

Efeito Causal da "Lei dos Royalties" do Petróleo na Atenção Básica em Saúde e Externalidades nos Municípios Brasileiros

Área 8 - Microeconomia, Métodos Quantitativos e Finanças

Rômulo Eufrosino de Alencar Rodrigues * Jevuks Matheus de Araújo †

RESUMO

É utilizado o Propensity Score Matching (PSM) unido ao método de Diferença em Diferença (DD) para avaliar a "lei dos royalties" quanto a diversos indicadores de saúde e atividade econômica dos municípios brasileiros afetados, como taxa de imunização de crianças, taxa de mortalidade infantil, número de equipamentos hospitalares, demanda por serviços, despesas do sistema de saúde, Produto Interno Bruto, dentre outros. São encontradas diferenças significativas e robustas entre municípios tratados e controles que resultam em ampliação de serviços primários preventivos e redução de serviços de maior complexidade, dando indícios positivos da lei em ampla maioria das variáveis de interesse estudadas. O aumento do acúmulo do capital humano gerado pela melhoria da saúde proporcionou ao grupo de tratamento um impacto no PIB per capita de cerca de 10% se comparado aos seus contrafactuais, havendo efeito positivo em todos os setores analisados, em especial, no industrial. Adicionalmente, como robustez, foi regredido um modelo de tripla diferença (DDD) indicando que os resultados encontrados são não viesados, ou seja, toda a variação nos estimadores é dada pelo efeito exógeno da intervenção.

Palavras-chave: Royalties do Petróleo; Lei dos Royalties; Saúde; Atenção Básica; Diferença em Diferença.

Classificação JEL: I15; O13; O15; O21; Q32; Q38.

ABSTRACT

The Propensity Score Matching (PSM) combined with the Difference in Difference (DD) method is used to evaluate the "royalty law" in what regards several indicators of health and economic activity in Brazilian municipalities affected by the distribution of royalties, such as rates concerning children immunization and children mortality, the number of hospital equipment, demand for services, health system expenses, Gross Domestic Product, among others. The study found significant and robust differences between treated and controlled municipalities that results in the expansion of primary preventive services and the reduction of more complex services, showing that the law is presenting positive signs in most of the variables of interest that were studied. The increase in human capital that resulted from the improvement in health provided the treatment group with an impact of about 10% on GDP per capita compared to its counterfactuals, with a positive effect in all analyzed sectors, especially in the industrial sector. Additionally, as robustness, a triple difference model (DDD) was regressed, indicating that the findings are unbiased, that is, all the variation in the estimators is given by the exogenous effect of the intervention.

Keywords: Oil Royalties; Royalty Law; Health; Primary Care; Diff-in-Diff.

JEL Classification: I15; O13; O15; O21; Q32; Q38.

*Doutorando em Economia Aplicada pela Universidade Federal da Paraíba - PPGE/UFPB, (romuloeco@outlook.com), (orcid.org/0000-0002-6706-627X).

†Professor Adjunto do Programa de Pós-Graduação em Economia - PPGE/UFPB, (jevuks@gmail.com), (orcid.org/0000-0002-5618-4502)

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da exploração de recursos naturais exauríveis no século passado, como o petróleo, [Hotelling \(1931\)](#) e [Hartwick \(1977\)](#), contribuíram significativamente com as bases do desenvolvimento sustentável. Os autores pontuam a necessidade de investimento de parte da renda dessa exploração, voltando-as à manutenção do bem-estar e à justiça intergeracional, nas conhecidas "*Renda de Hotelling*" que seria uma renda compensatória da exploração diante do esgotamento futuro e a "*Regra de Hartwick*" que mostra que os investimentos dessa renda em capital reprodutível físico e humano tornam o capital da sociedade constante ao longo do tempo. Embora o capital humano não seja diretamente observável, [Benhabib e Spiegel \(1994\)](#) reforçam que sua qualidade e quantidade são fundamentais para a economia. Dentre as variáveis, educação e saúde são tidas como destaque para *proxy* para esse capital. [Becker \(2009\)](#) coloca que a educação é um investimento natural para o capital humano, já a saúde, [Grossman \(1999\)](#) afirma que é um estoque de longo prazo que necessita de investimento para crescer, mas que é depreciável com o tempo.

Os conceitos da "*Renda de Hotelling*" e "*Regra de Hartwick*" são bem estabelecidos, entretanto, diversos países produtores de petróleo e outros recursos naturais encontram problemas em aplicar as receitas provenientes dessa exploração, implicando em graves impactos sociais e econômicos no bem-estar populacional ([SEABRA et al., 2015](#)), como reduzida taxa de crescimento e menor desenvolvimento, se comparado a outros países que não são ricos nessas *commodities*. Alguns exemplos mal sucedidos, de acordo com [Ross \(2013\)](#), são: Venezuela, Colômbia, Gabão, Iraque, Nigéria, Argélia, Angola, Nigéria e Sudão. Em contra ponto, países como os Estados Unidos, Canadá, Austrália, Chile e Noruega, são exemplos de gestão bem sucedida das receitas desses recursos ([POSTALI, 2009](#); [SEABRA et al., 2015](#)). A diferença entre sucesso e fracasso pode ser explicada, segundo [Ploeg \(2011\)](#), devido a qualidade das instituições, as condições da democracia e o canal da taxa de câmbio, que é conhecido como "doença holandesa" ¹ na literatura.

Devido o capital humano ser um componente importante do desenvolvimento e do crescimento econômico e, países terem dificuldades de transformar as receitas alcançadas pela exploração de recursos naturais em melhorias socioeconômicas, esse artigo busca avaliar a Lei N° 12.858/2013 do [Brazil \(2013\)](#), conhecida como "lei dos royalties", que destina recursos provenientes da exploração de petróleo para serem gastos obrigatoriamente em educação e saúde de seus Estados e municípios com base em uma série de critérios ² estabelecidos. Em específico, são estimados efeitos sobre um conjunto de indicadores de saúde municipal como quantidade de gestantes que tiveram consultas pré-natal, taxa de imunização e taxa de mortalidade infantil e da população geral, número de equipamentos, demanda por serviços ambulatoriais e hospitalar, quantidade de leitos, despesas do sistema de saúde, dentre outros. Uma vez melhorada a saúde populacional, são esperados retornos positivos sobre o produto dos municípios que recebem a intervenção, dado o aumento da qualidade e da quantidade de capital humano. Para essa finalidade, usamos métodos que incluem o Propensity Score Matching (PSM) unido ao método de Diferença em Diferença (DD). Como robustez, utilizamos um modelo de Tripla Diferença (DDD).

A "lei dos royalties é bastante recente e é singular no mundo devido sua regulação, necessitando de estudos que contribuam para sua avaliação positiva ou negativa. Entretanto, a Lei N° 9478/1997 do [Brazil \(1997\)](#) vigente a um período considerável, além de aumentar significativamente os royalties destinados aos municípios brasileiros, devido o aumento das alíquotas indenizatórias e da vinculação dessas receitas ao preço internacional do petróleo, foi a primeira a liberar sua aplicação na educação e saúde, embora não obrigatoriamente, uma vez que a educação primária pública e a atenção básica à saúde do Sistema Único de Saúde (SUS) público foram descentralizados para essas unidades com a atual Constituição brasileira de 1988. Anteriormente, essas compensações deviam

¹É a sobrevalorização da moeda interna devido ao grande volume de exportação de recursos naturais, ocasionando perda de competitividade de outros setores da economia em relação ao mercado externo.

²Esses critérios serão discutidos em subseções da metodologia.

ser aplicadas exclusivamente em infraestrutura, ou seja, capital físico.

Nesse contexto, muitos são os estudos que mostram a má gestão dessas receitas com efeitos nulos ou negativos na economia e em indicadores sociais. [Postali \(2009\)](#), [Postali e Nishijima \(2011\)](#), [Givisiez e Oliveira \(2011\)](#), [Carnicelli e Postali \(2012\)](#), [Caselli e Michaels \(2013\)](#), [Cacador e Monte \(2013\)](#), [Vogel \(2021\)](#), são alguns exemplos na literatura que aborda a utilização de royalties no Brasil que apontam redução da atividade econômica, piora no mercado de trabalho formal, redução do esforço social, não afetação ou piora em indicadores de saúde e educação, corrupção, dentre outros. No tocante a educação, [Chan e Karim \(2020\)](#) embora encontrem uma leve melhora na oferta de educação em termos de escolas, funcionários da escola e salas de aula por milhão de habitantes, mostram que há uma redução na taxa de aprovação de alunos e evasão escolar, dado os royalties, em escolas primárias financiadas pelo município. Já para saúde e educação, [Nishijima, Sarti e Canuto \(2020\)](#) encontram que municípios que recebem compensações financeiras investem mais em educação e saúde no longo prazo que os não elegíveis a essa política, entretanto, os resultados são pequenos e não relacionados aos maiores municípios receptores, sugerindo uma aplicação fraca da lei e de longo prazo para promover o crescimento sustentável com base na renda de recursos não renovados. Todos os trabalhos citados tomam como base os royalties da Lei 9478/1997 do [Brasil \(1997\)](#), implicando em grave problema de utilização desses recursos.

De acordo com [Reis e Santana \(2015\)](#), essas indenizações têm uma forte influência nas finanças públicas dos municípios brasileiros, com potencial para serem investidas em condições para o desenvolvimento econômico local. Entretanto, a destinação dos royalties do petróleo nos gastos públicos não é tão nítida quanto seus termos de cobrança e distribuição, havendo pouquíssimos meios norteadores da sua aplicação, proporcionando ampla liberdade na utilização dos recursos. De forma complementar, [Chan e Karim \(2020\)](#) enfatizam que instituições fracas poderiam desviar royalties para as mãos das elites, por exemplo, na forma de corrupção como visto em [Vogel \(2021\)](#), evitando que essas compensações sejam destinadas para provimento de bens públicos, educação, saúde, dentre outros.

Esse cenário de grande exibilidade para os gastos das rendas compensatórias se mantém até 2013, com a promulgação da Lei 12.858/2013 do [Brasil \(2013\)](#). A partir desse ano, foram definidas novas formulações para a destinação dos recursos provenientes do petróleo e gás, entretanto, apenas dos extratos do pré-sal e do restante em mar, direcionando os repasses dos royalties que cabem à União, Estados e Municípios, que são produtores ou afetados pela produção, para a educação e saúde advindos de campos de exploração que tenham firmado seu contrato a partir 3 de dezembro de 2012 e tenham iniciado sua exploração. Essa lei regulamenta a parcela de 75% dos valores para a educação e de 25% para a saúde. Desde sua criação até 2019 (ano base para os valores), foram obtidos cerca de 812 milhões de reais para a saúde e educação, sendo nesse último ano 340 milhões. Entretanto, apenas em 2018 os municípios brasileiros passaram a receber diretamente esses recursos, acumulando 252,43 milhões de reais no período citado.

Devido o afrouxamento dos gastos permitida pela Lei 9478/1997 do [Brasil \(1997\)](#) e sua ineficiência, a "lei dos royalties" pode ser uma alternativa para a mudança na alocação de recursos que gere aumento do estoque de capital humano na forma de educação e saúde. Este trabalho inicia uma nova linha de pesquisa quase que inexplorada econometricamente, avaliando o efeito de causa da intervenção dessa política na população dos municípios brasileiros elegíveis. Ademais, por usar um grande conjunto de variáveis desagregadas do Sistema de Informação Ambulatorial e do Sistema de Informação Hospitalar subdivididas em complexidade de níveis de procedimentos em atenção à saúde básica, média e alta, permite verificar os canais de transmissão diretos da intervenção e suas externalidades, esse último, herdado até então na literatura brasileira. Além do mais, inova com relação a literatura que explora a aplicação de royalties ao trazer uma análise de robustez de tripla diferença, que foi possível devido às características da lei.

O único estudo que até então buscou analisar o efeito causal da lei de 2013 foi o de [Rodrigues et al. \(2020\)](#) usando Variáveis Instrumentais (IV) para os anos de 2012 (pré lei) e 2014 (pós lei), onde

e verificado um pequeno efeito em 2014, mas significativo, na melhoria do índice Firjan de educação dos municípios produtores de petróleo. Não houve efeitos no Firjan de saúde. Diferentemente, este trabalho encontrou fortes evidências positivas para a área da saúde e na economia na ampla maioria das variáveis analisadas nos municípios impactados pela "Lei dos Royalties". O modelo de tripla diferença, que funciona como um placebo, com rma os achados, mostrando que as estimativas não são viesadas. Desse modo, os resultados podem ter validade externa, em especial, para países em desenvolvimento e que enfrentam problemas de reverter esses recursos em bem-estar socioeconômico.

Abm dessa introdução, este artigo está organizado em mais três seções. A segunda apresenta os dados, as formulações da lei, a estratégia empírica e a metodologia. A terceira seção faz uma discussão sobre os principais resultados encontrados e traz a análise de robustez com o modelo de DDD. Por fim, são feitas as considerações finais.

2 METODOLOGIA

2.1 Aspectos da "Lei dos Royalties"

Para melhor compreensão dos possíveis impactos da Lei 12.858, de 9 de Setembro de 2013 e os aspectos da estratégia empírica, alguns trechos da lei são importantes de se destacar:

- ^ A lei destina recursos para a "educação pública, com prioridade para a educação básica, e para a saúde". Como compete aos municípios a atenção básica de saúde, são esperados impactos robustos nas despesas com a atenção básica gerando serviços de melhor qualidade nessa área, desse modo, suprimindo a demanda da população impactada. Devido a saúde básica ter um caráter preventivo, e esperada a redução da demanda por outros serviços de maior complexidade.
- ^ Estão sujeitas a lei as receitas dos órgãos da administração direta da União provenientes dos royalties e da participação especial decorrentes de áreas cuja declaração de comercialidade tenha ocorrido a partir de 3 de dezembro de 2012, relativas a contratos celebrados sob os regimes de concessão, de cessão onerosa e de partilha de produção, quando a lavra ocorrer na plataforma continental, no mar territorial ou zona econômica exclusiva. Ou seja, campos de produção que tem seu contrato anterior a 3 de dezembro de 2012, não estão sujeitos a essa lei.
- ^ Estão sujeitas a lei as receitas dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios provenientes dos royalties e da participação especial, relativas a contratos celebrados a partir de 3 de dezembro de 2012, sob os regimes de concessão, de cessão onerosa e de partilha de produção, quando a lavra ocorrer na plataforma continental, no mar territorial ou zona econômica exclusiva. Desse modo, e seguido de forma similar o que é aplicável a União, entretanto, estados e municípios passaram a receber diretamente esses recursos apenas em 2018, diferentemente da União que os recebe desde de 2013.
- ^ As receitas da União serão distribuídas de forma prioritária aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios que determinarem a aplicação da respectiva parcela de receitas de royalties e de participação especial com a mesma destinação exclusiva para educação e saúde. Logo, essa medida é um incentivo indireto aos entes para aplicação dos royalties de campos de produção anteriores a 3 de dezembro de 2012 nessas áreas sujeitos a Lei 9478/1997 do [Brasil \(1997\)](#).
- ^ União, Estados, Distrito Federal e Municípios aplicarão os recursos no montante de 75% na área de educação e de 25% na área de saúde.
- ^ Os recursos destinados para as áreas de educação e saúde serão aplicados em acréscimo ao mínimo obrigatório previsto na Constituição Federal. Ou seja, de fato esses valores serão

aplicados de forma adicional as despesas de educação e saúde dos entes da federação afetados diretamente pela lei.

- ^ As vedações constantes na Lei Nº.990/1989 do [Brasil \(1989\)](#) não se aplicam a essa lei quanto ao custeio de despesas com manutenção e desenvolvimento do ensino, especialmente na educação básica pública em tempo integral, inclusive as relativas a pagamento de salários e outras verbas de natureza remuneratória a profissionais do magistério em efetivo exercício na rede pública. Desse modo, é esperada a ampliação da quantidade de equipamentos e quantitativo de funcionários na saúde.

2.2 Dados

Esse trabalho busca verificar o efeito da Lei Nº12.858/2013 em variáveis voltadas ao sistema de saúde dos municípios brasileiros que recebem royalties diretamente vinculados a essa lei. Todas as variáveis de interesse relacionadas à saúde para estudo, que totalizam 19, são retiradas do [DATASUS \(2010-2019\)](#) (Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde), com exceção das despesas municipais em saúde relacionadas à atenção básica, retiradas do FINBRA (Finanças do Brasil) vinculado a [STN \(2010-2012\)](#) e [STN \(2013-2019\)](#) (Secretaria de Tesouro Nacional). Ademais, as variáveis da atividade econômica dos municípios ([IBGE, 2010-2019](#)) e sua população ([IBGE, 2010-2019](#)), são achadas no IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

Para indicar o tratamento, ou seja, municípios que recebem diretamente royalties para a saúde, utiliza-se dados da [ANP \(2010-2019\)](#) (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). Covariadas como o valor total dos royalties, produção de petróleo em mar, produção de petróleo em terra, são obtidas também nessa agência. No FINBRA, encontram-se o orçamento, despesas em educação e saúde, municipal.

Os dados foram empilhados em painel entre 2010 e 2019 para municípios recebedores de royalties e não recebedores, exceto para a região centro-oeste do país, contemplando as variáveis de interesse e covariadas. A [Table 1](#) traz informações da média das variáveis do ano de 2012, ano base pré intervenção, para os grupos. Para as estimações apenas os anos de 2012, 2018 e 2019 são considerados, como será explicado na estratégia empírica. Ademais, as variáveis estão em termos per capita e com valores monetários corrigidos para 2019 pelo IPCA (Índice de Preço ao Consumidor Ampliado), encontrado no [IPEA \(2010-2019\)](#) (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada).

O grupo de tratamento compõe municípios que recebem diretamente recursos da "lei dos royalties" para a saúde e Lei Nº 9478/1997 do [Brasil \(1997\)](#). Em média, os tratados têm maior quantidade produzida de petróleo em mar e em terra. Aproximadamente 18% dessas unidades extraem esse óleo no litoral e 23% em solo. Esses números são expressivos em comparação aos controles, que recebem royalties diretamente apenas da lei de 1997 sendo opcional a aplicação dos recursos na saúde. Dado o nível mais elevado de produção nos tratados, há maior valor de royalties per capita recebidos na comparação com as demais unidades. Já as variáveis de saúde são relativamente similares entre todos os grupos apresentados na tabela. Os maiores diferenciais estão no tamanho populacional, receita orçamentária e despesas em saúde, mas com despesas em atenção básica relativamente similar. Portanto, a adição do grupo não tratado ocorre para a utilização da tripla diferença. São unidades que não possuem produção de petróleo e afetação pela mesma, isto é, não recebem royalties e não estão sujeitos a intervenção de nenhuma das leis de aplicação de recursos das compensações.

Os recebedores diretos de royalties da educação e saúde são amplamente concentrados no litoral brasileiro do Rio de Janeiro e Espírito Santo, onde há maioria dos produtores de petróleo em mar. Entretanto, a distribuição dos royalties possui uma segunda via, a afetação pela produção,

³E importante destacar que os municípios controles também recebem royalties, entretanto, esses royalties não são vinculados a Lei Nº 12.858, ou seja, são de campos de produção com contrato celebrado anteriormente a 3 de dezembro de 2012, ou se vinculados a lei, são recebidos de forma indireta via União, condicionado ao uso na saúde e educação dos royalties de campos contratados anteriores a 3 de dezembro de 2012.

onde não necessariamente o município é produtor, possuindo por exemplo atividade de embarque e desembarque de petróleo, oleodutos, dentre outros, que recebem petróleo de campos de produção de contrato firmado a partir de 3 de dezembro de 2012. Desse modo, os municípios tratados estão presentes em todas as regiões brasileiras exceto a centro-oeste.

Table 1: Média das Variáveis Usadas na Amostra Final do Estudo Por Grupo

Varáveis	Tratados	Controles	Não Tratados
População	149594,5531	65086,9198	43380,1607
Receita Orçamentaria	4329,0404	3491,0285	3607,8994
Despesas com Saúde	854,6699	697,1859	781,6855
Despesas com Atendimentos Ambulatoriais Básicos	374,1343	381,1934	542,0409
Despesas com Educação	1104,9145	1065,8581	1013,9902
Valor dos Royalties	609,7675	165,9711	-
Produção de petróleo em Mar	4,4626	1,7681	-
Produção de petróleo em Terra	1,6562	0,0755	-
Quantidade de Atendimentos Ambulatoriais Básicos	0,0005	0,0009	0,0003
Quantidade de Casos de Dengue Notificados	0,0027	0,0033	0,0014
Quant. de Gestantes que Tiveram 1 ou mais Consultas Pré-Natal	0,9561	0,9564	0,9676
Quant. de Gestantes que Tiveram 4 ou mais Consultas Pré-Natal	0,8681	0,8802	0,9114
Quant. de Vacinas Aplicadas em Crianças de Até Um Ano	18,6014	18,9680	18,4583
Quant. de Vacinas Aplicadas em Crianças de Até Dois Anos	23,7074	24,3626	23,6602
Quant. de Vacinas Aplicadas na População Geral	0,5803	0,5638	0,5675
Taxa de Mortalidade Infantil	14,4698	12,9819	10,7383
Quant. de Atend. Ambulatoriais de Média e Alta Complexidade	2,6029	3,2127	4,3122
Desp. com Atend. Ambulatoriais de Média e Alta Complexidade	49,6410	52,5883	60,5670
Quantidade de Leitos Ambulatoriais Para Observação	0,0001	0,0002	0,0002
Quantidade de Internações Hospitalares	0,0527	0,0578	0,0633
Média de Dias de Internações Hospitalares	5,6943	4,8585	5,3089
Quantidade de Leitos Hospitalares Para Internação do SUS	0,0017	0,0012	0,0014
Quantidade de Leitos Hospitalares Para Internação Não SUS	0,0003	0,0002	0,0002
Despesas Com Internações Hospitalares	73,8771	76,5734	94,3544
Taxa de Mortalidade	4,0053	3,1459	3,8420
Quantidade de Profissionais da Área da Saúde	0,0117	0,0107	0,0109
Quantidade de Equipamentos Para a Área da Saúde	0,0045	0,0034	0,0039
Produto Interno Bruto	40524,1265	26006,8237	26551,8056
Valor Adicionado Bruto da Indústria	16812,3982	7968,9821	5266,6445
Valor Adicionado Bruto dos Serviços	12798,7901	9071,6951	9713,9690
Valor Adicionado Bruto da Agropecuária	1435,38142	2122,9756	3760,1329

Nota: Elaborado pelos autores.

*: Se os grupos são iguais estatisticamente em média com relação ao grupo de tratamento.

**: A cada mil pessoas.

***: Exceto os serviços públicos.

2.2.1 Estratégia Empírica

Devido à dificuldade de isolar o efeito de causa dessa lei, uma vez que envolvem recursos federais, estaduais e municipais abrangidos pela mesma, foi escolhido como linha base o ano de 2012. Esse ano, em lei, é marcado para os municípios receberem royalties de contratos de campos de produção celebrados a partir de 3 de dezembro. Entretanto, o primeiro campo a ser explorado seguindo a lei, ocorreu apenas em 2018. Desse modo, esse estudo mensura o impacto causal da lei nos municípios que recebem royalties para a educação e saúde para os anos de 2018 e 2019, dado que passam a receber as compensações de forma direta, não dependendo de repasses do Estado ou União. É fundamental destacar que os recursos para a saúde e educação são acumulados a partir de 2013 com a "lei dos royalties" sancionada. No entanto, esses recursos são da União, logo, como mencionado

em lei, "serão distribuídos de forma prioritária aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios que determinarem a aplicação da respectiva parcela de receitas de royalties e de participação especial com a mesma destinação exclusiva", ou seja, para educação e saúde.

Como pode ser notado, a "lei dos royalties" gera dois tratamentos. O primeiro no momento imediato à criação da lei, onde induz os municípios e estados recebedores de royalties não vinculados diretamente à aplicação na educação e saúde a dirigi-los para essas áreas, ou seja, de dirigir royalties de campos de produção anteriores a contrato de comercialização de 3 de dezembro de 2012 sujeitos a lei de 1997, tendo bônus de aumento dessas receitas via transferências de royalties da educação e saúde pertencentes à União da lei de 2013. O segundo, quando os municípios passam a receber diretamente os royalties para a educação e saúde a partir de 2018, onde são obrigados a aplicar os recursos nessas áreas em adição ao mínimo obrigatório em Constituição. Assim, o primeiro tratamento é condicionado à decisão municipal, ou seja, é um tratamento endógeno, mas o segundo é obrigatório por força da lei, ele é exógeno, implicando a decisão de escolha dos anos de 2012, 2018 e 2019 dado que a hipótese de tendências paralelas é fundamental para as estimações não terem vies.

Nesse contexto, [Cunningham \(2021\)](#) afirma que a suposição de tendências paralelas nada mais é que a recolocação da hipótese de exogeneidade estrita. Para respeitar o pressuposto é necessário um grupo de controle que se aproxime da trajetória do grupo tratado e que o tratamento não seja endógeno. O autor complementa que na condição de endogeneidade as retas paralelas são sempre violadas, dado que na situação contrafactual, o grupo de tratamento teria divergido independentemente da intervenção.

A [Figure 1](#) traz um exemplo de como funciona o efeito esperado da Lei Nº.858/2013 do [Brazil \(2013\)](#) sobre seu canal de transmissão nos grupos de tratamento, controle e não tratados, que é o impacto sobre o aumento de gastos voltados à atenção em saúde básica da população. A partir de 2013 onde há a linha vertical tracejada, devido às unidades de tratamento e de controle decidirem se captam mais recursos para a saúde via governo federal, condicionados a destinar royalties da lei de 1997 para essa área, espera-se leve impacto no nível nas despesas com atenção básica dada a não obrigatoriedade de aplicação dos royalties em saúde. Por outro lado, no ano de 2018, marcado pela linha preta vertical, inicia o recebimento direto de royalties da lei de 2013 pelos municípios tratados, resultando em efeito robusto no nível dessas despesas causado pela obrigatoriedade de aplicação na saúde. Os municípios não tratados não têm alterações no nível de despesas em atenção básica no tempo. Desse modo, crescem de forma constante. Como há uma robusta elevação de gastos em 2018, as variáveis diretamente impactadas por essas despesas terão suas trajetórias alteradas. Devido ao caráter preventivo, devem haver externalidades em serviços de maior complexidade em saúde. Na hipótese de efeitos positivos da intervenção, haverá elevação do acúmulo de capital humano, gerando crescimento do produto dos municípios afetados.

Para avaliar esta lei, três grupos são considerados: não tratados (municípios que não recebem royalties de forma direta, ou seja, nunca tiveram intervenção das leis que regulamentam as compensações); controle (municípios que recebem royalties de forma direta da lei de 1997, mas que os mesmos não são vinculados diretamente à norma de 2013 devido não haver início da exploração de novo campo de produção que os impacte, mas que podem sofrer o primeiro impacto de transferência de recursos da união); tratados (municípios que recebem royalties de forma direta da lei de 1997, que podem receber transferências da união e em 2018 passam a receber diretamente royalties para a educação e a saúde e devem aplicar obrigatoriamente nessas áreas). Em 2012 todos os grupos devem ter condições similares das trajetórias das variáveis de interesse. Para 2013 o grupo de controle e tratamento devem ser impactados igualmente, em média, pela decisão endógena de aplicar ou não os royalties na saúde. Apenas com o segundo tratamento em 2018, o grupo de tratado terá a trajetória das variáveis de interesse alteradas para o grupo de controle e não tratado.

Para esse artigo foram escolhidos para a estimação do modelo de Diferença em Diferença apenas municípios que recebem diretamente royalties da lei de 1997 no ano base, ou seja, municípios que já recebem royalties em 2012, excluídos os municípios do grupo não tratado. É importante destacar

que embora essas unidades administrem suas decisões, elas não tem controle sobre a produção de petróleo (tanto em terra quanto em mar) e seu preço internacional, que influencia diretamente no valor dos royalties⁴ recebidos, ou seja, as duas variáveis citadas são exógenas ao município⁵, o que significa que o primeiro tratamento tem um componente endógeno e exógeno, mas o segundo é duplamente exógeno. Primeiramente pela obrigatoriedade de cumprir uma lei Federal, segundo, por não controlar a produção, logo, não tem domínio da exploração do novo campo de produção que é fator chave para o início do segundo tratamento.

Figure 1: Exemplificação do Efeito do Tratamento da "Lei dos Royalties" nos Grupos.

Fonte: Elaborado pelo autores.

2.3 Diferença na Diferença Unido ao Propensity Score Matching

Diversos estudos na literatura fazem uso do método de Diferença em Diferença, como na avaliação de impacto para educação e saúde feita por [Nishijima, Sarti e Canuto \(2020\)](#) levando em consideração o tratamento por royalties da Lei Nº 9478/1997 do [Brazil \(1997\)](#). Por outro lado, alguns estudos incorporam um passo adicional ao método, o pareamento por score de propensão como em [Alves, Schmitz e Polette \(2020\)](#), onde a ideia é selecionar unidades de controle o mais similar possíveis ao grupo de tratamento com relação a elegibilidade da intervenção. Embora o tratamento seja exógeno nesse estudo, o aspecto contrafactual é fundamental.

O Propensity Score Matching (PSM) é uma técnica estatística desenvolvida por [Rosenbaum e Rubin \(1983\)](#) para resolver o problema de dimensionalidade tentando aproximar a estimativa da relação causal do projeto de experimento aleatório. De acordo com [Cameron e Trivedi \(2005\)](#), o principal objetivo do método é gerar um score igual ao da probabilidade de recebimento de tratamento, considerando ambos, tratados e controle, a partir de um conjunto de covariadas (X) pré-determinadas que possam identificar a elegibilidade de participar do experimento na forma que segue:

O processo desse método consiste em dois momentos. Primeiramente é estimado um modelo de probabilidade, onde, de forma mais usual, utiliza-se as regressões logísticas bivariadas. Após a obtenção dos escores de propensão resultantes do modelo de probabilidade, métodos de pareamento como Vizinhos Mais Próximos, Vizinhos Dentro de um Raio Fixo, Kernel Matching, dentre outros,

⁴Os royalties podem ter um componente endógeno municipal, como atividade de embarque e desembarque de petróleo, oleodutos, dentre outros. Para maiores detalhes ver [Rodrigues et al. \(2020\)](#)

⁵Como não é alvo dessa trabalho explicar sobre a exogeneidade da produção e do preço internacional de petróleo, considerar ver [Rodrigues et al. \(2020\)](#)

podem ser usados. Para esse estudo, será aplicada regressão logística e para pareamento o método de Vizinhos Mais Próximos, testando os $k = 1, 2, 3, 4$, e 5 unidades mais próximas do tratamento. Esse processo visa encontrar um grupo de controle mais semelhante ao grupo de tratamento em termos do escore de propensão dado as características observadas.

Formados os grupos, e dado um peso na regressão de Diferença em Diferença pela distância entre as observações das unidades tratadas e controle. Em outras palavras, é feita a ponderação pelo inverso da distância entre o escore de propensão de cada unidade e a probabilidade máxima de tratamento possível (1,00), penalizando municípios com menor propensão ao tratamento.

Para a estimação do modelo DD algumas condições são necessárias para se obter os resultados e que eles sejam consistentes e inviesados. Primeiramente, a existência de pelo menos dois períodos comparáveis, pré-tratamento e pós-tratamento. Segundo, a disponibilidade de dois tipos de unidades, tratadas e controles. Por fim, a principal hipótese consiste nas trajetórias das variáveis de interesse da estimação terem a mesma tendência temporal em ambos os grupos no pré-tratamento e que essa se mantenha no grupo de controle após o tratamento, ou seja, o impacto causal da intervenção desvia a trajetória dessa variável no caso de sucesso do tratamento no grupo tratado, caso contrário, não há efeito da política. A presença dessa trajetória semelhante indica que ambos os grupos se comportam de forma similar aos fatores que afetam a variável de desfecho antes da intervenção. Desse modo, o modelo linear pode ser expresso:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 t_t + (\beta_3 T_i \cdot t_t) + X_{it}^0 + \epsilon_{it} \quad (1)$$

onde Y_{it} são as variáveis de interesse do estudo, como a taxa de mortalidade infantil e as despesas ambulatoriais com atenção básica; T_i é uma variável binária que indica o tratamento as unidades caso 1 e 0 caso contrário, ou seja, expressa o efeito de estar no grupo de tratamento antes e após a intervenção; t_t é uma variável binária que assume a unidade após intervenção e nulo caso contrário, indicando a tendência temporal comum aos grupos analisados; a interação entre o tratamento e o tempo pós intervenção, t_t , resulta no coeficiente de impacto causal esperado que é o efeito médio do tratamento sobre os tratados, β_3 , ou seja, capta o resultado de interesse sobre a variável dependente; X_{it}^0 é um vetor de covariáveis características dos municípios que extraem o valor de que não está relacionado ao tratamento, como produção de petróleo, despesas em saúde, dentre outros; ϵ_{it} são os efeitos xos; por fim, ϵ_{it} são os resíduos.

Uma forma de avaliar a robustez das estimativas será a utilização de um placebo, que segundo [Abadie e Cattaneo \(2018\)](#) é necessário devido a forte suposição de linhas paralelas. Nesse sentido, o efeito placebo pode ser testado de duas maneiras. A primeira usa dados da pré-intervenção para avaliar os impactos de uma intervenção que não ocorreu. Se o resultado nulo for rejeitado, a hipótese de tendências comuns é violada. O segundo caso é semelhante, sendo usada uma população conhecida que não foi qualificada para receber tratamento. Nesse artigo será considerada a segunda opção, adicionando o grupo de não tratados empilhados sobre a amostra do modelo DD estimado, ou seja, e regressado um modelo de Tripla Diferença (DDD):

$$Y_{itj} = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 t_t + \beta_3 NT_j + (\beta_4 T_i \cdot t_t) + (\beta_5 NT_j \cdot T_i) + (\beta_6 NT_j \cdot t_t) + \beta_7 (NT_j \cdot T_i \cdot t_t) + X_{itj}^0 + \epsilon_{itj} \quad (2)$$

de modo que NT_j é uma dummy de valor 1 para o grupo não tratado e 0 para os tratados e controles. $NT_j \cdot T_i$ e $NT_j \cdot t_t$ são, respectivamente, a interação da variável que introduz os não tratados com a variável que indica o tratamento e o tempo pós intervenção. Por fim, β_7 é o coeficiente de tripla diferença, advindo da multiplicação do tratamento, dos não tratados e do tempo pós intervenção. Esperado que o coeficiente de tripla diferença seja similar ao encontrado no modelo de dupla diferença, indicando que toda a variação nos coeficientes está sendo ocasionada pelo grupo de tratamento. A rejeição dessa hipótese demonstraria que há violação da suposição de retas paralelas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira etapa do método proposto nessa pesquisa é selecionar da amostra apenas os municípios comparáveis, sendo inicialmente considerados apenas municípios tratados e controles. Para tal, o modelo logit foi estimado obtendo a probabilidade ao tratamento, possibilitando selecionar unidades comparáveis dada a proximidade do escore de propensão. A equação é regressada usando informações pré-tratamento, resultando em unidades pareadas com tendência similares das variáveis de interesse. Nesse sentido, foi escolhido o ano imediatamente anterior a "lei dos royalties" ser promulgada, ou seja, 2012. Ademais, os resultados para o matching estão contidos no [Appendix A](#) desse trabalho. Na sequência são apresentados os resultados das estimações de dupla e tripla diferença.

3.1 Principais Resultados

Os resultados principais e externalidades da intervenção são apresentados de forma gráfica para o modelo Diferença em Diferença. No eixo y são exibidas as variáveis de interesse e no eixo x os coeficientes de dupla diferença. No lado direito estão os estimadores DD em termos percentuais para cada variável com respectiva tonalidade de cor e símbolo na mesma ordem de leitura das variáveis de desfecho. O intervalo de confiança respeitado de 95%, representado pela barra horizontal de cada coeficiente. Desse modo, condicionando a barra alcançar a linha tracejada vertical representando o zero, o coeficiente não é significativo ao nível de 95%. Ademais, todas as estimações podem ser vistas na [Table 2](#) que contém uma comparação entre o modelo DD, apresentado nos gráficos, e o DDD.

Para as estimações foram considerados efeitos fixos de ano, efeitos fixos de município e covariadas, sendo todas as variáveis logaritmizadas e divididas pelo logaritmo da população, permitindo a interpretação em termos percentuais. A escolha dessa forma funcional leva em consideração o valor máximo do R-quadrado ajustado, testando mais três outras versões do modelo DD: A primeira desconsidera os efeitos fixos; a segunda inclui o efeito fixo do município e ignora o efeito fixo do tempo; a terceira considera o efeito fixo dos períodos e omite o efeito fixo das unidades.

Devido às diretrizes da "lei dos royalties", a forma de transmissão da política ocorre via aumento dos gastos públicos municipais na área da saúde, sendo essas unidades responsáveis pela prestação de serviços de atendimento básico de baixa complexidade que tem caráter preventivo. Nesse sentido, as variáveis priorizadas são influenciadas pelo aumento dessas despesas, como exposto na [Figure 2](#). As despesas básicas em atendimento ambulatorial são impactadas com aumento médio de 16,7% no grupo de tratamento comparado ao grupo de controle. O efeito causado pela aplicação dos royalties provenientes da lei avaliada em acréscimo ao mínimo obrigatório previsto na Constituição Federal brasileira. Na condição dessa variável não ter efeito estatístico significativo o canal de transmissão da intervenção estaria comprometido não havendo repercussões em variáveis correlacionadas com essas despesas. No entanto, seguindo a elevação dos gastos, houve crescimento de 12,6% na quantidade de atendimentos ambulatoriais de baixa complexidade, em média, nos municípios receptores de royalties destinados para a saúde, evidenciando demanda reprimida por esse tipo de serviço.

O aumento do atendimento ambulatorial de baixa complexidade resultou em melhor cuidado com o acompanhamento longitudinal de gestantes e crianças no início da vida. Os efeitos foram robustos no aumento do número de mulheres grávidas que fizeram consultas pré-natais no grupo de tratamento considerando seu contrafactual. Para as gestantes que fizeram pelo menos uma consulta, o crescimento foi de 85%, e para as que fizeram pelo menos quatro consultas, o efeito foi de 84,5%. Esse resultado mostra a continuidade do acompanhamento da gravidez com pouca desistência no grupo de tratamento. Em relação às crianças, o número de vacinas aplicadas na faixa etária de 0 a 1 ano aumentou em aproximadamente 100%, e na faixa etária de 0 a 2 anos esse efeito é ainda mais elevado, em torno de 112%. O conjunto dessas ações reduziu em 100% a mortalidade infantil nos municípios que receberam a intervenção da lei de 2013 em comparação às unidades de controle. Desse

modo, o monitoramento das gestantes e a vacinação infantil mostraram-se ferramentas primordiais para minimizar as mortes prematuras de crianças, embora outras variáveis não analisadas sejam fundamentais. Ao contrário do esperado, houve um impacto negativo no número de vacinas aplicadas na população total de 3,1%.

Aos municípios também competem o combate ao controle de endemias, como a Dengue. Embora haja subnotificação dos casos devido o processo de comprovação por exame e não procura do setor de saúde por infectados, e esperado que as subnotificações se distribuam normalmente entre os municípios. Nesse sentido, essa pesquisa analisou o número de notificações de casos de dengue. Houve uma diminuição das notificações em 20,8% no grupo de tratamento. Ou seja, a articulação municipal para a prevenção de novas ocorrências dessa doença foi mais efetiva em unidades que recebem royalties para a saúde com relação as unidades de controle entre 2018 e 2019.

Figure 2: Efeito Causal da Lei dos Royalties na Atenção Básica em Saúde

Fonte: Elaborado pelos autores.

Algumas das variáveis analisadas nesse estudo foram investigadas por [Nishijima, Sarti e Canuto \(2020\)](#), no entanto, os autores usam como tratamento municípios brasileiros que recebem royalties da lei de 1997, ou seja, as unidades de tratamento e controle que usamos nessa pesquisa, e como controle unidades que não recebem nenhuma compensação financeira sobre a exploração de petróleo. Em termos de significância estatística, as variáveis de quantidade de vacinas aplicadas em crianças de 0 a 1 ano e de 0 a 2 anos de idade e notificações de casos de dengue, coincidiram com os achados desse artigo, contudo, o impacto gerado pela "lei dos royalties" foi consideravelmente superior, por exemplo, em [Nishijima, Sarti e Canuto \(2020\)](#) foi encontrado um impacto positivo de 0,26% no aumento da quantidade de vacinas aplicadas em crianças de 0 a 1 ano ao passo que nessa pesquisa o efeito sobre essa mesma variável foi de 100%, reforçando a importância do norteamento da lei de 2013 considerando a lei de 1997. Taxa de mortalidade infantil e quantidade de gestantes que tiveram consultas pré-natal, diferentemente dos nossos resultados, não foram significativas. A comparação entre os efeitos sobre a atenção básica de ambas as leis evidencia uma grande diferença de resultados nessa área, sinalizando benefícios para a população, dada a Lei 12.858/2013 [Brazil \(2013\)](#), na forma de capital humano voltado a saúde.

Os resultados encontrados nesse estudo também divergem de [Caselli e Michaels \(2013\)](#) e que encontram apenas aumentos de gastos na saúde, mas que esse aumento não refletiu em melhoria nos indicadores dessa área e de [Postali e Nishijima \(2011\)](#) que também não encontram efeitos sobre o Índice Firjan Municipal de Saúde, assim como [Rodrigues et al. \(2020\)](#), embora haja efeitos positivos sobre as despesas de saúde. Desse modo, um único indicador pode não fornecer uma visão definitiva do efeito dos royalties na saúde, assim, nosso trabalho por possuir variáveis mais desagregadas,

contribui para entender o mecanismo de ação da política analisada nesse estudo.

3.2 Externalidades na Área de Saúde de Maior Complexidade

Dado o considerável aumento das despesas com a atenção básica e a melhoria das variáveis ligadas a este aumento, foram analisadas externalidades em variáveis dos sistemas de saúde ambulatorial e hospitalar de média e alta complexidade. A hipótese levantada nesse artigo leva em consideração que devido o maior alcance do atendimento em saúde preventiva, uma vez que houvesse uma demanda da população municipal não atendida causada pela falta de recursos diversos, haveria um efeito substituição dos serviços em saúde. Desse modo, o aumento no atendimento básico reduziria os serviços de média e alta complexidade, devido os serviços baixo nível serem suficientes para o atendimento demandado, prevenindo a necessidade de ocorrências de maior complexidade.

Nesse sentido, a [Figure 3](#) traz as estimações para variáveis da saúde voltadas aos ambulatorios de média e alta complexidade. Como esperado, a quantidade de atendimentos ambulatoriais de média e alta complexidade foram reduzidos no grupo de tratamento em 13,6%, em média, comparado aos municípios que representam o controle. No entanto, não foi identificado efeito algum sobre as despesas com esse tipo de demanda. O mesmo é válido para a quantidade de leitos ambulatoriais de observação, entretanto, esta é significativa a 90%, estando muito próxima do limiar para 95% de intervalo de confiança, conferindo uma redução de 3% nos leitos.

No tocante ao sistema hospitalar de saúde de média e alta complexidade, foram identificadas diversas externalidades favoráveis à lei dos royalties, como visto na [Figure 4](#). Devido a maior cobertura da atenção básica e seu caráter preventivo, o número de internações hospitalares nos municípios participantes da "lei dos royalties" foi reduzido em 1,3% comparado ao cenário contrafactual. Com isso, a oferta de leitos de internação hospitalar do SUS diminuiu em 7,6% ao mesmo tempo que os leitos que não fazem parte do SUS não tiveram significância estatística, que são leitos cedidos ao SUS pelo setor privado ou por entidades lantópicas. O resultado sinaliza que a oferta por leitos está equilibrada com a demanda por esse serviço devido o setor privado e as entidades lantópicas atuarem de forma complementar ao público segundo a Lei nº 8.080/1990 [Brazil \(1990\)](#), ou seja, o sistema público dos municípios tratados não necessitou recorrer a outros meios para o atendimento da população.

Outro importante resultado verificado nas estimações corresponde a quantidade média de dias necessários para a alta hospitalar, ou seja, a desocupação do leito. Houve um considerável aumento de 35,8% do tempo médio de permanência nos leitos de internação nas unidades de tratamento comparado a seus pares de controle. Há o indicativo que de fato os indivíduos que buscaram esse tipo de atendimento realmente necessitavam do serviço e tinham maiores chances de cura, dado o tempo de duração. Nesse sentido, apenas dois meios de desocupação dos leitos são registrados, alta hospitalar ou óbito. Logo, menos tempo de internação pode significar falecimento ou a não necessidade plena de internação dada a indisponibilidade de assistência saúde primária adequada. No entanto, a taxa de mortalidade da população total não teve significância estatística. É fundamental destacar que outras populações específicas (como a infantil) não estudadas nessa pesquisa podem ser impactadas no tocante a redução das mortes. Ademais, o aumento do tempo de internação causou ampliação média das despesas para custeio desse serviço em 1,9% nos municípios do grupo de tratamento.

Por fim, como a "lei dos royalties" permite a aplicação de recursos em despesas de custeio, era esperado a ampliação do número de trabalhadores da área da saúde. Os municípios tratados tiveram um aumento no número de profissionais da saúde de 1,6% em comparação aos municípios contrafactuais. Adicionalmente, a quantidade de equipamentos voltados para a saúde tiveram um crescimento de 11,2%. Esses números mostram o aumento da capacidade das unidades tratadas de atender a população que necessita de serviços de saúde mais complexos.

Figure 3: Externalidades da Lei dos Royalties na Área Ambulatorial de Média e Complexa

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como nenhum estudo avaliou essas variáveis de forma desagregada em nível de média e alta complexidade dos Sistemas de Informação Ambulatorial e Hospitalar, não é possível fazer comparações de resultados. No entanto, o cálculo do Índice Firjan de Saúde Municipal, agrega um conjunto de variáveis dessa área em todos os níveis de complexidade, o que pode sinalizar que as mesmas não foram impactadas pela aplicação de royalties da lei de 1997.

Figure 4: Externalidades da Lei dos Royalties na Área Hospitalar de Média e Complexa

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 Impacto Econômico da Acumulação de Capital Humano

Como a Lei Nº 12.858/2013 [Brazil \(2013\)](#) trouxe significativa melhoria em todos os níveis de saúde dos municípios tratados, efeito similar, embora não investigado nesse estudo, deve ser atribuído em relação à educação, embora deva ser menor dado o pouco tempo de aplicação de recursos. Ou seja, houve o aumento da quantidade e da qualidade do capital humano, pelo menos na saúde da população afetada pela intervenção. Desse modo, a [Figure 5](#) apresenta os resultados do impacto na atividade econômica municipal de 2018 e 2019. O Produto Interno Bruto das unidades tratadas teve um aumento de 10,14%, em média, em comparação aos seus contrafactuais. Esse resultado foi alavancado principalmente pelo Valor Adicionado Bruto da indústria, ao qual é o setor de maior dependência de capital humano para crescimento, com aumento de 10,11% no grupo que recebeu a intervenção. Ademais, setores menos intensivos nesse tipo de capital, como o de serviços e o

agropecuário, tiveram menor efeito, mas considerável, com aumentos de respectivamente 6,1% e 7,0%.

Nesse contexto, uma série de estudos na literatura internacional como os de [Sachs e Warner \(1995\)](#), [Sachs e Warner \(2001\)](#), [Martin \(1997\)](#), [Gallup, Sachs e Mellinger \(1999\)](#), [Mehlum, Moene e Torvik \(2006\)](#), encontram uma correlação negativa entre a taxa de crescimento econômico per capita e a exploração de recursos naturais exauríveis, em destaque, petróleo e gás. Esses estudos mostraram que países com grandes quantidades de recursos naturais vivenciaram taxas reduzidas de crescimento, especialmente os países em desenvolvimento. Para o Brasil, [Postali e Nishijima \(2011\)](#) encontram efeitos negativos dos royalties para o mercado formal de trabalho através do Índice Firjan de "Emprego & Renda" dos municípios. Diretamente com relação ao Produto Interno Bruto municipal, [Caselli e Michaels \(2013\)](#) não acham impacto da produção de petróleo sobre o Produto Interno Bruto, o produto industrial e o não industrial. Já [Postali \(2009\)](#) encontra que a taxa de crescimento do Produto Interno Bruto dos municípios recebedores de royalties da lei de 1997 é impactada negativamente se comparada aos controles não recebedores das compensações nanceiras. Os resultados desse estudo divergem dos resultados citados, evidenciando os efeitos positivos da "lei dos royalties" sobre a economia.

Figure 5: Impacto na Economia dos Municípios Recebedores de Royalties para a Educação e Saúde

Fonte: Elaborado pelos autores.

É importante destacar que o Brasil entre 2014 e 2017 passava por uma crise econômica, que segundo a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC) do [IBGE \(2014-2019\)](#), reduziu a renda domiciliar per capita do brasileiro de 1392\$ em 2014 para 1335\$ em 2017 e o PIB, de acordo com o Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS) do Banco Central do [Brasil \(2014-2019\)](#), contraiu-se entre 2014 e 2016, tendo apenas no último trimestre de 2017 crescimento real de 1,12% se comparado ao ano imediatamente anterior. Em paralelo com esse cenário de crise, é muito provável que os municípios que tiveram maior acúmulo de capital humano devido a "lei dos royalties" recuperaram mais rapidamente a atividade econômica, dado o robusto impacto nas variáveis da [Figure 5](#). Esses resultados demonstram a importância fundamental que o capital humano na forma de saúde e educação têm para o desenvolvimento, crescimento e recuperação econômica pós crise.

3.4 Análise de Sensibilidade e Robustez

Mesmo com todos os cuidados estratégicos e metodológicos utilizados para a estimação do modelo diferença em diferença e considerando os efeitos fixos, a existência de uma possível correlação entre o impacto da "lei dos royalties" e a tendência temporal das variáveis de interesse ainda pode interferir nos resultados, ou seja, a hipótese das tendências paralelas pode não ser válida. Para verificar a robustez das estimações anteriormente feitas sob hipótese de ausência dessa correlação, será utilizado adicionalmente o método de tripla diferença, que corresponde como uma testagem de um placebo, ao qual o estimador de DDD, deve apresentar coeficientes similares ao de DD,

Para a seleção das unidades de placebo retirou-se da amostra DD dos municípios o grupo de controle adicionando as unidades não tratadas. Esse processo foi realizado para selecionar municípios similares apenas as unidades que recebem a intervenção, igualmente feito para os controles. Desse modo, para obtenção dos scores de propensão foi regressado apenas um logit binário dispensando o logit multinomial na condição de manutenção das unidades de controle. As estimações e demais procedimentos estão presentes no [Appendix A](#).

Na [Table 2](#) são apresentadas lado a lado as estimações para os coeficientes de impacto de dupla e tripla diferença para as variáveis de interesse desse artigo. Os estimadores DDD são praticamente iguais aos estimadores de DD, com mínimas alterações na variação, mas sempre seguindo a mesma significância estatística e a direção do sinal. Esses resultados demonstram o argumentado na estratégia empírica, o efeito do tratamento é puramente exógeno e temos uma situação contrafactual entre grupo de tratamento, controle e não tratados. Em outras palavras, a principal hipótese da inferência causal para estimação dos efeitos não viesados é válida, as linhas paralelas são similares entre os grupos no ano base até a intervenção e toda a variação dos coeficientes de dupla e de tripla diferença se dá as unidades tratadas com o recebimento de royalties para a saúde vinculados a lei, mantidas as trajetórias comuns nos demais grupos.

Diante de todos os resultados, a Lei Nº12.858/13, mostrou-se benéfica à saúde da população dos municípios que recebem diretamente as compensações financeiras vinculadas a essa intervenção. É importante destacar que em um futuro próximo, a partir do início da exploração de novos campos de produção de petróleo, os indivíduos residentes dos municípios que representam as unidades de controle passarão a ter ganhos em saúde similares aos apresentados no grupo de tratamento, devido o norteamento da lei analisada.

Table 2: Utilizando a Tripla Diferença Como Robustez do Modelo

VARIÁVEIS DE INTERESSE	DD	DDD
Despesas com Atenção Básica	0,167	0,167
Quantidade de Atendimentos Ambulatoriais Básicos	0,126	0,124
Notificações de Casos de Dengue	0,208	0,210
Gestantes que Tiveram Pelo Menos Um Pré-Natal	0,850	0,847
Gestantes que Tiveram Pelo Menos Quatro Pré-Natais	0,848	0,845
Quantidade de Vacinas Aplicadas em Crianças de 1 ano ou menos	1,004	1,042
Quantidade de Vacinas Aplicadas em Crianças de 2 ano ou menos	1,124	1,165
Quantidade de Vacinas Aplicadas na População	0,031	0,030
Taxa de Mortalidade Infantil	1,004	0,991
Quant. de Atendimentos Ambulatoriais de Média e Alta complexidade	0,136	0,138
Desp. com Atendimentos Ambulatoriais de Média e Alta complexidade	0,005	0,004
Quantidade de Leitos Ambulatoriais Para Observação	0,030	0,030
Quantidade de Internações Hospitalares	0,013	0,013
Quantidade de Leitos Hospitalares Para Internação do SUS	0,076	0,076
Quantidade de Leitos Hospitalares Para Internação Não SUS	0,018	0,017
Quantidade Média de Dias das Internações Hospitalares	0,358	0,358
Despesas com Internações	0,019	0,019
Taxa de Mortalidade da População Geral	0,012	0,011
Quantidade de Profissionais da Saúde	0,016	0,015
Quantidade de Equipamentos Voltados Para a Saúde	0,112	0,112
Produto Interno Bruto	0,101	0,101
Valor Adicionado Bruto da Indústria	0,101	0,101
Valor Adicionado Bruto dos Serviços	0,061	0,061
Valor Adicionado Bruto da Agropecuária	0,070	0,069

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: $p < 0.1$; $p < 0.05$; $p < 0.01$

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A literatura Brasileira que se dedica a avaliar os efeitos da exploração de petróleo e das consequentes receitas de royalties sobre as condições econômicas e sociais das localidades beneficiadas e diversificada, com relatos de falhas na alocação desses recursos, assim como efeitos secundários, como o relaxamento fiscal. Nessa mesma literatura, é reforçado o papel imprescindível da situação política e institucional na decisão de alocar os recursos auferidos nas melhores alternativas para o bem-estar presente e intergeracional dada a natureza desses recursos.

Nesse aspecto, esse trabalho buscou contribuir para as discussões voltadas aos modos de nortear as decisões de aplicação dos royalties em capital humano. Em virtude das grandes reservas de petróleo existente no Brasil e da situação política e institucional do país, estudos que possam discutir e avaliar os impactos da exploração petrolífera sobre as decisões públicas de alocação de recursos são de grande relevância. Mais recentemente devido a promulgação da "lei dos royalties", esse debate tende a ganhar mais força, uma vez que avaliar os impactos dessa lei passa a ser uma nova linha de pesquisa que ainda é muito pouco explorada devido seu pouco tempo e as dificuldades relacionadas à limitações de dados de recebimento indireto de royalties para a educação e saúde por parte dos municípios vindo de transferências dos Estados e União. Esse é o primeiro trabalho que mensura o impacto dessa lei com relação ao recebimento de royalties diretamente aos municípios para a saúde.

Diferentemente de outros artigos nacionais sobre essa temática, especialmente que utilizaram dados e leis anteriores a 2013, os resultados encontrados nessa pesquisa mostram avanços significativos de práticas de boa alocação dos recursos dos royalties devido as regulamentações da Lei N 12.858/2013 do (BRAZIL, 2013) sobre uma ampla gama de variáveis ligadas a saúde municipal em nível de complexidade básico, médio e alto, ambulatorial e hospitalar, e os retornos do acúmulo de capital sobre a economia local. Devido a imposição da aplicação dos royalties em acréscimo ao mínimo obrigatório previsto na Constituição Federal, as despesas para a terceira saúde básica tiveram um impacto positivo expressivo no grupo de tratamento, correspondendo a um aumento de 16,7% se comparado aos seus contrafactuais. Esse efeito permitiu a melhoria no atendimento e assistência dessa área que tem uma ação preventiva para demandas de maior complexidade e que exigem maiores dispêndios por parte do SUS. Esse efeito é notório com a redução nas demandas por serviços Ambulatoriais e Hospitalares que são de média e alta complexidade. Ademais, o melhor acompanhamento de gestantes e de vacinação de crianças até dois anos de idade, resultou em robusta redução de 100% da mortalidade infantil no grupo que recebeu a intervenção.

Variáveis voltadas a parte física, como número de profissionais da saúde, número de equipamentos para a saúde, leitos de observação e leitos de internação tiveram a direção de sinal esperada devido as externalidades da lei. Dado que houve redução da demanda por serviços de maior complexidade, é natural a redução dos leitos, e devido as ressalvas da lei que liberam a aplicação dos recursos nas despesas de custeio, ter a ampliação do quantitativo de funcionários dessa área assim como o suporte a mais equipamentos. Toda essa abrangência de resultados importantes e condizentes permitem melhor alocação não apenas dos recursos, mas também dos pacientes atendidos, como pode ser visto pela ampliação do tempo médio de permanência em leitos de hospitais, ou seja, de fato os indivíduos que buscam esse tipo de serviço realmente demandam maior complexidade se compara aos indivíduos que são controlados. Assim, o conjunto de efeitos benéficos ocasionados pela "lei dos royalties" permitiu aos municípios tratados um maior nível de atividade econômica.

É fundamental destacar que todos esses efeitos significativos na melhoria de variáveis da saúde são reforçados com a utilização do placebo, não havendo praticamente nenhuma variação entre os estimadores de DD e DDD, em outras palavras, a hipótese de tendências paralelas é mantida, resultando em não vies dada o efeito exógeno da intervenção política e a escolha de bons contrafactuais. Toda a variação nos resultados estimados são ocasionados pelo efeito do tratamento. Em suma, a Lei Nº 12.858/2013 do (BRAZIL, 2013) é uma importante ferramenta norteadora da aplicação das compensações financeiras advindas da produção de petróleo para a saúde dos municípios que possuem

esse tipo de receita, gerando uma série de externalidades socioeconômicas.

References

ABADIE, A.; CATTANEO, M. D. Econometric methods for program evaluation. *Annual Review of Economics Annual Reviews*, v. 10, p. 465{503, 2018.

ALVES, J. A. B.; SCHMITZ, A. P.; POLETTE, M. Efeitos dos royalties do pré-sal sobre o desenvolvimento dos municípios costeiros do sudeste brasileiro. *Petroleum & Gas*, 2020.

ANP. Royalties 2010{2019. Available in: <https://www.gov.br/anp/pt-br/assuntos/royalties-e-outras-participacoes/royalties> . Access in 02/02/2021.

BECKER, G. S. Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education [S.I.]: University of Chicago press, 2009.

BENHABIB, J.; SPIEGEL, M. M. The role of human capital in economic development evidence from aggregate cross-country data. *Journal of Monetary Economics Elsevier*, v. 34, n. 2, p. 143{173, 1994.

BRAZIL. Law 7.990/1989 1989. Available in: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7990.html . Access in 02/02/2021.

BRAZIL. Law 8.080/1990 1990. Available in: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.html . Access in 02/02/2021.

BRAZIL. Law 9478/1997. 1997. Available in: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9478.html . Access in 02/02/2021.

BRAZIL. Law 12.858/2013 2013. Available in: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12858.htm . Access in 02/02/2021.

BRAZIL, C. B. of. Sistema Gerenciador de Séries Temporais 2014{2019. Available in: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/localizarseries/localizarSeries.do?method=prepararTelaLocalizarSeries> Access in 02/04/2021.

CACADOR, S. B.; MONTE, E. Z. Impactos dos royalties do petróleo nos indicadores de desenvolvimento dos municípios do Espírito Santo. *Interações (Campo Grande) SciELO Brasil*, v. 14, n. 2, p. 267{278, 2013.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics: methods and applications* [S.I.]: Cambridge university press, 2005.

CARNICELLI, L.; POSTALI, F. Rendas do petróleo e tributos locais: Uma análise de propensity score (oil windfalls and local tax in brazil: A propensity score analysis) SSRN 2012.

CASELLI, F.; MICHAELS, G. Do oil windfalls improve living standards? evidence from brazil. *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 5, n. 1, p. 208{38, 2013.

CHAN, J.; KARIM, R. Oil royalties and the provision of public education in brazil. Available at SSRN 3408247, 2020.

CUNNINGHAM, S. *Causal Inference* [S.I.]: Yale University Press, 2021.

- DATASUS. Transferência de Arquivos 2010{2019. Available in: <https://datasus.saude.gov.br/transferencia-de-arquivos/>. Access in 02/02/2021.
- GALLUP, J. L.; SACHS, J. D.; MELLINGER, A. D. Geography and economic development. International regional science review Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 22, n. 2, p. 179{232, 1999.
- GIVISIEZ, G. H. N.; OLIVEIRA, E. L. de. Royalties do petróleo e educação: análise da ciência da alocação. Revista Brasileira de Pós-Graduação v. 8, n. 1, 2011.
- GROSSMAN, M. The Human Capital Model of the Demand for Health[S.I.], 1999. (Working Paper Series, 7078).
- HARTWICK, J. M. Intergenerational equity and the investing of rents from exhaustible resources. The american economic review JSTOR, v. 67, n. 5, p. 972{974, 1977.
- HOTELLING, H. The economics of exhaustible resources Journal of political Economy, The University of Chicago Press, v. 39, n. 2, p. 137{175, 1931.
- IBGE. Contas Nacionais 2010{2019. Available in: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=o-que-e> Access in 02/02/2021.
- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (PNADC) 2014{2019. Available in: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/17270-pnad-continua.html?=&t=o-que-e-i>. Access in 02/04/2021.
- IPEA. Índice nacional de preços ao consumidor amplo (IPCA) geral: índice (dez. 1993 = 100) 2010{2019. Available in: <http://www.ipeadata.gov.br> i. Access in 02/02/2021.
- MARTIN, X. X. Sala-i. I just ran two million regressions. The American Economic Review JSTOR, p. 178{183, 1997.
- MEHLUM, H.; MOENE, K.; TORVIK, R. Institutions and the resource curse. The economic journal, Oxford University Press Oxford, UK, v. 116, n. 508, p. 1{20, 2006.
- NISHIJIMA, M.; SARTI, F. M.; CANUTO, O. Does the brazilian policy for oil revenues distribution foster investment in human capital? Energy Economics Elsevier, v. 88, p. 104760, 2020.
- PLOEG, F. Van der. Natural resources: curse or blessing? Journal of Economic literature, v. 49, n. 2, p. 366{420, 2011.
- POSTALI, F. A. S. Petroleum royalties and regional development in brazil: The economic growth of recipient towns. Resources Policy Elsevier, v. 34, n. 4, p. 205{213, 2009.
- POSTALI, F. A. S.; NISHIJIMA, M. Distribuição das rendas do petróleo e indicadores de desenvolvimento municipal no brasil nos anos 2000. Estudos Econômicos (São Paulo) SciELO Brasil, v. 41, n. 2, p. 463{485, 2011.
- REIS, D. A.; SANTANA, J. R. Os efeitos da aplicação dos royalties petrolíferos sobre os investimentos públicos nos municípios brasileiros Revista de administração pública SciELO Brasil, v. 49, n. 1, p. 91{118, 2015.
- RODRIGUES, R. E. A. et al. Rendas do petróleo e indicadores sociais: Uma análise acerca da lei dos royalties". Anais do 48º Encontro Nacional de Economia-Anpec2020.

- ROSENBAUM, P. R.; RUBIN, D. B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, Oxford University Press, v. 70, n. 1, p. 41-55, 1983.
- ROSS, M. L. The oil curse: How petroleum wealth shapes the development of nations. Princeton University Press, 2013.
- SACHS, J. D.; WARNER, A. M. Natural resource abundance and economic growth. *World Development*, 1995.
- SACHS, J. D.; WARNER, A. M. The curse of natural resources. *European economic review* Elsevier, v. 45, n. 4-6, p. 827-838, 2001.
- SEABRA, A. A. D. et al. Management of pre-salt oil royalties: Wealth or poverty for Brazilian coastal zones as a result? *Resources Policy* Elsevier, v. 45, p. 1-8, 2015.
- STN. Contas Anuais Municipais 2010-2012. Available in: <https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/nbra-dados-contabeis-dos-municipios-1989-a-2012/2012/2012>. Access in 02/02/2021.
- STN. Contas Anuais Municipais 2013-2019. Available in: https://sicon.tesouro.gov.br/sicon/pages/public/consulta_nbra/nbra_list.jsf. Access in 02/02/2021.
- VOGEL, K. B. The Effect of Oil Windfalls on Political Corruption: Evidence from Brazil. Tese (Doutorado) | UC San Diego, 2021.

A APÊNDICE

O modelo logístico, contido na [Table A1](#), foi estimado levando em consideração oito variáveis, onde todas estão em termos per capita, com exceção das dummies. Os resultados mostram que três variáveis aumentam a probabilidade do tratamento, respectivamente, o valor dos royalties, a produção de petróleo em terra e dummy que indica se a unidade possui faixa litorânea. Embora a produção de petróleo em mar reduza a probabilidade, em hipótese, municípios com maiores reservas demorariam mais a iniciar a exploração de um novo campo de petróleo. Ao usar um modelo alternativo com dummies de municípios produtores em terra e em mar, ambas têm coeficiente positivo.

Table A1: Resultados para o Modelo Logit

Varáveis	Coefficiente	P-Valor	Efeito Marginal	P-Valor
Constante	-1,069	0,001	-	-
Royalties	0,004	0,001	0,009	0,001
Produção de Petróleo em Mar	-0,106	0,001	-0,023	0,001
Produção de Petróleo em Terrestre	0,971	0,001	0,251	0,003
Receita orçamentaria	0,0002	0,153	0,004-02	0,152
Despesa de saúde	0,001	0,189	0,001-01	0,189
Despesa de Educação	-0,002	0,001	-0,004-01	0,001
Municípios Costeiros	1,529	0,001	0,361	0,001
Municípios Vizinhos do Produtor em Mar	0,355	0,155	0,081	0,167

Fonte: Elaborado pelos autores

A [A1a](#) e [A1b](#) mostram a distribuição do escore de propensão antes e depois do pareamento. O matching foi realizado pelo método K Vizinhos Mais Próximos, considerando $K = 1; 2; \dots; 5$. O melhor valor para K foi escolhido de acordo com a melhor sobreposição das distribuições do

