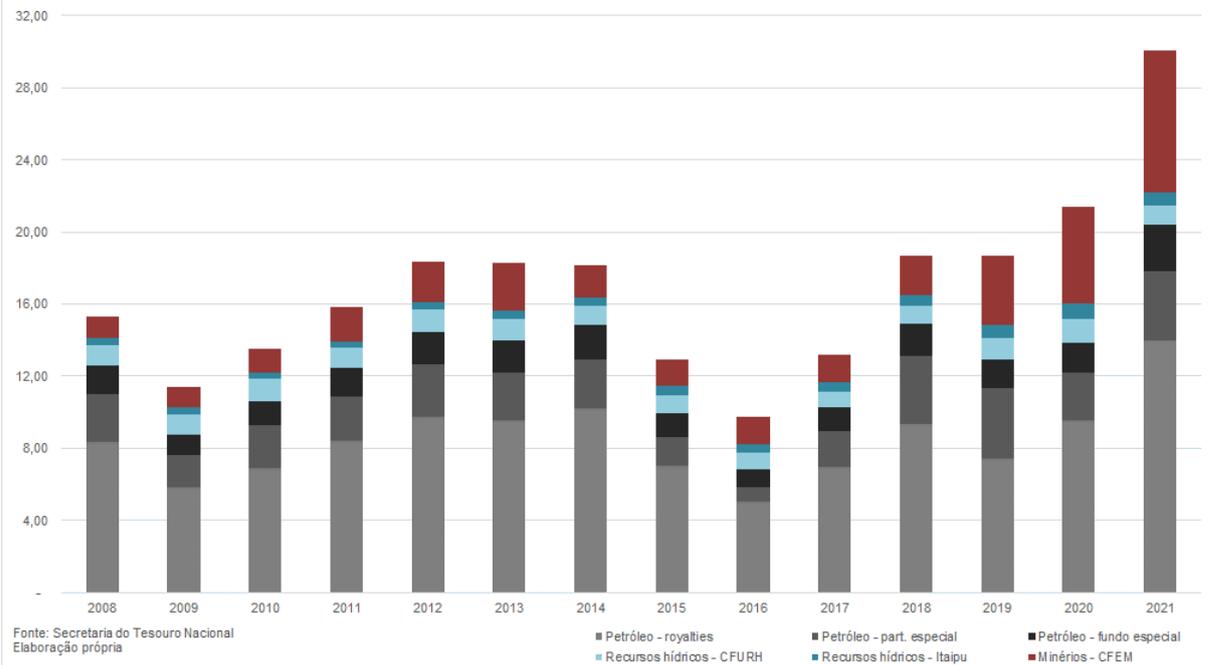
2.1 Volume de recursos, frequência de recebimento e municípios beneficiados

Entre 2008 e 2021 os royalties transferidos medidos a preços constantes saltaram de R\$ 15,29 bilhões para R\$ 30,10 bilhões (Gráfico 1) e os royalties do petróleo¹ sempre foram os mais abundantes; os royalties de recursos hídricos superavam os de minérios até 2011, mas, a partir de 2012 (com a única exceção de 2015), os royalties da mineração ocuparam o segundo lugar em volume de recursos distribuídos.

Apesar dos royalties do petróleo representarem a parcela mais significativa (80,3% em 2008 e 64,8% em 2021) e terem crescido a uma taxa de 3,8% ao ano em média (em termos reais), são os royalties da mineração que apresentaram o maior crescimento (15,8% a.a. em média). Esses recursos foram multiplicados por quase sete vezes em quatorze anos e sua participação no total dos royalties distribuídos aos municípios saiu de 8,5% em 2008 para 28,6% em 2021. Os royalties de recursos hídricos, por seu turno, cresceram a uma taxa anual média de apenas 1,3%, e sua participação no total distribuído caiu de 11,2% em 2008 para 6,6% em 2021. Em 2021, os royalties do petróleo transferidos aos municípios somaram R\$ 17,82 bilhões, enquanto os da mineração e de recursos hídricos para fins energéticos somaram R\$ 7,88 e R\$ 1,82 bilhões, respectivamente.

¹ O fundo especial do petróleo – uma das rendas recolhidas pela exploração de petróleo – é distribuído à totalidade dos municípios brasileiros obedecendo as mesmas regras do Fundo de Participação dos Municípios (FPM). Ele não funciona como os demais “royalties do petróleo”, e, portanto, não é analisado como tal.

Gráfico 1 - Royalties pelo uso de recursos naturais - transferências aos municípios

 Deflacionados pelo IPCA (base: out/2022 = 100)
 R\$ bilhões


Os royalties foram distribuídos para uma quantidade crescente de municípios no período analisado (Tabela 1). Em 2008, 50,7% dos municípios recebiam algum tipo de royalty; em 2021, 65,5%. Essa realidade foi alterada pelo crescente número de municípios com atividade mineradora. Enquanto o número de cidades beneficiadas pelos royalties de recursos hídricos saltou de 649 para 739, e o número de beneficiadas pelos royalties do petróleo, de 912 para 933, o número de beneficiadas pelos royalties da mineração saiu de 1.947 para 3.064. Os municípios podem perfeitamente receber mais de um tipo de royalty, e essas intersecções podem ser vistas na Tabela 1.

Tabela 1 - Contagem de municípios que recebem algum tipo de royalty por exploração de recursos naturais
 De 2008 a 2021

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Não recebe royalties	2.747	2.735	2.636	2.529	2.418	2.351	2.314	2.273	2.296	2.267	2.272	2.171	1.944	1.921
Apenas minério*	1.332	1.313	1.428	1.500	1.605	1.618	1.681	1.721	1.687	1.696	1.693	1.777	1.992	2.062
Apenas petróleo**	526	531	515	466	455	434	424	421	432	426	433	397	366	347
Apenas hídrico***	318	329	311	299	292	275	275	269	277	272	263	252	224	218
Minério e petróleo	316	331	313	374	381	450	433	436	429	455	446	489	530	501
Minério e hídrico	261	260	305	329	346	362	367	375	374	376	384	405	432	436
Petróleo e hídrico	32	34	31	31	32	30	26	23	29	31	29	20	21	20
Minério, petróleo e hídrico	38	37	31	42	41	50	50	52	46	47	50	59	61	65

 Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional
 Elaboração própria

* Inclui municípios afetados; ** Fundo Especial do Petróleo não é contabilizado; *** Inclui os royalties de Itaipu

A contagem dos municípios beneficiários e as intersecções enseja outra questão relevante: a perenidade dos recebimentos de royalties. Os royalties de recursos hídricos e do petróleo têm fluxo mais estável, no tempo, do que o da mineração. Receberam royalties por pelo menos onze anos, entre 2008 e 2021, 93,7% dos beneficiários de royalties de recursos hídricos, 87,5% dos

que receberam royalties do petróleo, e apenas 50,1% dos que receberam royalties da mineração.

As regras de arrecadação e distribuição dos três tipos de royalties explicam esse fenômeno. No caso de recursos hídricos, por exemplo, o direito ao recebimento está atrelado à geração hidrelétrica da usina que provocou alagamento no município. Usinas hidrelétricas são projetadas para funcionar por décadas e, uma vez iniciada a operação, são raras as interrupções. O caso do petróleo é menos extremo, mas similar. Os poços de petróleo e gás possuem vida útil determinada pelo volume estimado de hidrocarbonetos e de suas cotações no mercado internacional. Uma vez iniciada a extração, há aceleração ou desaceleração das atividades, mas raramente há interrupções e reativações, de modo que a produção de petróleo e gás costuma gerar fluxos regulares de royalties ao longo do tempo.

O caso da mineração é diferente. Segundo o Anuário Mineral Brasileiro Interativo da Agência Nacional de Mineração (ANM)², o Brasil contava, em 2021, com 10.428 minas em operação, das quais 5.565 são classificadas como de porte micro e 231 de grande porte, e o porte do empreendimento é muito influenciado pelos inúmeros tipos de minérios explorados. Essa multiplicidade de substâncias cria diversas situações possíveis: múltiplas escalas de operação; múltiplos minerais extraídos no mesmo município; múltiplos horizontes de esgotamento das jazidas; minas operadas por multinacionais e empresas familiares etc. Essas situações implicam irregularidade nos fluxos dos royalties da mineração.

2.2 A macro e a microeconomia dos royalties

Os royalties têm baixa relevância do ponto de vista macroeconômico. Em 2008, a soma dos três royalties representou 1,9% da receita total de todos os municípios brasileiros, e, em 2021, esse número chegou a 2,5%; a média do período foi de 1,7%. Diante dos grandes fluxos de receitas que chegam aos municípios, como o FPM e a distribuição do ICMS, os royalties não se destacam. Contudo, os royalties são relevantes no conjunto dos municípios recebedores, ainda que a distribuição dos recursos seja bastante desigual. As Tabelas 2, 3 e 4, em sequência, apresentam a perspectiva microeconômica em três formas, respectivamente: nível absoluto, em proporção da receita total e em termos per capita.

² Link para acessar o Anuário, <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTRkNjI3MWEtMGI3My00Z-TgzLWIyN2YtMzNjNDhjNTViM2Q2IiwidCI6ImEzMDgzZTIxLTc0OWItNDUzNC05YWZhLTU0Y2MzMT-g4OTdiOCJ9&pageName=ReportSection8ade98fc00b628f1766f> (acessado em 16/10/2023).

Tabela 2 - Os 20 maiores recebedores de royalties em números absolutos em 2021 por recurso natural

Em milhões de Reais, deflacionados pelo IPCA (base: out/2022 = 100)

Petróleo*			Minérios**			Hídrico***		
Município	UF	Valor	Município	UF	Valor	Município	UF	Valor
Marica	RJ	2.882,54	Parauapebas	PA	1.628,86	Santa Helena	PR	161,00
Niteroi	RJ	2.071,24	Canaa Dos Carajas	PA	1.221,79	Foz Do Iguacu	PR	123,21
Macaé	RJ	1.070,85	Conceicao Do Mato Dentro	MG	425,84	Porto Velho	RO	112,16
Saquarema	RJ	910,38	Congonhas	MG	365,20	Itaipulandia	PR	109,71
Campos Dos Goytacazes	RJ	644,49	Itabirito	MG	344,36	Sao Miguel Do Iguacu	PR	55,49
Ilhabela	SP	576,13	Mariana	MG	257,78	Guaira	PR	53,00
Rio De Janeiro	RJ	536,58	Itabira	MG	248,64	Altamira	PA	46,90
Cabo Frio	RJ	341,17	Nova Lima	MG	217,98	Vitoria Do Xingu	PA	45,36
Presidente Kennedy	ES	299,21	Sao Goncalo Do Rio Abaixo	MG	214,38	Novo Repartimento	PA	37,52
Marataizes	ES	270,97	Maraba	PA	173,17	Marechal Candido Rondon	PR	31,83
Armacao Dos Buzios	RJ	259,28	Belo Vale	MG	154,21	Pato Bragado	PR	28,73
Quissama	RJ	251,75	Itatiaiuçu	MG	153,46	Santa Terezinha De Itaipu	PR	25,58
Itapemirim	ES	246,73	Sao Luis	MA	125,34	Missal	PR	24,46
Rio Das Ostras	RJ	208,79	Brumadinho	MG	110,87	Paranaíta	MT	24,24
Angra Dos Reis	RJ	206,45	Mazagao	AP	66,65	Tucuruí	PA	20,14
Sao Joao Da Barra	RJ	194,85	Acailandia	MA	65,71	Entre Rios Do Oeste	PR	20,08
Arraial Do Cabo	RJ	167,25	Paracatu	MG	56,68	Niquelandia	GO	18,89
Paraty	RJ	156,08	Alto Alegre Do Pindare	MA	48,86	Goianesia Do Para	PA	14,22
Araruama	RJ	150,80	Curionopolis	PA	45,56	Caninde De Sao Francisco	SE	12,01
Sao Sebastiao	SP	148,06	Itaituba	PA	43,40	Mercedes	PR	11,79
Soma de todos municípios		17.822,70	Soma de todos municípios		7.877,99	Soma de todos municípios		1.820,19
Quantidade de municípios		933	Quantidade de municípios		3.064	Quantidade de municípios		739
Participação dos 20 primeiros		65,0%	Participação dos 20 primeiros		75,8%	Participação dos 20 primeiros		53,6%

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional

Elaboração própria

* Fundo Especial do Petróleo não é contabilizado; ** Inclui municípios afetados; *** Inclui os royalties de Itaipu

A Tabela 2 apresenta os vinte maiores recebedores de cada tipo de royalty, no ano de 2021, em termos absolutos; eles respondem por uma parcela desproporcional dos recursos distribuídos: 65% de todo o royalty do petróleo, 75,8% de todo royalty dos minérios e 53,6% dos royalties de recursos hídricos. A distribuição estatística desses recursos é bastante assimétrica, com a maioria dos municípios recebendo recursos em volumes insignificantes.

A Tabela 3 apresenta os vinte municípios cujos royalties ocupam as mais altas fatias da receita total municipal. A distribuição dessa variável relativa também é assimétrica, com uma vasta quantidade de municípios cujos royalties recebidos representam pouquíssimo da receita total: em metade dos recebedores de royalties do petróleo esses recursos chegam a no máximo 0,33% da receita total; essa fatia é de 0,2% no caso dos royalties da mineração e de 0,83% no caso de recursos hídricos.

Tabela 3 - Os 20 maiores recebedores de royalties em proporção da receita total em 2021 por recurso natural

Petróleo*			Minérios**			Hídrico***		
Município	UF	Valor	Município	UF	Valor	Município	UF	Valor
Ilhabela	SP	67,66%	Conceicao Do Mato Dentro	MG	71,02%	Itaipulandia	PR	63,30%
Presidente Kennedy	ES	67,55%	Belo Vale	MG	70,37%	Santa Helena	PR	53,75%
Marica	RJ	64,02%	Canaa Dos Carajas	PA	68,08%	Pato Bragado	PR	44,45%
Marataizes	ES	63,88%	Itatiaiuçu	MG	57,29%	Entre Rios Do Oeste	PR	34,09%
Saquarema	RJ	62,13%	Crixas	GO	53,99%	Sao Miguel Do Iguacu	PR	30,53%
Quissama	RJ	52,82%	Parauapebas	PA	52,22%	Missal	PR	28,30%
Itapemirim	ES	48,62%	Mazagao	AP	48,78%	Guaira	PR	28,26%
Arraial Do Cabo	RJ	45,69%	Itabirito	MG	45,71%	Paranaita	MT	26,50%
Armacao Dos Buzios	RJ	44,93%	Sao Goncalo Do Rio Abaixo	MG	45,34%	Mercedes	PR	23,53%
Carapebus	RJ	42,96%	Congonhas	MG	42,58%	Santa Terezinha De Itaipu	PR	21,17%
Guararema	SP	42,75%	Mariana	MG	41,99%	Vitoria Do Xingu	PA	21,12%
Niteroi	RJ	41,19%	Sao Pedro Da Agua Branca	MA	40,04%	Tres Ranchos	GO	18,83%
Rio Das Flores	RJ	41,18%	Catas Altas	MG	35,47%	Campinacu	GO	18,44%
Alto Do Rodrigues	RN	40,95%	Cidelandia	MA	35,14%	Grupiara	MG	17,85%
Tibau	RN	40,78%	Vila Nova Dos Martirios	MA	29,08%	Porto Grande	AP	17,74%
Paraty	RJ	36,90%	Alto Alegre Do Pindare	MA	28,74%	Gloria	BA	16,65%
Iguaba Grande	RJ	36,67%	Bom Jesus Do Tocantins	PA	27,77%	Novo Repartimento	PA	15,32%
Queluzito	MG	33,83%	Alto Horizonte	GO	27,36%	Diamante D'Oeste	PR	14,92%
General Maynard	SE	33,62%	Itabira	MG	26,02%	Cascalho Rico	MG	14,63%
Ilha Comprida	SP	33,22%	Bacabeira	MA	25,50%	Douradoquara	MG	13,37%
Quantidade de municípios****		919	Quantidade de municípios****		3.035	Quantidade de municípios****		730
Valor médio		5,09%	Valor médio		0,84%	Valor médio		2,38%
Valor mediano		0,33%	Valor mediano		0,02%	Valor mediano		0,83%
9º decil		16,69%	9º decil		0,86%	9º decil		5,59%

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional

Elaboração própria

* Fundo Especial do Petróleo não é contabilizado; ** Inclui municípios afetados; *** Inclui os royalties de Itaipu

A Tabela 4 apresenta os vinte maiores recebedores de royalties, por tipo de recurso natural, em termos per capita, e sua distribuição é similarmente assimétrica. Dos 933 recebedores de royalties do petróleo, a metade recebeu menos de R\$ 15,17 em 2021; dos 3.064 recebedores dos royalties da mineração, a metade recebeu centavos por habitante: até R\$ 0,78; e dos 739 recebedores de royalties de recursos hídricos, a metade recebeu menos de R\$ 46,98.

Um aspecto interessante é o alto nível de correlação entre as formas relativas das Tabelas 3 e 4 em comparação com os recursos em níveis absolutos da Tabela 2. No ano de 2021, a correlação entre a distribuição de royalties per capita e de royalties como proporção da receita total municipal foi de 80% no caso do petróleo, 78% no caso dos minérios e 92% no caso dos recursos hídricos. Essas correlações são bem superiores às correlações dessas distribuições com a distribuição em níveis absolutos.

Os municípios que tendem a ter os maiores valores per capita também tendem a ser os que têm as maiores proporções da receita total. Foz do Iguaçu – PR, por exemplo: é o segundo maior recebedor de royalties por recursos hídricos em 2021, mas sequer aparece entre vinte primeiros das Tabelas 3 e 4; o mesmo ocorre com Cabo Frio-RJ: 8º maior recebedor de royalties do petróleo, não consta nas Tabelas 3 e 4.

Apesar dessa alta correlação, proporção da receita total e receita per capita não são idênticas e seria enganoso intercambiá-las nas análises. Os municípios fluminenses de Macaé e Casimiro de Abreu receberam, em 2021, importâncias absolutas muito distantes: R\$ 1 bilhão contra R\$ 122 milhões; em ambos os casos, os royalties do petróleo representaram 32% da receita total dos municípios, porém, somam R\$ 4 mil per capita em Macaé e R\$ 2.6 mil em Casimiro de Abreu. Exemplos desse tipo são abundantes em todos os anos da série analisada, para todos os royalties.

Tabela 4 - Os 20 maiores recebedores de royalties per capita em 2021 por recurso natural

Em Reais, deflacionados pelo IPCA (base: out/2022 = 100)

Petróleo*			Minérios**			Hídrico***		
Município	UF	Valor	Município	UF	Valor	Município	UF	Valor
Presidente Kennedy	ES	25.484,26	Canaa Dos Carajas	PA	31.245,52	Itaipulandia	PR	9.467,50
Marica	RJ	17.191,94	Conceicao Do Mato Dentro	MG	24.420,37	Santa Helena	PR	5.955,11
Ilhabela	SP	15.917,93	Belo Vale	MG	19.967,53	Pato Bragado	PR	4.992,54
Saquarema	RJ	9.902,07	Sao Goncalo Do Rio Abaixo	MG	19.288,76	Entre Rios Do Oeste	PR	4.317,90
Quissama	RJ	9.858,89	Itatiaiuçu	MG	13.515,81	Grupiara	MG	3.304,86
Armação Dos Buzios	RJ	7.395,23	Parauapebas	PA	7.444,96	Vitoria Do Xingu	PA	2.941,36
Itapemirim	ES	7.058,08	Congonhas	MG	6.540,63	Missal	PR	2.284,63
Marataizes	ES	6.901,99	Itabirito	MG	6.497,78	Paranaita	MT	2.147,00
Rio Das Flores	RJ	5.542,88	Alto Horizonte	GO	5.640,50	Mercedes	PR	2.099,55
Arraial Do Cabo	RJ	5.425,43	Catas Altas	MG	5.467,11	Sao Miguel Do Iguacu	PR	2.003,63
Sao Joao Da Barra	RJ	5.304,69	Mariana	MG	4.169,14	Tres Ranchos	GO	1.828,74
Queluzito	MG	5.106,30	Mazagão	AP	2.966,50	Guaira	PR	1.582,30
Carapebus	RJ	4.736,82	Passa Vinte	MG	2.880,62	Campinacu	GO	1.558,92
Tibau	RN	4.685,47	Brumadinho	MG	2.690,46	Douradoquara	MG	1.548,36
Guararema	SP	4.378,74	Curionópolis	PA	2.564,77	Cascalho Rico	MG	1.511,44
Macaé	RJ	4.023,69	Nova Lima	MG	2.238,54	Santa Terezinha De Itaipu	PR	1.068,93
Niterói	RJ	4.006,41	Sao Pedro Da Agua Branca	MA	2.175,30	Ferreira Gomes	AP	1.014,04
Galinhos	RN	3.688,40	Itabira	MG	2.042,78	Abdon Batista	SC	1.009,83
Paraty	RJ	3.533,20	Antonio Dias	MG	1.974,07	Pinhal Da Serra	RS	980,03
Ilha Comprida	SP	3.413,81	Cidelandia	MA	1.868,72	Jacareacanga	PA	926,50
Quantidade de municípios		933	Quantidade de municípios		3.064	Quantidade de municípios		739
Valor médio		394,13	Valor médio		84,76	Valor médio		175,77
Valor mediano		15,17	Valor mediano		0,78	Valor mediano		46,98
9º decil		982,18	9º decil		38,95	9º decil		360,96

Fonte: Secretaria do Tesouro Nacional e IBGE

Elaboração própria

* Fundo Especial do Petróleo não é contabilizado; ** Inclui municípios afetados; *** Inclui os royalties de Itaipu

A visão per capita dos royalties dos municípios beneficiários passa a real dimensão de sua importância, pois incorpora a discrepância existente entre os níveis de pobreza/riqueza relativa entre os municípios. Para completar a análise dos números per capita é preciso cotejá-los com os valores per capita da receita total municipal, para saber se é muito ou pouco os R\$ 2.6 mil de royalties que Casimiro de Abreu-RJ recebeu em 2021. Nesse ano, a receita total per capita média de todos os municípios brasileiros foi de R\$ 5.252,11; deduzidos os royalties, esse número cai para R\$ 5.162,57. No agregado, os royalties representam pouco – agregam meros R\$ 89,64 reais à média per capita nacional.

É inegável, contudo, que os royalties alteram sobremaneira o potencial econômico de

centenas de municípios brasileiros. Em 2021, quatorze municípios mais do que dobraram sua receita total per capita devido aos royalties e 139 municípios aumentaram sua receita total per capita entre 20% e 100%. Ao se estratificar a distribuição da receita total per capita, com e sem royalties, em quartis, o recebimento dos royalties proporcionou a 183 municípios que subissem para os quartis superiores da distribuição, dos quais 63 estavam abaixo da média nacional e, com os royalties, ficaram acima da média nacional.

3. O IMPACTO DOS ROYALTIES SOBRE AS DECISÕES DE GOVERNOS SUBNACIONAIS: O PROBLEMA DA ENDOGENEIDADE E A ESTRATÉGIA DE IDENTIFICAÇÃO ECONOMÉTRICA

O impacto dos royalties sobre a economia dos municípios é um questionamento natural, pois eles são efetivamente distribuídos aos caixas das prefeituras. Esse possível impacto depende, portanto, das escolhas alocativas, de natureza política, do prefeito. Dito de outro modo, a pergunta “Como as prefeituras gastam os recursos dos royalties?” – uma questão de finanças públicas municipais – precede logicamente a pergunta “Qual o impacto dos royalties sobre os municípios?”. Isso importa porque existe uma literatura sobre governos subnacionais e suas decisões de utilização de transferências federais – que enfatiza o chamado *flypaper effect*. Em conjunto com detalhes institucionais/legais que influenciam a distribuição dos royalties, essa literatura sugere mecanismos claros para a endogeneidade dos royalties.

3.1 Flypaper effect

As decisões dos prefeitos podem ser vistas como casos particulares do “problema geral de política econômica” (PERSSON e TABELLINI, 2002). Nesse modelo, indivíduos atuam como consumidores e eleitores (SAMUELSON, 1954). No primeiro papel, escolhem otimamente a partir de suas preferências sobre bens de consumo privados e públicos (cuja oferta é decidida por políticos). Como eleitores, eles votam de acordo com suas preferências sobre a oferta de bens públicos e tributação. Os políticos decidem a quantidade de bens públicos ofertados e tributos cobrados, sopesando os custos de provisão, suas preferências e a restrição orçamentária do poder público, e as regras eleitorais determinam os vencedores das eleições (DOWNS, 1958).

Embora Samuelson (1954) tivesse em mente as decisões do governo federal, rapidamente

ficou claro (*e.g.* para Tiebout, 1956) que o modelo também poderia ser aplicado para governos locais. Um achado clássico dessa literatura é a constatação de que transferências federais exógenas e sem contrapartidas a governos locais tendem a aumentar os gastos públicos mais do que aumentos equivalentes na renda dos respectivos eleitores (COURANT, GRAMLICH e RUBINFELD; 1979) – o chamado *flypaper effect*. Essas transferências “grudam” nos orçamentos públicos locais como moscas em papéis pega-moscas – por oposição a ensejarem reduções nas cargas tributárias locais, como ocorreria caso fossem entendidas pelos eleitores locais como aumentos das respectivas rendas.

Os royalties são casos clássicos de transferências federais sem contrapartida. Supondo válido o *flypaper effect*, tal como defendido por extensa literatura discutida em Ferreira e Serrano (2022), é de se supor que os royalties essencialmente contribuam para aumentar os gastos municipais.

Neste contexto, cabe ter em mente que a racionalidade econômica do pagamento de royalties tem sua origem no trabalho de Harold Hotelling (1931) que sugeriu que as firmas que exploram recursos minerais realizavam uma maximização de lucros intertemporal, evitando o esgotamento acelerado das jazidas. Essa estratégia é ótima apenas se o produtor for remunerado, no tempo presente, pela não lucratividade que obteria caso explorasse o recurso num modelo competitivo normal (produzindo uma quantidade cujo custo marginal fosse igual ao preço corrente de mercado). A diferença entre o preço praticado na estratégia de Hotelling e o preço praticado numa situação competitiva padrão geraria uma renda excedente que ficou conhecida como “renda de Hotelling”; ela seria o custo de oportunidade intergeracional da exploração de recursos finitos. Hartwick (1977) sugeriu uma regra de administração de longo prazo dessas rendas, redirecionando-as para investimentos de reconversão produtiva, reduzindo gradativamente a dependência econômica dessas atividades e propiciando estabilização no fluxo de renda e bem-estar ao longo do tempo. A “regra de Hartwick” depende da ação do Estado para garantir essa reconversão econômica, pois não se pode esperar que as firmas espontaneamente o façam.

A legislação brasileira é conceitualmente embasada na “regra de Hartwick”. A Lei nº 8.001/91 proíbe aplicação de royalties em pagamentos de dívida e quadro permanente de pessoal (em qualquer ente da Federação); a Lei nº 12.351/2010 criou o Fundo Social a ser financiado com recursos dos royalties do petróleo e estipulou áreas de aplicação obrigatória de seus recursos; a Lei nº 12.858/13 determinou que parcelas dos royalties do petróleo devem ser aplicados nas políticas públicas de saúde e educação; e a Lei nº 13.540/17 (exclusiva para os royalties da mineração), de maneira exótica, não determina, mas sugere, que pelo menos 20% sejam aplica-

dos em políticas públicas de reconversão produtiva.

3.2 O problema da endogeneidade

A prefeitura brasileira, portanto, precisa obedecer a certas regras para gastar os royalties, mas poderia ela influenciar sua arrecadação? Essas transferências podem de fato ser classificadas como exógenas? Detalhes da legislação sugerem que condições econômicas, políticas e institucionais locais podem condicionar essas transferências – afastando a possibilidade de exogeneidade.

É sabido que os mercados dessas três classes de recursos naturais são pesadamente regulados pela União e que Estados e, sobretudo municípios, possuem competência no máximo residual para legislar sobre essas matérias. No setor mineral e de petróleo as empresas dependem de autorização da União para prospectar anomalias geológicas. No setor elétrico até mesmo os estudos de inventário hidrelétrico para aferição de potencial elétrico fluvial dependem de aprovação da União. Outra questão importante para discussão sobre a exogeneidade dos royalties é a rigidez locacional desses setores. Diferentemente da maior parte das atividades econômicas, em que a localização do empreendimento faz parte do contexto decisório da firma, esse não é o caso desses três setores, por motivos óbvios.

Apesar disso, existem detalhes importantes que sugerem que o recebimento de royalties pode ser um fenômeno endógeno ao contexto municipal. No caso do petróleo offshore, a endogeneidade potencial está na regra de distribuição de royalties. O Capítulo IV do Decreto nº 01/91 determina percentuais de distribuição aos municípios em respeito ao conceito de zona geoeconômica, que é dividida em três: i) zona de produção principal, ii) zona de produção secundária, e iii) zona limítrofe. A primeira é composta por municípios “confrontantes” e aqueles “(...) onde estiverem localizadas 3 (três) ou mais instalações (...) industriais para processamento, tratamento, armazenamento e escoamento do petróleo (...)” e “(...) instalações relacionadas às atividades de apoio à exploração, produção e ao escoamento (...)”. A segunda zona é composta por municípios em que residam “(...) estações de compressão e bombeio, ligados diretamente ao escoamento da produção(...)”.

O mesmo Decreto determina que 60% dos royalties devidos aos municípios serão distribuídos àqueles da zona de produção principal, “(...) assegurando-se ao Município que concentrar as instalações industriais para processamento, tratamento, armazenamento e escoamento de petróleo e gás natural, 1/3 (um terço) da cota(...)” e “(...) 10% (dez por cento) aos Municí-

pios integrantes de produção secundária (...)”.

Esse conjunto de instalações de suporte industrial e logístico da extração offshore está posicionado em diversos municípios, sendo improvável que empresas petrolíferas escolham suas localizações de forma aleatória. O posicionamento, em terra, das estruturas que dão suporte às operações, em mar, seguramente leva em consideração não apenas aspectos geográficos, mas também aspectos inerentes às condições locais, incluindo aí a possibilidade da ação deliberada de prefeitos hábeis na prática de lobbys diversos. E, uma vez que os royalties são atrelados a essas instalações, eles também estão parcialmente atrelados a condições locais.

Nos royalties da mineração também há questões que sugerem uma provável endogeneidade. A Lei nº 10.257/01, denominada Estatuto das Cidades, regulamentou a elaboração de Plano Diretor pelos municípios e, nessa seara, é possível que vedações locais interfiram com atividades minerárias. O Estatuto assegura o objetivo de ordenar o funcionamento social da cidade observando a “(...) *distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência (...)*”, a “(...) *proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico (...)*” e a “(...) *audiência do Poder Público municipal e da população interessada nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente natural ou construído (...)*”.

São muitos os casos ao longo dos anos em que prefeituras e empresas mineradoras se enfrentaram na justiça³ por questões ambientais em diversos casos⁴. Municípios não podem legislar sobre questões minerais, mas outras competências de alçada municipal interferem diretamente no setor e, portanto, no fluxo de royalties distribuídos a eles⁵.

Em 2017, a Lei que criou a ANM, apontou que “*As competências de fiscalização das atividades de mineração e da arrecadação da (...) (CFEM) poderão ser exercidas por meio de convênio com (...) os Municípios (...) conforme condições estabelecidas em ato da ANM*”. Essa lei foi regulamentada apenas em 2021, pela Resolução ANM nº 71/21, com objetivo de ampliar a ação fiscalizatória da Agência se valendo da estrutura burocrática dos demais entes federados. Com efeitos apenas futuros, certamente constituirá elemento de endogeneidade nos volumes de royalties da mineração a serem distribuídos.

3 <https://gauchazh.clicrbs.com.br/noticia/2013/06/justica-proibe-extracao-de-areia-em-viamao-cj5v8yg-tk01odxbj0miwcj0mm.html> (acessado em 16/10/2023).

4 <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2013/05/justica-proibe-tres-empresas-de-extrair-areia-do-rio-jacui-no-rs.html> (acessado em 16/10/2023).

5 <https://www.amig.org.br/eventos/iii-1/municipios-tem-autonomia-para-regular-atividade-mineraria-em-seu-territorio> (acessado em 16/10/2023).

Finalmente, a endogeneidade das transferências de royalties aos municípios no setor hidrelétrico está colocada pela existência dos Comitês de Bacia Hidrográfica e sua influência sobre o setor (Lei das Águas, nº 9.433/97). Esses Comitês são compostos por representantes do poder público, da sociedade civil e usuários diretos dos recursos hídricos – as prefeituras participam desses Comitês (inciso III do Artigo 39 da Lei das Águas). A atribuição central dos Comitês é aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, que é o instrumento de orientação do uso da água em suas diversas finalidades. As bacias hidrográficas perpassam inúmeros municípios em todo o país e as possibilidades de influenciar a localização de usinas hidrelétricas e, portanto, o fluxo de royalties, são óbvias.

3.3 A endogeneidade como problema econométrico: a estratégia de identificação

Todas as questões elencadas têm repercussão prática sobre as estratégias empíricas que para investigação do efeito dos royalties sobre as finanças públicas municipais: essas possíveis endogeneidades são de difícil identificação. Como discutido mais à frente, a estratégia econométrica utilizada neste texto usa instrumentos inspirados em Bartik (1991), aplicados a duas equações que pretendem descrever a conduta fiscal das prefeituras brasileiras: uma para medir o impacto dos royalties sobre o esforço arrecadatório local, e outra sobre as despesas municipais (gasto com pessoal com vínculo ativo com a prefeitura, os gastos com as funções de saúde e educação, e investimento). O primeiro modelo, de arrecadação, é o seguinte:

$$Trib_local_{it} = RT_deduzida_{it} + Royalties_{it} + RPPS_{it} + PIB_{it} + POP_{it} + UF_i + Anos_t + u_{it} \quad (1)$$

$Trib_local_{it}$ é a arrecadação per capita de tributos municipais; $RT_deduzida_{it}$ é a receita total municipal per capita deduzida dos tributos locais e dos royalties; $Royalties_{it}$ é o conjunto dos três royalties per capita apresentados separadamente; $RPPS_{it}$ são duas variáveis dummies para a presença de Regime Próprio de Previdência Social para o funcionalismo⁶; PIB_{it} é o conjunto de três variáveis do PIB municipal per capita: agropecuária, indústria e comércio e serviços; POP_{it} é a população do município; UF_i é um conjunto de 25 *dummies* para todas os Estados; $Anos_t$ é um conjunto de variáveis *dummy*, uma para cada ano da série, sendo 2008 o ano de referência; u_{it} é o termo de erro; os subscritos *it* indicam o indivíduo *i* no ano *t*. A equação (1), portanto,

6 Uma das *dummies* indica a presença de regime próprio ativo e aberto a novos mutuários, e a outra indica a presença de regime próprio ativo, porém fechado a novos mutuários; o grupo de referência é não possuir RPPS de nenhuma forma.

apresenta o problema arrecadatário do município.

O segundo modelo, de despesas municipais, é o seguinte:

$$Y_{it} = RT_deduzida_{it} + Trib_local_{it} + Royalties_{it} + RPPS_{it} + POP_{it} + UF_i + Anos_t + u_{it} \quad (2)$$

Y_{it} são quatro variáveis distintas em bases per capita: i) despesas com pessoal com vínculo ativo; ii) despesa com saúde; iii) despesa com educação; e iv) despesa com investimento. As demais variáveis são exatamente as mesmas. Tomados em conjunto, os modelos (1) e (2) resumem as decisões da prefeitura: ela reúne e administra a totalidade de suas receitas em um contexto institucional específico, diante de uma população de determinada dimensão, e então decide sua alocação entre diversas despesas de acordo com as preferências do prefeito.

As variáveis de RPPS funcionariam como indicadores de contexto institucional uma vez que a administração de um regime próprio de previdência é intrinsecamente complexa e um determinante potencial da saúde fiscal municipal no longo prazo. As variáveis de população e do PIB municipal controlam o porte do município e as bases de incidência da tributação local. Finalmente, a presença do conjunto de *dummies* anuais apenas segue orientação da literatura para que tendências temporais não sejam incorretamente deslocadas às outras variáveis do modelo

Em nenhum dos modelos estão presentes variáveis que controlem adequadamente as possíveis endogeneidades da distribuição dos royalties. A solução econométrica para lidar com o problema da endogeneidade, nesse caso, é a variável instrumental estimada por mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E).

3.4 A identificação de efeitos heterogêneos dos grandes beneficiários

O Capítulo 2 ressaltou o caráter assimétrico da distribuição dos royalties entre os municípios. Adicionalmente aos modelos (1) e (2), portanto, foram estimadas equações para investigar efeitos heterogêneos causados pelos volumes discrepantes de royalties distribuídos. Para esse propósito foram criadas três variáveis *dummies*: elite_minério = 1, se município que recebe royalty da mineração estiver acima do percentil 95 dessa distribuição; caso contrário = 0; elite_petróleo = 1, se município que recebe royalty do petróleo estiver acima do percentil 90 dessa distribuição; caso contrário = 0; elite_hídrico = 1, se município que recebe royalty de recursos hídricos estiver acima do percentil 90 dessa distribuição; caso contrário = 0. Os modelos estruturais (1) e (2) foram então modificados para incorporar essas variáveis, da seguinte maneira:

$$Trib_local_{it} = RT_deduzida_{it} + Royalties_{it} + Royalties_{it} * Dummies_elite_{it} + RPPS_{it} + PIB_{it} + POP_{it} + UF_i + Anos_t \quad (1^*)$$

$$Y_{it} = RT_deduzida_{it} + Trib_local_{it} + Royalties_{it} + Royalties_{it} * Dummie_elite_{it} + RPPS_{it} + POP_{it} + UF_i + Anos_t \quad (2^*)$$

A diferenciação dos percentis na construção das *dummies* cumpre o objetivo de atenuar a discrepância da quantidade de municípios capturados pela construção das variáveis *dummy* em virtude da elevada diferença entre recebedores dos royalties da mineração e os outros dois.

3.5 Variável instrumental do tipo Bartik, ou *shift-share instrument*

A literatura técnica é clara quanto ao uso apropriado de variáveis instrumentais para lidar com problemas de endogeneidade. Na presença de uma variável suspeita de endogeneidade, uma outra variável pode funcionar como um adequado instrumento (digamos, z) se atender a duas condições: i) z precisa ser correlacionada com a variável suspeita de endogeneidade, ou seja $Cov(z,x) \neq 0$; e ii) z não pode ser correlacionada com fatores não observados que afetem a variável y , ou seja $Cov(z,u) = 0$ – essa é chamada de “condição de exclusão” (ANGRIEST e PISCHKE, 2009).

A primeira condição pode ser testada pela estimação do primeiro estágio e a verificação do nível de correlação e sua significância estatística. A segunda condição, contudo, não pode ser verificada, pois o termo de erro u é não observável, o que exige sempre uma defesa conceitual e teórica da observância da condição de exclusão. Uma vez feita a defesa teórica e condicional do instrumento, a condição de exclusão, na prática, significa que o instrumento – variável z – apenas exerce influência sobre a variável y condicional às demais covariadas, por meio da estimação do primeiro estágio (ANGRIEST e PISCHKE, 2009).

Contudo, encontrar variáveis instrumentais é um desafio não trivial. Em 1991 o economista Timothy J. Bartik sugeriu que o tradicional método *shift-share* poderia originar um instrumento para a demanda de trabalho em diversas localidades nos EUA. Ele utilizou as proporções de cada setor econômico no emprego total de cada localidade (*shares*) interagindo com as taxas nacionais de crescimento do nível do emprego de cada um desses setores econômicos (*shifts*) como instrumento para o nível de emprego local para mensurar o seu impacto na demanda por trabalho. Mais recentemente, alguns artigos se dedicaram a esmiuçar o funcionamento dessa

técnica, apontando suas limitações, descrevendo seus possíveis mecanismos de funcionamento e eventuais testes auxiliares para corroborar seu uso (GOLDSMITH-PINKHAM et al, 2019; BORUSYAK et al, 2020; MONTANÍA et al, 2020; BREUER, 2021; FERRI, 2022).

Messias (2017) sugeriu uma variável instrumental para o caso isolado dos royalties da mineração no Brasil. A autora fixou, em 2005, as proporções de cada município no total nacional dos royalties transferidos e as interagiu com um índice de preço por ela construído. Como apontado pela autora, esse instrumento sofre por não considerar variações de produção física ao longo dos anos e, ao deixar fixo o componente *share* no ano de 2005, não incorpora municípios que futuramente ingressaram nessa atividade econômica. A autora argumenta que os preços internacionais das commodities minerais são exógenas ao contexto municipal – esse raciocínio é diretamente aplicável ao caso das cotações do petróleo e gás e das tarifas da geração hidrelétrica. Funcionando como elemento *shift*, contudo, os preços sofrem com a não variabilidade *cross-section* e, portanto, dependem da interação com o *share* para fazer valer seu efeito.

Brown *et al* (2019) utilizam um instrumento inspirado em Bartik para medir o impacto dos royalties do petróleo na renda de condados americanos. O instrumento consiste em royalties defasados de cada localidade como elemento *share* e uma medida de choque exógeno como elemento *shift* – a defasagem serviu para atenuar o caráter endógeno da variável contemporânea. Esse choque seria a primeira diferença do volume físico de produção em cada condado entre um período e o período seguinte. Cientes de que a produção local é possivelmente endógena, os autores substituíram a primeira diferença da produção local por uma medida de primeira diferença da produção de todos os condados deduzidos da produção de cada localidade, retirando, assim, qualquer especificidade local no elemento *shift* atribuído a ela.

O uso dessa estratégia de deslocalização foi compilado por Ferri (2022) e apontado como o mais forte e distinto aspecto de exogeneidade da técnica. Diversos autores utilizaram essa estratégia, inclusive o próprio Bartik, de maneira que a deslocalização poderia ser geográfica – eliminando o componente individual da formulação *shift* – ou temporal – criando defasagens temporais significativas na formulação *share*.

3.6 Um instrumento inspirado em Bartik para royalties no Brasil

Esse trabalho sugere um instrumento inspirado na literatura iniciada por Bartik. Note-se inicialmente que o elemento *share* de instrumento inspirado em Bartik para o caso dos royalties seria suspeito de endogeneidade, já que ele não passaria de um reescalonamento proporcional

do valor original da produção. Por outro lado, a fixação do elemento share, numa estratégia de deslocalização temporal, aos moldes praticados por Messias (2017), incorreria nas mesmas limitações apontados pela autora. Por fim, o elemento *shift* provável – as cotações e tarifas – não tem variabilidade *cross-section*, e, portanto, não serve como instrumento. Sugere-se como instrumento, então, para os royalties do petróleo e dos minérios, a média simples da produção nacional per capita deslocalizada de cada município (ou seja, um *shift* deslocalizado), da seguinte maneira: Seja

$$\theta_{it} = \frac{P_t C_t Q_{it}}{Pop_{it}}, \quad i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T \quad (3)$$

a produção per capita do município i no tempo t . Logo, o instrumento do i -ésimo município é dado por

$$VI_{it} = \frac{1}{n-1} (\theta_{1t} + \dots + \theta_{i-1,t} + \theta_{i+1,t} \dots + \theta_{nt}) = \frac{1}{n-1} \sum_{j:j \neq i} \theta_{jt} \quad (4)$$

VI_{it} é o instrumento atribuído ao município i no período t ; P_t é a cotação internacional da commodity no período t ; C_t é a taxa de câmbio média no período t ; Q_{it} é a produção do município i no período t ; Pop_{it} é a população do município i no período t ; n são os municípios produtores de petróleo ou minério de ferro; i é o município produtor de petróleo ou minério de ferro deslocalizado para o qual será atribuído o instrumento. O numerador da fórmula do instrumento atribuído ao município i indica a soma da produção per capita de todos os municípios produtores, menos a produção per capita do próprio município i .

É idêntica a fórmula da variável instrumental para os royalties da energia hidrelétrica, mas ela possui um elemento mais radical de deslocalização ao excluir todas as usinas que afetam um determinado município. Seja

$$\theta_{it}^k = \frac{P_t Q_{it}^k}{Pop_{it}}, \quad i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T, k = 1, \dots, K \quad (5)$$

a produção per capita do município i no tempo t advindo da usina k , em que Q_{it}^k é a quantidade produzida do respectivo município no tempo t associado a usina k . Seja $U \in \{1, \dots, K\}$ o conjunto de usinas cujos reservatórios não banham o município i , e $N_U \in \{1, \dots, n\}$ o conjunto de municípios associados a U . Então, o instrumento hidro do i -ésimo município é dado por

$$VI_{it} = \frac{1}{m_t} \sum_{k:k \in U, j:j \in N_U} \theta_{jt}^k \quad (6)$$

Em que

$$m_t = \sum_{k:k \in U, j:j \in N_U} 1$$

é o número total de entradas associadas aos conjuntos U e N_U no tempo t .

A produção econômica dos três setores depende de fatores locais e não locais. Questões locais são idiossincráticas, algumas aleatórias, outras não, distribuídas entre os diversos municípios produtores e fontes prováveis de endogeneidade. O que as fórmulas (4) e (6) fazem, portanto, é construir uma *proxy* da produção de cada localidade i a partir do comportamento médio da produção nacional, excluindo i . Essa *proxy* extingue qualquer elemento idiossincrático pela deslocalização geográfica, e funciona como instrumento porque cumpre os dois requisitos mencionados: i) ela é correlacionada com o royalty local, por se tratar de uma *proxy* do seu fato gerador, ou seja, $Cov(VI_{it}, Royalties_{it}) \neq 0$; e ii) ela é não correlacionada com fatores não observados que afetam variáveis y locais, pois a deslocalização expurga o elemento idiossincrático, ou seja, $Cov(VI_{it}, u_{it}) = 0$.

A validade conceitual do instrumento proposto, portanto, deriva do entendimento de que todas as localidades produtoras são fortemente vinculadas ao comportamento médio do conjunto delas, estando todas sob forte influência de vetores unificados originários de contextos mercadológicos que escapam ao domínio local.

4. FONTES DE DADOS E PROTOCOLO ECONOMETRICO

4.1 Fontes de dados e informações

O conjunto de dados utilizados provém de diversas fontes, da seguinte maneira: do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) provém as estimativas populacionais e as informações do PIB municipal, segmentadas setorialmente; da STN provém os dados de receitas (incluindo os royalties) e despesas municipais; da ANM, a produção mineral bruta e beneficiada para todos os municípios brasileiros; da Agência Nacional do Petróleo (ANP), os dados de produção de petróleo e gás onshore e offshore, e os coeficientes de rateio dos royalties dos

municípios confrontantes; da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) vieram os dados de geração de energia elétrica por usina hidrelétrica e os coeficientes de distribuição decorrentes alagamento dos municípios afetados. Os preços e deflatores utilizados vieram do Banco Mundial, da ANEEL e do IBGE.

4.2 O protocolo econométrico

As estimações foram realizadas combinando a técnica de variável instrumental (MQ2E) com efeitos fixos (EF) para dados em painel, com forma funcional Log-Log. Foram realizados os testes F (GREENE, 2012, pág. 403) e Hausman (GREENE, 2012, pág. 419) para a escolha entre efeitos fixos, aleatórios e *pooled* – estimação por efeitos fixos foi indicada em ambos os testes. Em conformidade com a literatura técnica, foram realizados testes diagnósticos para identificação de possíveis violações na estimação por EF: os testes Durbin-Watson (GREENE, 2012, pág. 963) e Breusch-Godfrey/Wooldridge (GREENE, 2012, pág. 964) indicaram autocorrelação; o teste Breusch-Pagan (GREENE, 2012, pág. 316) indicou heteroscedasticidade; e os testes Breusch-Pagan LM (BREUSCH e PAGAN, 1980) e Pesaran CD (PESARAN, 2004; PESARAN, 2014) indicaram dependência *cross-section*. Para modelos longitudinais que sofram, simultaneamente, dos três problemas, a literatura recomenda que os erros-padrão dos estimadores sejam calculados seguindo técnicas robustas; a opção utilizada foi a técnica Driscoll-Kraay (DRISCOLL e KRAAY, 1998; HOECHLE, 2007).

Foram realizados, finalmente, três testes diagnósticos para presença de variáveis instrumentais fracas e verificação da exogeneidade/endogeneidade das variáveis de interesse. Esses testes indicam a qualidade da variável instrumental e se as estimativas produzidas por MQ2E são preferíveis ou não ao método MQO tradicional. O teste Wu-Hausman (GREENE, 2012, pág. 274), para testar a hipótese de exogeneidade das variáveis de interesse, e os testes Cragg-Donald F (CRAGG e DONALD, 1993) e Wald (ANDREWS *et al*, 2007) para detecção de instrumentos fracos.

4.3 A construção das variáveis instrumentais

A construção da variável instrumental para o caso da exploração mineral seguiu o seguinte roteiro: i) a produção beneficiada de minério de ferro municipal em toneladas foi multiplicada pela cotação anual do minério de ferro, gerando uma estimativa de valor da produção de

minério de ferro beneficiado; ii) esse valor foi convertido em Reais pela taxa de câmbio oficial e deflacionado pelo IPCA (outubro de 2022); iii) o resultado foi submetido à fórmula (4).

Para o caso do petróleo o roteiro foi idêntico: i) o volume físico em m³ da produção de petróleo brasileira foi atribuída aos municípios produtores: i.a) no caso onshore, o site da ANP fornece a produção mensal dos poços produtores terrestres para apuração dos royalties, com identificação do município em que ocorre a produção; i.b) no caso offshore, os coeficientes de rateio foram reequacionados para que a produção física de petróleo de cada Estado fosse distribuída apenas entre os municípios das zonas de produção principal e secundária (os municípios considerados “produtores”, como anteriormente explicado); iii) esses volumes de produção foram multiplicados pela cotação do petróleo gerando uma estimativa de valor da produção de petróleo; iv) esse valor foi convertido em Reais pela taxa de câmbio oficial e então deflacionado pelo IPCA; iii) o resultado foi submetido à fórmula (4).

Finalmente, a construção do instrumento para a geração de energia hidrelétrica: i) toda a geração de hidroeletricidade em MWh das usinas que devem royalties foi distribuída aos municípios brasileiros de acordo com os respectivos percentuais de participação de cada município no total da área alagada; ii) a geração de energia foi multiplicada pela Tarifa Anual de Referência (TAR) e deflacionada pelo IPCA; iii) o resultado foi submetido à fórmula (6).

Antes dos resultados, convém alguns esclarecimentos sobre os instrumentos utilizados. O minério de ferro⁷ representou 74,2% dos royalties da mineração no período analisado, e o valor da produção bruta (2010 a 2021) foi de R\$ 6,6 bilhões, e a beneficiada foi de R\$ 983,9 bilhões, 149 vezes maior. Dos 92 municípios que, entre 2008 e 2021, arrecadaram royalties pela extração de minério de ferro, apenas 58 o fizeram pela produção beneficiada. Esse conjunto de municípios recebeu 74,4% dos royalties da mineração distribuídos aos municípios entre 2008 e 2021. No ano de 2021, 16 desses 58 estavam entre os 20 maiores recebedores per capita de royalties da mineração no Brasil. Importante destacar que usinas de beneficiamento mineral constituem elemento potencial e adicional de endogeneidade no caso dos royalties dos minérios, pois a localização de usinas de beneficiamento pode gerar royalties locais decorrentes de processos extrativos em outras regiões, pela comercialização de minérios por parte de empresas que possuem minas sem unidades de beneficiamento.

Entre 2008 e 2021 o número de municípios produtores de petróleo onshore no Brasil foi de 98; seguindo a definição de zona de produção primária e secundária, o número de municí-

⁷ Anuário Mineral Brasileiro Interativo, disponível em <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZTRkNj13MWEtMGI3My00ZTgzLWlyN2YtMzNjNDhjNTViM2Q2IiwidCI6ImEzMDgzZTIxLTc0OWItNDUzN-C05YWZlLTU0Y2MzMTg4OTdiOCJ9&pageName=ReportSection8ade98fc00b628f1766f>.

pios na base offshore seria de 84; no total, 165, pois alguns possuem produção dos dois tipos. Esse conjunto respondeu por 84% de todo o royalty do petróleo distribuído aos municípios no período analisado e, no ano de 2021, 16 desses municípios constavam da lista dos 20 maiores recebedores de royalties do petróleo.

5. RESULTADOS ECONOMÉTRICOS

5.1 Resultados econométricos de EF e MQ2E

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados econométricos dos modelos (1) e (2). Os diagnósticos de MQ2E rejeitam a hipótese de instrumentos fracos, sugerindo estimações em primeiro estágio com boa significância estatística; o teste Wu-Hausman sugeriu a presença de endogeneidade apenas no modelo 1; no modelo 2, a sugestão de endogeneidade é rejeitada para os modelos de gasto com pessoal, saúde e educação, restando a equação de investimento numa situação indefinida.

As estimações do modelo esforço arrecadatório mostraram que os efeitos dos royalties sobre a arrecadação são distintos: no caso de recursos hídricos, o modelo evidencia que a arrecadação local cai 0,08% para cada 1% de transferência de royalties aos municípios; no caso do petróleo e da mineração, a transferência dos royalties sugere aumento de arrecadação local de 0,06% e 0,11%, respectivamente (Tabela 5, coluna 1).

Queiroz e Postali (2010) observaram queda de arrecadação do IPTU nos municípios que recebem royalties do petróleo. Estudo de Brasil (2015), sobre os royalties da mineração, encontrou redução na arrecadação do IPTU, mas, ao observar a arrecadação de todos os tributos locais, seus resultados sugerem que os royalties induzem maior esforço arrecadatório – em linha com os achados no presente trabalho. Postali (2015) e Carnicelli e Postali (2014) encontraram evidências de redução do esforço arrecadatório em municípios que recebem royalties do petróleo.

Tabela 5 - Resultados econométricos para estimação dos modelos (1) e (2) pelas técnicas de EF / MQ2E e EF / MQO, com erros-padrão robustos do tipo Driscoll-Kraay

Covariadas	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 2		Modelo 2		Modelo 2	
	Y = Log_Trib_local_pc (1)	EF / MQ2E	Y = Log_Gasto_Pessoal_Ativo_pc (3)	EF / MQO	Y = Log_Gasto_Saúde_pc (5)	EF / MQO	Y = Log_Gasto_Educação_pc (7)	EF / MQO	Y = Log_Investimento_pc (9)	EF / MQO
Log_RT_decluzida_pc	0.4993***(0.0564)	0.5006***(0.0565)	0.1363***(0.0402)	0.1359***(0.0406)	0.2437****(0.0572)	0.2437****(0.0569)	0.2375****(0.0497)	0.2375****(0.0493)	0.6148****(0.1775)	0.6162****(0.1780)
Log_Trib_local_pc	---	---	0.1281****(0.0301)	0.1280****(0.0298)	0.0773****(0.0122)	0.0776****(0.0122)	0.0818****(0.0116)	0.0818****(0.0117)	0.1178****(0.0166)	0.1191****(0.0169)
RPPS_ativo	-0.0728****(0.0160)	-0.0798****(0.0162)	0.0259(0.0350)	0.0250(0.0365)	0.0055(0.0171)	0.0039(0.0178)	-0.0021(0.0199)	-0.0039(0.0200)	-0.0100(0.0432)	-0.0091(0.0433)
RPPS_inativo	-0.1121***(0.0284)	-0.1163***(0.0297)	-0.0140(0.0212)	-0.0153(0.0207)	0.0322(0.0227)	0.0305(0.0230)	0.0324(0.0214)	0.0305(0.0221)	-0.0134(0.0223)	-0.0115(0.0221)
Log_FIB_agro_pc	0.0379(0.0249)	0.0377(0.0262)	---	---	---	---	---	---	---	---
Log_FIB_serv_pc	0.1740****(0.0272)	0.1852****(0.0262)	---	---	---	---	---	---	---	---
Log_FIB_ind_pc	0.0227(0.0181)	0.0372+(0.0183)	---	---	---	---	---	---	---	---
Log_Pop	-0.0139(0.1231)	-0.0056(0.1284)	-0.4460****(0.0824)	-0.4414****(0.0814)	-0.3874****(0.0679)	-0.3843****(0.0695)	-0.2340***(0.0592)	-0.2301***(0.0584)	-0.4405*(0.1699)	-0.4512*(0.1693)
Ano_2009	0.0325****(0.0027)	0.0283****(0.0021)	0.0867****(0.0035)	0.0855****(0.0018)	0.0344****(0.0017)	0.0328****(0.0017)	0.0264****(0.0021)	0.0246****(0.0018)	-0.3920****(0.0064)	-0.3899****(0.0055)
Ano_2010	0.0865****(0.0075)	0.0847****(0.0078)	0.1131****(0.0038)	0.1119****(0.0035)	0.0600****(0.0045)	0.0592****(0.0041)	0.0812****(0.0041)	0.0800****(0.0038)	-0.0086(0.0142)	-0.0053(0.0142)
Ano_2011	0.0987****(0.0093)	0.1013****(0.0099)	0.1948****(0.0071)	0.1936****(0.0058)	0.0932****(0.0087)	0.0935****(0.0087)	0.1319****(0.0082)	0.1317****(0.0079)	-0.0887***(0.0287)	-0.0841*(0.0283)
Ano_2012	0.1056****(0.0123)	0.1114****(0.0129)	0.2624****(0.0097)	0.2612****(0.0077)	0.1598****(0.0119)	0.1606****(0.0123)	0.1980****(0.0117)	0.1981****(0.0116)	0.0430(0.0399)	0.0488(0.0393)
Ano_2013	0.1024****(0.0117)	0.1119****(0.0123)	0.3000****(0.0120)	0.2990****(0.0079)	0.1130****(0.0110)	0.1147****(0.0108)	0.1073****(0.0120)	0.1083****(0.0101)	-0.3699****(0.0357)	-0.3637****(0.0347)
Ano_2014	-0.2081****(0.0154)	-0.1969****(0.0161)	0.3553****(0.0164)	0.3544****(0.0104)	0.3149****(0.0134)	0.3173****(0.0139)	0.2707****(0.0129)	0.2722****(0.0119)	-0.0068(0.0449)	0.0006(0.0438)
Ano_2015	-0.2560****(0.0142)	-0.2481****(0.0149)	0.3311****(0.0163)	0.3294****(0.0111)	0.2533****(0.0118)	0.2546****(0.0120)	0.2434****(0.0114)	0.2434****(0.0104)	-0.3816****(0.0360)	-0.3733****(0.0360)
Ano_2016	-0.4372****(0.0147)	-0.4334****(0.0154)	0.3268****(0.0199)	0.3247****(0.0157)	0.2588****(0.0140)	0.2588****(0.0140)	0.2303****(0.0121)	0.2292****(0.0118)	-0.4897****(0.0389)	-0.4813****(0.0385)
Ano_2017	-0.2713****(0.0150)	-0.2645****(0.0156)	0.3959****(0.0159)	0.3944****(0.0112)	0.2673****(0.0118)	0.2685****(0.0119)	0.2258****(0.0111)	0.2259****(0.0099)	-0.8179****(0.0342)	-0.8101****(0.0334)
Ano_2018	0.1016****(0.0176)	0.1074****(0.0179)	0.3723****(0.0129)	0.3715****(0.0103)	0.3394****(0.0149)	0.3409****(0.0150)	0.2322****(0.0149)	0.2330****(0.0136)	-0.4207****(0.0470)	-0.4152****(0.0466)
Ano_2019	0.1865****(0.0194)	0.2021****(0.0205)	0.1797****(0.0180)	0.1773****(0.0130)	0.3303****(0.0179)	0.3345****(0.0173)	0.2378****(0.0187)	0.2378****(0.0159)	-0.4966****(0.0548)	-0.4852****(0.0536)
Ano_2020	0.2248****(0.0206)	0.2553****(0.0229)	0.4184****(0.0280)	0.4148****(0.0159)	0.4816****(0.0235)	0.4844****(0.0222)	0.1356****(0.0253)	0.1360****(0.0264)	-0.1495+(0.0722)	-0.1316+(0.0696)
Ano_2021	---	---	0.4142****(0.0284)	0.4119****(0.0185)	0.4626****(0.0262)	0.4665****(0.0254)	0.1990****(0.0279)	0.2011****(0.0234)	-0.3724****(0.0822)	-0.3567****(0.0800)
Variáveis de interesse										
Log_Royalties_minério_pc	---	0.0131(0.0158)	---	-0.0074(0.0046)	---	0.0024(0.0036)	---	0.0049(0.0028)	---	0.0290+(0.0135)
Log_Royalties_petróleo_pc	---	0.0081(0.0129)	---	-0.0002(0.0044)	---	0.0105+(0.0051)	---	0.0082+(0.0038)	---	0.0436***(0.0114)
Log_Royalties_hídrico_pc	---	-0.0815****(0.0104)	---	0.0295(0.0230)	---	0.0145(0.0107)	---	0.0134(0.0078)	---	0.0427****(0.0099)
Instrumentos das variáveis de interesse										
Log_Royalties_minério_pc_VI	0.1152****(0.0264)	---	-0.0171(0.0523)	---	0.0095(0.0296)	---	0.0046(0.0352)	---	0.0785(0.0455)	---
Log_Royalties_petróleo_pc_VI	0.0602***(0.0246)	---	0.0190(0.0433)	---	0.0363+(0.0195)	---	0.0380+(0.0178)	---	0.0142(0.0228)	---
Log_Royalties_hídrico_pc_VI	-0.0885****(0.0139)	---	0.0289(0.0245)	---	0.0067(0.0099)	---	0.0126(0.0108)	---	0.0224*(0.0099)	---
Observações	70645	70645	76167	76167	76167	76167	76167	76167	76167	76167
R ² ajustado	0.79	0.79	0.26	0.26	0.26	0.26	0.36	0.36	0.49	0.49
AIC	106597.62	105775.61	184465.29	184454.09	184465.29	184454.09	107613.32	107561.05	164967.66	164830.35
RMSE	0.48	0.47	0.75	0.75	0.75	0.75	0.46	0.46	0.66	0.66
Teste Wu-Hausman (estatística / p-valor)	4.109 / (0.006)	---	0.136 / (0.939)	---	1.062 / (0.364)	---	0.774 / (0.508)	---	2.493 / (0.058)	---
Teste Cragg-Donald F_minério (estatística / p-valor)	247.793 / (0.000)	---	344.075 / (0.000)	---	344.075 / (0.000)	---	344.075 / (0.000)	---	344.075 / (0.000)	---
Teste Cragg-Donald F_petróleo (estatística / p-valor)	1155.522 / (0.000)	---	1096.974 / (0.000)	---	1096.974 / (0.000)	---	1096.974 / (0.000)	---	1096.974 / (0.000)	---
Teste Cragg-Donald F_hídrico (estatística / p-valor)	33023.266 / (0.000)	---	35892.368 / (0.000)	---	35892.368 / (0.000)	---	35892.368 / (0.000)	---	35892.368 / (0.000)	---
Teste Wald_minério (estatística / p-valor)	19.119 / (0.000)	---	18.341 / (0.000)	---	18.341 / (0.000)	---	18.341 / (0.000)	---	18.341 / (0.000)	---
Teste Wald_petróleo (estatística / p-valor)	69.087 / (0.000)	---	80.639 / (0.000)	---	80.639 / (0.000)	---	80.639 / (0.000)	---	80.639 / (0.000)	---
Teste Wald_hídrico (estatística / p-valor)	1138.609 / (0.000)	---	2001.271 / (0.000)	---	2001.271 / (0.000)	---	2001.271 / (0.000)	---	2001.271 / (0.000)	---

*** p-valor < 0,001, ** p-valor < 0,01, * p-valor < 0,05, + p-valor < 0,1
Elaboração própria

Em relação às despesas com as políticas de saúde e educação, há indicação de que apenas os royalties do petróleo são afetados positivamente, no entanto, com uma significância estatística relativamente baixa (p-valor < 0,1), e com elasticidades muito modestas; a cada 1% de aumento desse royalty o gasto com saúde se expande em 0,01%, e, com educação, em 0,008%.

Nessa seara, Barros (2015) encontrou evidências de expansão da despesa com saúde em municípios beneficiários de royalties do petróleo, contudo sem correspondência em melhoria nos indicadores de saúde. Caselli e Michaels (2013) mostram que os royalties do petróleo provocam aumento do gasto público municipal em diversas áreas, inclusive educação e saúde. Monteiro (2015) identificou que os royalties do petróleo promoveram gastos significativamente maiores em relação a municípios vizinhos não recebedores de royalties, enquanto Givisiez e Oliveira (2011) não encontraram evidências de melhorias nos indicadores de educação associados aos royalties do petróleo. Messias (2017), estudando o caso dos royalties da mineração, observou impacto positivo nas despesas com saúde e educação.

Em relação aos investimentos, as estimações indicam que todos os royalties geram impactos positivos (Tabela 5, coluna 10), sendo que os da mineração possuem a menor significân-

cia estatística (p -valor $< 0,1$); as estimativas indicam que 1% de incremento nos royalties da mineração provocaria aumento de 0,03% no investimento; 1% de incremento dos royalties do petróleo e de recursos hídricos, cada um, incrementaria o investimento em 0,04%. A estimação por MQ2E (Tabela 5, coluna 9) sugere que apenas o royalty dos recursos hídricos provoque expansão do investimento. Nesse caso (Tabela 5, coluna 9) apenas os royalties de recursos hídricos impactam os investimentos municipais: 1% de aumento desses royalties aumentaria os investimentos em 0,02%.

Os trabalhos de Leal e Santana (2002), Bregman (2007) e Reis e Santana (2015), investigando o caso dos municípios produtores de petróleo, encontraram evidências de expansão dos investimentos públicos municipais em decorrência do fluxo de royalties. Messias (2017) mostrou que os royalties da mineração estão associados a aumentos do investimento.

Para além do foco das finanças públicas, a literatura tem alguns outros achados do impacto dos royalties sobre a vida econômica dos municípios investigados. Postali (2012) sugere que o recebimento de royalties do petróleo provoca ineficiências administrativas no setor público municipal. Postali e Nishijima (2011, 2013) analisaram a evolução de indicadores sociais em municípios recebedores de royalties do petróleo e encontraram uma mescla de resultados positivos e negativos. Em 2011, foram encontrados impactos negativos dos royalties sobre o emprego e a renda formal dos recebedores, e impacto nulo sobre indicadores de educação e saúde. Em 2013, encontraram uma associação positiva entre o recebimento de royalties do petróleo com resultados positivos em indicadores de acesso à energia elétrica, água encanada e taxa de analfabetismo, em comparação aos municípios que não recebem royalties do petróleo.

Postali (2009) encontrou uma pequena, porém significativa, redução da taxa de crescimento do PIB nos municípios que recebem royalties do petróleo em relação a municípios que não recebem. Tavares *et al* (2021) investigaram novamente o efeito dos royalties sobre a economia dos municípios recebedores – dessa vez, PIB per capita, e não a taxa de crescimento. Usando modelos de econometria espacial, encontraram evidências de que os royalties impactam negativamente o nível de renda per capita dos municípios que recebem e dos vizinhos.

5.2 Efeitos heterogêneos da distribuição dos royalties

De acordo com os testes diagnósticos os modelos estruturais originais, apenas o modelo (1) tem forte suspeita de endogeneidade; no modelo (2) o teste Wu-Hausman é incisivo ao indicar exogeneidade para todas as despesas, mas não tanto para o investimento – ainda assim, ao

nível de significância de 5%, sugere exogeneidade também. A investigação dos efeitos heterogêneos da distribuição dos royalties utilizará apenas a técnica de EF/MQO (Tabela 6).

Na estimação dos modelos (1*) e (2*), as variáveis *dummy* que identificam o grupo dos grandes recebedores de royalties mostraram-se significativas, especialmente nas despesas. No modelo (1*) não há qualquer indicativo de que altos volumes de recebimento de royalties interfiram na arrecadação local de maneira distinta à média geral (Tabela 6, coluna 1). No modelo (1), o teste Wu-Hausman indicou a presença de endogeneidade e, portanto, as variáveis

Tabela 6 - Resultados econométricos para estimação dos modelos (1) e (2) pelas técnicas de EF / MQO com interação com dummies, com erros-padrão robustos do tipo Driscoll-Kraay

Covariadas	Modelo 1*	Modelo 2*	Modelo 2*	Modelo 2*	Modelo 2*
	Y = Log_Trib_local_pc (1) EF / MQO	Y = Log_Gasto_Pessoal_Ativo_pc (2) EF / MQO	Y = Log_Gasto_Saúde_pc (3) EF / MQO	Y = Log_Gasto_Educação_pc (4) EF / MQO	Y = Log_Investimento_pc (5) EF / MQO
Log_RT_deduzida_pc	0.5003***(0.0565)	0.1357**(0.0407)	0.2430***(0.0567)	0.2369***(0.0491)	0.6139**(0.1773)
Log_Trib_local_pc	---	0.1280***(0.0298)	0.0774***(0.0123)	0.0816***(0.0117)	0.1183***(0.0169)
RPPS_ativo	-0.0796***(0.0162)	0.0252(0.0364)	0.0043(0.0178)	-0.0036(0.0199)	-0.0078(0.0435)
RPPS_inativo	-0.1162**(0.0295)	-0.0154(0.0207)	0.0296(0.0233)	0.0298(0.0224)	-0.0150(0.0211)
Log_PIB_agro_pc	0.0377(0.0262)	---	---	---	---
Log_PIB_serv_pc	0.1849***(0.0262)	---	---	---	---
Log_PIB_ind_pc	0.0369+(0.0182)	---	---	---	---
Log_Pop	-0.0029(0.1296)	-0.4410***(0.0812)	-0.3782***(0.0700)	-0.2260**(0.0605)	-0.4348*(0.1691)
Ano_2009	0.0282***(0.0021)	0.0855***(0.0018)	0.0323***(0.0017)	0.0243***(0.0018)	-0.3915***(0.0055)
Ano_2010	0.0848***(0.0078)	0.1122***(0.0035)	0.0592***(0.0041)	0.0802***(0.0037)	-0.0049(0.0142)
Ano_2011	0.1015***(0.0099)	0.1942***(0.0059)	0.0938***(0.0087)	0.1321***(0.0078)	-0.0827*(0.0283)
Ano_2012	0.1116***(0.0129)	0.2619***(0.0079)	0.1609***(0.0123)	0.1986***(0.0115)	0.0507(0.0393)
Ano_2013	0.1120***(0.0124)	0.2998***(0.0081)	0.1149***(0.0108)	0.1088***(0.0100)	-0.3618***(0.0348)
Ano_2014	-0.1968***(0.0161)	0.3553***(0.0107)	0.3177***(0.0140)	0.2729***(0.0120)	0.0033(0.0439)
Ano_2015	-0.2481***(0.0150)	0.3302***(0.0113)	0.2545***(0.0121)	0.2438***(0.0104)	-0.3721***(0.0350)
Ano_2016	-0.4335***(0.0154)	0.3252***(0.0159)	0.2584***(0.0141)	0.2292***(0.0119)	-0.4815***(0.0384)
Ano_2017	-0.2646***(0.0157)	0.3951***(0.0114)	0.2683***(0.0119)	0.2261***(0.0100)	-0.8095***(0.0334)
Ano_2018	0.1074***(0.0180)	0.3720***(0.0105)	0.3410***(0.0150)	0.2333***(0.0136)	-0.4141***(0.0465)
Ano_2019	0.2021***(0.0207)	0.1783***(0.0132)	0.3346***(0.0173)	0.2384***(0.0158)	-0.4834***(0.0536)
Ano_2020	0.2553***(0.0230)	0.4166***(0.0163)	0.4848***(0.0222)	0.1371***(0.0203)	-0.1279+(0.0698)
Ano_2021	---	0.4135***(0.0187)	0.4677***(0.0255)	0.2024***(0.0233)	-0.3520***(0.0802)
Variáveis de interesse					
Log_Royalties_minério_pc	0.0143(0.0166)	-0.0140*(0.0055)	0.0013(0.0050)	0.0007(0.0040)	0.0153(0.0115)
Log_Royalties_petróleo_pc	0.0068(0.0136)	-0.0008(0.0034)	0.0020(0.0054)	0.0022(0.0036)	0.0141(0.0120)
Log_Royalties_hídrico_pc	-0.0857***(0.0098)	0.0294(0.0237)	0.0100(0.0105)	0.0106(0.0079)	0.0362***(0.0089)
Variáveis de interesse - interação dummies					
Log_Royalties_minério_pc * elite_minério	-0.0027(0.0045)	0.0133(0.0092)	0.0021(0.0058)	0.0083(0.0056)	0.0271***(0.0069)
Log_Royalties_petróleo_pc * elite_petróleo	0.0035(0.0031)	0.0018(0.0063)	0.0236***(0.0051)	0.0165***(0.0041)	0.0817***(0.0066)
Log_Royalties_hídrico_pc * elite_hídrico	0.0153(0.0090)	0.0005(0.0079)	0.0149+(0.0077)	0.0094(0.0079)	0.0205***(0.0066)
Observações	70645	76167	76167	76167	76167
R ² ajustado	0.79	0.26	0.42	0.36	0.49
AIC	105775.05	184456.86	123236.19	107544.25	164623.16
RMSE	0.47	0.75	0.50	0.46	0.66

*** p-valor < 0,001; ** p-valor < 0,01; * p-valor < 0,05; + p-valor < 0,1
Elaboração própria

instrumentais eram mais adequadas para capturar o efeito dos royalties sobre o esforço arrecadatório. Os resultados do modelo (1*), portanto, devem ser vistos com cautela diante dos resultados do modelo (1). O recebimento de royalties de recursos hídricos reduz a arrecadação de maneira não heterogênea. A estimativa aponta que 1% de aumento no recebimento desses royalties reduz em 0,08% a arrecadação de tributos locais.

No modelo (2*), municípios recebedores de royalties da mineração apresentam redução do gasto com pessoal (Tabela 6, coluna 2). A introdução das variáveis *dummies* que controlam para grandes volumes de royalties alterou a estimativa do efeito condicional médio para royalties da mineração: a cada 1% de aumento do recebimento desses recursos cai a despesa com

pessoal em 0,01%.

O modelo (2*) sugere que apenas grandes volumes recebidos de royalties do petróleo e de recursos hídricos aumentam os gastos municipais em saúde. Para cada 1% de aumento dos royalties nos grandes recebedores, os gastos em saúde aumentam em 0,02% e 0,01%, respectivamente. Em comparação com os resultados do modelo (2), apresentados na coluna (6) da Tabela 5, pode-se sugerir que o efeito médio geral detectado para os royalties do petróleo está influenciado pelos municípios que recebem grandes volume per capita.

O caso dos gastos em educação é idêntico: o modelo (2*) sugere que apenas grandes volumes de royalties do petróleo provocam aumentos do gasto em educação: para cada 1% de aumento nessa faixa de altos volumes, o gasto em educação aumenta 0,01% (Tabela 6, coluna 3). Em comparação ao modelo (2) – Tabela 5, coluna (8), é possível levantar a hipótese de que o resultado médio geral ali detectado seria, em realidade, uma influência desse segmento de municípios

Finalmente, para o caso dos investimentos (Tabela 6, coluna 5), o modelo (2*) sugere efeitos heterogêneos para os royalties de recursos hídricos: o impacto médio desses recursos sobre o investimento é de 0,03% para cada 1% de aumento; se o município estiver na faixa de altos volumes recebidos, a esse impacto de 0,03% é somado 0,02%, totalizando 0,05%. Para o caso da mineração e do petróleo, o efeito dos royalties parece ocorrer apenas no grupo de altos volumes recebidos: os impactos para elevações de 1% em cada um dos royalties são de 0,02% e 0,08% respectivamente. Em comparação com o modelo (2) – Tabela 5, coluna (10) – há uma sugestão de que aqueles resultados estão influenciados pelo resultado médio do estrato de beneficiários de grandes volumes de royalties da mineração e do petróleo, ao contrário do que ocorre com os royalties de recursos hídricos, que parecem impactar de maneira geral, porém com efeitos adicionais devidos a altos volumes recebidos.

A questão dos efeitos heterogêneos é pouco explorada na literatura. Reis *et al* (2018) estratificaram os municípios em quatro grupos, de acordo com critérios de dependência dos royalties desenhados pelos autores. Em suas estimativas, os gastos com educação e cultura diferiram significativamente entre os grupos, de maneira que os “(...) municípios mais dependentes de royalties, em média, reduzem o peso das despesas com educação e cultura (...)”.

Nishijima *et al* (2020) encontraram efeitos positivo dos royalties do petróleo sobre alguns indicadores de saúde (cobertura vacinal infantil e casos de dengue por habitantes) e de educação (número de matriculados no ensino fundamental e ensino básico para jovens e adultos). Seus resultados, estimados por diferenças-em-diferenças, não encontraram diferenças estatisticamente

significativas ao excluir os 19 maiores recebedores de petróleo no período analisado.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho trata de modo integrado os impactos dos royalties de vários tipos sobre as finanças públicas municipais. Apresenta, ademais, um instrumento inovador e tecnicamente adequado de tratar a questão da endogeneidade nas regressões econométricas com recebimentos de royalties como variável explicativa.

Ao contrário de visões mais pessimistas (*e.g.* CASELLI e MICHAELS, 2013; RODRIGUES e RODRIGUES, 2019; NISHIJIMA *et al*, 2020), os achados deste trabalho se alinham aos de autores que entendem que os impactos dos recebimentos de royalties são múltiplos e potencialmente benignos (*e.g.* POSTALI e NISHIJIMA, 2013). À exceção dos achados que sugerem uma redução do esforço arrecadatário das prefeituras, no caso dos recursos hídricos (um resultado potencialmente negativo), há evidências de que os royalties do petróleo expandem os gastos com saúde, educação (MONTEIRO, 2015) e investimentos (REIS e SANTANA, 2015), além de indicativos de que os royalties da mineração e dos recursos hídricos expandem investimentos (BREGMAN, 2007). Os resultados sugerem, ainda, que os royalties não expandem gastos com pessoal pelas prefeituras (CARNICELLI e POSTALI, 2014).

Outros resultados, que investigaram possíveis heterogeneidades a partir dos grandes volumes de royalties recebidos (NISHIJIMA *et al*, 2020), sugere que os impactos positivos encontrados sejam vinculados ao grupo de grandes recebedores. Apenas no caso dos recursos hídricos a expansão dos investimentos ocorreu de forma geral. Ao controlar para os grandes recebedores, os royalties da mineração estão associados à redução das despesas com pessoal, o que reforça a presença de importantes nuances defendidas neste trabalho e corroborada por resultados selecionados da literatura.

Naturalmente, os impactos sobre as finanças públicas são apenas um subconjunto – conquanto relevante – dos impactos totais dos royalties sobre a gestão pública municipal. Embora válida a crítica, as análises do impacto do recebimento de royalties, por exemplo, sobre os resultados da educação pública (dentre outras variáveis “de política/gestão”) provida pelos municípios pode ser mais bem analisada por etapas (MONTEIRO, 2015). Primeiramente se analisa o impacto dos royalties sobre os gastos municipais e, em seguida, o impacto desses gastos sobre indicadores de resultado. Parece defensável a visão de que “do lado dos insumos”, pelo menos, os royalties não prejudicam a gestão pública municipal. Assim, espera-se a abordagem

e a instrumentalização propostos neste trabalho sejam úteis em estudos posteriores “do lado dos produtos”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWS, Donald W.K. et al. Performance of conditional Wald tests in IV regression with weak instruments. *Journal of Econometrics*, v. 139, n. 1, p. 116-132, jul. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeconom.2006.06.007>.

ANGRIST, Joshua David; PISCHKE, Jörn-Steffen. *Mostly Harmless econometrics: an empiricist's companion*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2009.

BARROS, Delba Machado. *Financiamento, condições de vida e saúde: rendas petrolíferas e desigualdades entre municípios da região Norte Fluminense do estado do Rio de Janeiro*. 2015. 175 f. Tese (Doutorado) - Curso de Saúde Pública, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, RJ, 2015.

BARTIK, Timothy J.. *Who Benefits from State and Local Economic Development Policies?* Kalamazoo, Michigan: W.E. Upjohn Institute for Employment Research, 1991.

BORUSYAK, Kirill et al. Quasi-Experimental Shift-Share Research Designs. *The Review of Economic Studies*, v. 89, n. 1, p. 181-213, 8 jun. 2021. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/restud/rdab030>.

BRASIL, Eric Universo Rodrigues. *O novo código da mineração no Brasil: uma análise econômica da compensação financeira sobre a exploração dos recursos*. 2015. 170 f. Tese (Doutorado) - Curso de Economia, Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2015.

BREGMAN, Daniel. *Formação, distribuição e aplicação de royalties de recursos naturais: o caso do petróleo no Brasil*. 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Economia, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

BREUSCH, T. S.; PAGAN, A. R.. The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics. *The Review of Economic Studies*, v. 47, n. 1, p. 239, jan. 1980. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.2307/2297111>.

BROWN, Jason P. et al. Does Resource Ownership Matter? Oil and Gas Royalties and the Income Effect of Extraction. *Journal of The Association of Environmental and Resource Economists*, v. 6, n. 6, p. 1039-1064, nov. 2019. University of

CARNICELLI, Lauro; POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. Oil windfalls and local fiscal effort: a propensity score analysis. São Paulo: Departamento de Economia, USP, 2014. 17 p. (Working Paper Series N° 2014-03).

CARNICELLI, Lauro; POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. Royalties do Petróleo e Emprego Público nos Municípios Brasileiros. *Estudos Econômicos*, São Paulo, SP, v. 44, n. 3, p. 469-495, jul.-set. de 2014

CASELLI, Francesco; MICHAELS, Guy. Do Oil Windfalls Improve Living Standards? Evidence from Brazil. *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 5, n. 1, p. 208-238, 1 jan. 2013. American Economic Association. <http://dx.doi.org/10.1257/app.5.1.208>.

COURANT, P. N.; GRAMLICH, E. M.; RUBINFELD, D. C. The stimulative effects of intergovernmental grants or why money sticks where it hits, in "Fiscal federalism and grants-in-aid" (Mieszkowski, P. and Oakland, WH, Eds.). *Coupe Papers on Public Economics*, Urban Institute, Washington DC, 1979.

CRAGG, John G.; DONALD, Stephen G.. Testing Identifiability and Specification in Instrumental Variable Models. *Econometric Theory*, v. 9, n. 2, p. 222-240, abr. 1993. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0266466600007519>.

DOWNS, Anthony. An Economic Theory of Political Action in a Democracy. *Journal of Political Economy*, Chicago, Il, v. 65, n. 2, p. 135-150, abr. 1957.

DRISCOLL, John C.; KRAAY, Aart C.. Consistent Covariance Matrix Estimation with Spatially Dependent Panel Data. *Review of Economics and Statistics*, v. 80, n. 4, p. 549-560, nov. 1998. MIT Press - Journals. <http://dx.doi.org/10.1162/003465398557825>.

FARIAS, André Rodrigo. Uso do território e federação brasileira: os casos das compensações

financeiras associadas ao petróleo e gás natural (royalties), recursos minerais (CFEM) e recursos hídricos (CFURH). 2011. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011.

FERRI, Benjamin. Novel Shift-Share Instruments and Their Applications. Boston, Ma: Boston College Department of Economics, 2022. (Boston College Working Papers in Economics nº 1053).

GIVISIEZ, G. H. N.; DE OLIVEIRA, E. L. Royalties do petróleo e educação: análise da eficiência da alocação. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 8, n. 1, 2011. DOI: 10.21713/2358-2332. 2011. v8.234

GOLDSMITH-PINKHAM, Paul et al. Bartik Instruments: what, when, why, and how. *American Economic Review*, v. 110, n. 8, p. 2586-2624, 1 ago. 2020. American Economic Association. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.20181047>.

GREENE, William H.. *Econometric Analysis*. 7. ed. Essex, UK: Pearson Education, 2011. 1232 p

HARTWICK, John M.. Intergenerational Equity and the Investing of Rents from Exhaustible Resources. *The American Economic Review*, v. 67, n. 5, p. 972-974, dez. 1977. <https://www.jstor.org/stable/1828079>.

HOECHLE, Daniel. Robust Standard Errors for Panel Regressions with Cross-Sectional Dependence. *The Stata Journal: Promoting communications on statistics and Stata*, v. 7, n. 3, p. 281-312, set. 2007. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1536867x0700700301>.

HOTELLING, Harold. The Economics of Exhaustible Resources. *Journal of Political Economy*, v. 39, n. 2, p. 137-175, abr. 1931. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/254195>.

LEAL, José Agostinho Anachoreta; SERRA, Rodrigo Valente. Notas sobre os Fundamentos Econômicos da Distribuição Espacial dos Royalties Petrolíferos no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEC, 30., 2002, Nova Friburgo, Rj. Artigo. Nova Friburgo, RJ: Anpec,

2002.

MESSIAS, Lorreine Silva. Choques de receitas e o comportamento dos políticos: evidências a partir dos municípios mineradores no Brasil. 2017. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, SP, 2017.

MONTANÍA, Claudia V. et al. Spatial shift-share analysis: some new developments. *Papers In Regional Science*, v. 100, n. 2, p. 305-325, 8 out. 2020. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/pirs.12575>.

MONTEIRO, Joana. Gasto Público em Educação e Desempenho Escolar. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, RJ, v. 69, n. 4, p. 467-488, 2015. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/0034-7140.20150022>.

NISHIJIMA, Marislei et al. Does the Brazilian policy for oil revenues distribution foster investment in human capital? *Energy Economics*, v. 88, p. 104760, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104760>.

PERSSON, Torsten; TABELLINI, Guido. *Political Economics: Explaining Economic Policy*. Cambridge, MA: MIT Press, 2002. 560 p. (Zeuthen Lectures).

PESARAN, M. Hashem. General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels, 2004. (CESifo Working Paper Series 1229, CESifo).

PESARAN, M. Hashem. Testing Weak Cross-Sectional Dependence in Large Panels. *Econometric Reviews*, v. 34, n. 6-10, p. 1089-1117, 17 dez. 2014. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/07474938.2014.956623>.

POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. Petroleum royalties and regional development in Brazil: the economic growth of recipient towns. *Resources Policy*, v. 34, n. 4, p. 205-213, dez. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2009.03.002>.

POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. Rendas do Petróleo e Ineficiências Administrativas nos

Municípios Brasileiros. 2012. 122 f. Tese para obtenção do título de Livre-Docência em Economia - Curso de Economia, Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2012.

POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. Tax effort and oil royalties in the Brazilian municipalities. *Economia*, v. 16, n. 3, p. 395-405, set. 2015. Emerald. <http://dx.doi.org/10.1016/j.econ.2015.08.001>.

POSTALI, Fernando Antonio Slaibe; NISHIJIMA, Marislei. Distribuição das rendas do petróleo e indicadores de desenvolvimento municipal no Brasil nos anos 2000s. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, v. 41, n. 2, p. 463-485, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-41612011000200010>.

POSTALI, Fernando Antonio Slaibe; NISHIJIMA, Marislei. Oil windfalls in Brazil and their long-run social impacts. *Resources Policy*, v. 38, n. 1, p. 94-101, mar. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2012.10.003>.

QUEIROZ, Carlos Roberto Alves de; POSTALI, Fernando Antonio Slaibe. Rendas do petróleo e eficiência tributária dos municípios brasileiros. *Economia & Tecnologia, Curitiba, Pr*, v. 22, n. 6, p. 147-155, Julho/Setembro de 2010.

REIS, Diego Araujo; SANTANA, José Ricardo. Os efeitos da aplicação dos royalties petrolíferos sobre os investimentos públicos nos municípios brasileiros. *Revista de Administração Pública, Rio de Janeiro, Rj*, v. 49, n. 1, p. 91-118, fev. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0034-76121815>.

REIS, Diego et al. Os efeitos da aplicação dos royalties petrolíferos sobre as despesas de educação e cultura nos municípios brasileiros. *Revista Economia Ensaios*, v. 32, n. 2, p. 69-95, 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/ree-v32n2a2018-3>.

RODRIGUES, Alexandre de Cássio; RODRIGUES, Suzana Braga. Riqueza mineral, instituições fracas e clientelismo: a maldição dos recursos naturais nos governos locais. *Revista de*

Contabilidade e Organizações, São Paulo, SP, v. 13, e153089, 24 maio 2019. Universidade de São Paulo. <http://dx.doi.org/10.11606/issn.1982-6486.rco.2019.153089>.

SAMUELSON, Paul A.. The Pure Theory of Public Expenditure. The Review of Economics and Statistics, v. 36, n. 4, p. 387, Nov. 1954. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/1925895>.

TAVARES, Felipe de Sá et al. Does Oil Dependence Affect Regional Wealth? A Regional Study for the Municipalities of the State of Rio de Janeiro. International Journal of Energy Economics and Policy, v. 11, n. 6, p. 381-391, 5 Nov. 2021. EconJournals. <http://dx.doi.org/10.32479/ijeep.11737>.

TIEBOUT, Charles M.. A Pure Theory of Local Expenditures. Journal Of Political Economy, v. 64, n. 5, p. 416-424, out. 1956. University of Chicago Press. <http://dx.doi.org/10.1086/257839>.