

Área 4: Teoria Econômica e Métodos Quantitativo

Efeitos da construção de parques eólicos sobre indicadores econômicos e fiscais municipais†

Rômulo Eufrosino de Alencar Rodrigues¹

Mestre em Economia Rural pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural – PPGER/UFC. Doutorando em Economia (PPGE/UFPB).

Endereço: 900, 58.051 - Jardim Cidade Universitária, João Pessoa - PB, 58051-830. E-mail: romuloeco@outlook.com. Telefone: (88) 99243-9984.

Edward Martins Costa²

Doutor em Economia pelo (PIMES/UFPE). Prof. Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER/UFC) e do Departamento de Economia Agrícola (DEA/UFC). Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 - CNPq.

Endereço: Av. Mister Hull, 2977 – Campus do Pici, Bloco 826, Fortaleza - CE, 60.440-970. E-mail: edwardcosta@ufc.br. Telefone: (85) 3366-9716

Guilherme Irffi³

Doutor em Economia pelo (CAEN/UFC). Prof. Programa de Pós-Graduação em Economia (CAEN/UFC) e do Departamento de Economia Aplicada (DEA/UFC). Bolsista de Produtividade em Pesquisa 2 - CNPq.

Endereço: Av. da Universidade, 2700 - Benfica, Fortaleza - CE, 60020-181. E-mail: guidirffi@gmail.com. Telefone: (85) 3366-7751

José Newton Reis Pires⁴

Doutor em Economia pela (ESALQ/USP). Prof. Programa de Pós-Graduação em Economia Rural (PPGER/UFC) e do Departamento de Economia Agrícola (DEA/UFC).

Endereço: Av. Mister Hull, 2977 – Campus do Pici, Bloco 826, Fortaleza-CE, 60.440-970. E-mail: newton@ufc.br. Telefone: (85) 3366-9716

† Os autores agradecem aos comentários e sugestões de Marcos Falcão (ETENE/BNB).

¹ Agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

² Agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

³ Agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

⁴ Agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Área 4: Teoria Econômica e Métodos Quantitativo

Efeitos da construção de parques eólicos sobre indicadores econômicos e fiscais municipais

RESUMO

A implantação de parques eólicos gera, além de maior capacidade energética, externalidades voltadas ao desenvolvimento industrial interno brasileiro, exportação de equipamentos, emprego e, conseqüentemente renda, em nível regional e local, antes, durante e após a implantação do projeto. Assim, o objetivo deste trabalho é identificar o impacto econômico e fiscal causado após a operação dos parques eólicos nos municípios brasileiros. Especificamente, foram mensurados efeitos sobre o Produto Interno Bruto e suas desagregações entre agropecuária, indústria e serviços, assim como da receita tributária e na desagregação de impostos, o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) e Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN). Para atender os objetivos, foi utilizada uma amostra com 60 municípios tratados e 266 controles, com 11 anos de informações, para o período de 2005 a 2015, usando o método de Diferença em Diferença. Os resultados encontrados apresentam efeitos significantes sobre o Valor Agregado Bruto (VAB) da agropecuária. O VAB da indústria e serviços, entretanto, mostra impactos negativos, repercutindo sobre os impostos, negativamente, em decorrência da ligação entre o avanço econômico e a arrecadação. O impacto causal da operação de parques eólicos não responde às variáveis de receita tributária, ISSQN e ICMS, podendo ser efeitos de isenções fiscais.

Palavras-chave: Parques eólicos, Efeitos Econômicos, Diferenças em Diferenças.

Classificação Jel: C54. Q42

ABSTRACT

The implementation of wind farms generates, in addition to greater energy capacity, externalities aimed at the Brazilian industrial development, equipment exports, employment and, consequently, income, at a regional and local level, before, during and after the implementation of the project. Thus, the objective of this work is to identify the economic and fiscal impact caused after the operation of the wind farms in the Brazilian municipalities. Specifically, effects on the Gross Domestic Product and its breakdowns between agriculture, industry and services, as well as tax revenue and tax breakdown, the Tax on the Circulation of Goods (ICMS) and the Tax on Services of Any Nature (ISSQN) were measured. To meet the objectives, a sample was used with 60 treated municipalities and 266 controls, with 11 years of information, for the period from 2005 to 2015, using the Difference in Difference method. The results found have significant effects on the Gross Aggregate Value (GVA) of agriculture. The GVA of industry and services, however, shows negative impacts, negatively impacting on taxes, due to the link between the economic advance and the collection. The causal impact of the operation of wind farms does not respond to the variables of tax revenue, ISSQN and ICMS, and may be effects of tax exemptions.

Keywords: Wind farms, Economic Effects, Differences in Differences.

Jel Classification: C54. Q42

1 Introdução

As fontes de geração de energia apresentam uma relação com o crescimento econômico dos países, tanto que estudos intensificaram as análises do crescimento econômico acompanhado pela elevação do consumo de energia, confirmando a existência de uma relação positiva, tais como, Lee e Chang (2008), Apergis e Payne (2010), Fröling (2011), Liddle (2013), com reflexos sobre o emprego e renda.

Na década de 1970 com houve primeira crise do setor energético, advinda de choques adversos nos preços do petróleo, com reflexos diretos sobre a economia mundial. Nesse sentido, com o aumento significativo das cotações internacionais do barril de petróleo, os países passaram a adotar políticas visando a autossuficiência do setor energético, principalmente no desenvolvimento de novas tecnologias voltadas às fontes alternativas de energia.

Além do caráter econômico, aumentaram as discussões acerca dos impactos ambientais do aumento da demanda energética, havendo duas linhas de debates. A primeira defende que há externalidades negativas que resultam no aquecimento global, devido ao aumento dos níveis de gases na atmosfera, denominados “gases de efeito estufa”⁵. A segunda, contrária, argumenta que esse fenômeno não ocorre por influência humana, sendo um efeito natural e cíclico da terra. Mesmo não havendo consenso, o resultado foi a busca crescente por fontes de energia limpa.

Entre as fontes alternativas de energia⁶, a eólica, ainda com pouca participação na matriz energética mundial, correspondente a 0,6% segundo a Agência Internacional de Energia – IEA (2016), avança consideravelmente quanto à geração elétrica mundial, respondendo por 3,9%. Ademais, nas últimas décadas, o progresso tecnológico resultou em um crescente aumento de implantação de parques geradores em diversos países. No Brasil, segundo o Atlas da Energia Elétrica (2008), as áreas mais propensas à exploração de parques eólicos, estendem-se do Rio Grande do Norte até o Amapá, em áreas do interior da Bahia e de Minas Gerais, e no litoral do Rio Grande do Sul. De acordo com Ricosti (2011), com grande amplitude territorial, a capacidade geradora eólica que o Brasil pode alcançar no futuro é calculada em 300 GW, o que equivale a 114 usinas nucleares, possuindo alta importância em virtude do aumento da demanda de energia no decurso do tempo.

Para Melo (2013), o ano de 2012 foi marcado pela consolidação da geração de energia e indústria eólica brasileira, com 2,5 GW de potência instalada, equivalente a 2% de participação na matriz elétrica. Apenas no ano citado, foram instalados 40 novos parques eólicos, resultando em adicionais 1 GW ao sistema. Em termos comparativos, no período de 1998 a 2011 foi adicionado o mesmo volume energético ao sistema. Segundo Bezerra (2018), o Brasil já possui mais de 13GW de capacidade instalada de fonte eólica, ou seja, teve um aumento de 5,2 vezes o valor disponível em 2012.

As tecnologias dirigidas a fontes alternativas de energias são intensivas em capital financeiro, em maior predominância na fase inicial de implantação do projeto, em que, em específico a eólica, os custos iniciais em equipamentos correspondem até 75% do investimento total (SIMAS e PACCA, 2013). Assim, a crescente construção de parques eólicos tende a propiciar externalidades voltadas ao desenvolvimento industrial interno, emprego e, conseqüentemente, renda, em nível regional e local, antes, durante e após a implantação do projeto (BERGMANN *et al.*, 2006; FRANKHAUSER *et al.*, 2008; TOURKOLIAS; MIRASGEDIS, 2011). Os estudos de Simas (2012), Resende (2015), Rintzel *et al.*, (2017) Martini *et al.*, (2018) e Rodrigues *et al.*, (2018), encontram evidências parecidas sobre indicadores econômicos.

⁵ Os principais são: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). O CO₂ liberado é principalmente pela combustão de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão.

⁶ Fotovoltaica, geotérmica, maremotriz, etc.

Com relação às comunidades rurais, onde muitos dos parques eólicos são instalados, estes podem contribuir para impactos nessas localidades, desde a da geração de renda pela alocação da terra e, em virtude desta, aumento do emprego, assim como os serviços locais ampliados durante a construção, como estadia e alimentação, mas de caráter temporário. Corroborando as ideias de Bergmann *et al.*, (2006), em estudo feito na Escócia, a população rural tem maior percepção do impacto das energias renováveis do que a população urbana, especialmente quanto à geração de empregos. Nesse sentido, Simas e Pacca (2013) mensuraram que até 2020 serão gerados 195 mil empregos no Brasil em virtude da energia eólica, com grande potencial para a criação de empregos em localidades rurais.

Diante do exposto, pretende-se verificar o impacto da implantação de parques eólicos sobre indicadores econômicos e fiscais dos municípios brasileiros, considerando o período de 2005 a 2015. Para atender o objetivo de pesquisa, utiliza-se o método de quase experimento amostral de diferenças em diferenças para a identificação do impacto econômico causado após implantação dos parques de geração de energia eólica (doravante parques eólicos), sendo controlado por municípios circunvizinhos que teriam, em teoria, condições semelhantes de velocidade dos ventos, condição essencial para a implantação dessa fonte de energia.

Assim, espera-se com esse artigo contribuir com a literatura por analisar os efeitos de curto prazo sobre o Produto Interno Bruto e suas desagregações de agropecuária, indústria e serviços (indicadores econômicos) assim como da Receita Tributária, o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) e Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) – indicadores fiscais. Além disso, acredita-se que o emprego do método de Diferenças em Diferenças, assim como a observação desses efeitos em um período temporal mais alongado, possa possibilitar uma avaliação mais robustas dos impactos ocasionados pela construção e funcionamento dos parques eólicos nos municípios brasileiros.

O artigo foi estruturado em seis seções, incluindo essa introdução. A próxima apresenta a relação entre energia e crescimento econômico a partir de uma revisão da literatura com evidências empíricas de estudos brasileiros sobre o setor de geração de energia eólica. Os procedimentos metodológicos como a estratégia de identificação dos efeitos, o método de diferenças em diferenças, bem como a fonte e a descrição dos dados é o tema da terceira seção. Em seguida, são apresentados e discutidos os resultados descritivos e econométricos sobre os efeitos econômicos e fiscais dos parques eólicos. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

2 A relação entre energia e crescimento econômico

A literatura é vasta na análise do crescimento econômico acompanhado pela elevação do consumo de energia. Lee e Chang (2008), Apergis e Payne (2010), Fröling (2011), Liddle (2013), dentre outros, confirmam a existência de uma correlação positiva entre energia e crescimento econômico. Existe também estudos que analisam o crescimento econômico e a infraestrutura elétrica como Calderón e Servén (2002) e Vizioli (2014) e, com o enfoque da oferta de energia, os de Dalgaard e Strulik (2007), Dinkelman (2011) e Lipscomb *et al.*, (2013).

Mason (1955) mensura uma relação positiva entre renda nacional e consumo de energia *per capita* por meio do coeficiente da elasticidade-renda. Foram analisados 42 países com base em dados de consumo de energia e renda nacional de 1952, sendo encontrada uma elasticidade-renda próxima a 1 (unidade).

Com base em uma função de produção agregada, que teve como insumos energia, força de trabalho e estoque de capital, Lee e Chang (2008) analisaram o consumo de energia e PIB real para 16 países asiáticos e encontraram efeitos positivos; de maneira quantitativa, o aumento do consumo de energia em 1% acarretaria em elevação de 0,32% no PIB. Ao separar-se, entretanto, a amostra em grupos, Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APEC) e

Associação de Nações do Sudeste Asiático (ASEAN), a elasticidade se reduz, mas mantendo os efeitos positivos.

Apergis e Payne (2010) fizeram o uso de abordagem semelhante à de Lee e Chang (2008) para nove países sul americanos de 1980 a 2005, com as mesmas variáveis utilizadas, adicionando-se a tendência. Os autores encontraram que o aumento de 1% no consumo da energia aumenta o PIB real em 0,42%. Com a cointegração das variáveis, estimou-se um VECM (*Vector Error Correction Model*), apontando a presença de causalidade unidirecional tanto no curto como no longo prazo, no sentido do consumo de energia para crescimento econômico.

Fröling (2011) utilizou dados anuais de 1800 e 1970, usando como insumo energia, trabalho, terra e conhecimento na produção do bem final. A autora conclui que os fatores, em especial energia, contribuem consideravelmente para o PIB, mesmo que a produtividade total dos fatores tenha sido relativamente mais importante. A maior inovação do trabalho advém da tecnologia da produção que faz parte de modelo, com diferenciações entre o progresso tecnológico no setor de bens finais e a eficiência da conversão do setor energético.

Para evidenciar a relação entre o consumo de eletricidade/energia e crescimento econômico a partir de 4 subamostras com níveis de renda diferenciados de 1971 e 2007, Liddle (2013) utiliza uma função de produção Cobb-Douglas, adicionando urbanização como um fator de mudança. As elasticidades foram calculadas pelo estimador *Augmented Mean Group*, robusto a variáveis não estacionárias, enquanto os resultados são similares para todos os grupos com relação à eletricidade e energia, mas existe variância em magnitude entre eles. Para o modelo de energia, a elasticidade diminuiu em magnitude com a urbanização. Ademais, há considerável variação na elasticidade do consumo de eletricidade, todavia, as medidas de dispersão são semelhantes entre os níveis de renda.

Para comparar o crescimento econômico da América Latina ao do Leste Asiático, Calderón e Servén (2002) consideram uma amostra de 101 países de 1960 a 1997, em que força de trabalho, capital físico, capital humano, trabalho e infraestrutura figuram como insumos produtivos. Os resultados apontaram que 37,56% da diferença entre o crescimento do Brasil e dos Tigres Asiáticos explica-se pelo déficit em infraestrutura, dos quais 17,13% decorrem de variadas capacidades de geração de energia elétrica. Especificamente para o Brasil, os autores estimaram que a infraestrutura responde por 34,65% para o produto.

A relação entre investimentos públicos em energia e crescimento econômico no Brasil é analisada por Vizioli (2014), que considera o período de janeiro de 2000 a dezembro de 2012. Os resultados sinalizam o efeito dos investimentos públicos em energia relativamente aos investimentos públicos totais no crescimento do PIB *per capita* brasileiro tem magnitude, variando de 27,9% a 46,33% nos modelos estimados.

Ao testarem a teoria de acumulação de capital e crescimento, que pressupõe que, em virtude da ausência de progresso tecnológico, o crescimento se dá apenas pela capacidade de ofertar energia suficientemente para manter aumentos contínuos no estoque de capital *per capita*, Dalgaard e Strulik (2007) utilizam uma amostra de 86 países, para 1996. O efeito estimado para o capital *per capita* com relação ao consumo de energia foi de 0,6, sendo a relação desta com o PIB, por meio da instrumentalização pela população, indicando uma robusta variabilidade da renda, sendo explicada pelo consumo total de energia.

Utilizando dados anuais no período de 1996 a 2006 da África do Sul, Dinkelman (2011) estima o impacto de projetos de eletrificação no crescimento do emprego em localidades rurais. Os resultados apontam que a taxa de pobreza da comunidade e a participação das mulheres têm sinais positivos, sugerindo que os projetos se direcionam a áreas mais pobres. Por fim, os efeitos da eletrificação na taxa de ocupação mostram que o emprego cresce em locais que ganham acesso à eletricidade, sendo que o virtuoso aumento na eletricidade local aumenta em 9,5% a taxa de emprego de mulheres.

Neste mesmo sentido, Lipscomb *et al.*, (2013) buscam examinar o efeito da eletrificação no desenvolvimento brasileiro de 1960 a 2000, a nível municipal. E, ao relacionarem o desenvolvimento do município com sua eletrificação do mesmo, encontram uma forte ligação entre a renda e a eletrificação. Eles também analisam a evolução do IDH, em que com efeitos fixos e tendências sugerem que se determinado município passa de não eletrificado para totalmente eletrificado, há um aumento do IDH em 9 a 11%, tendo, em sua decomposição, efeitos positivos, principalmente na educação e na renda, com efeito quase insignificante na saúde. Ademais, a eletrificação tende a aumentar tanto o emprego formal, como também a população economicamente ativa, especialmente em municípios onde a eletrificação vai do zero até a sua totalidade, aumentando em 17 a 18% na probabilidade de emprego, muito em virtude da redução do analfabetismo representando em 8% em razão de melhora na qualidade da educação constatada.

Ozturk (2010) realiza uma síntese da literatura sobre a relação entre energia e crescimento econômico, cujos estudos buscam analisar o crescimento econômico ou a direção da causalidade entre essas duas variáveis. Nesse sentido, o autor salienta a variabilidade nos resultados, não existindo consenso, muito em virtude da base de dados, às características dos países estudados, às variáveis de controle utilizadas e às diferentes metodologias econométricas utilizadas. O autor, entretanto, sinaliza que há predominantemente estudos resultantes na causalidade da relação de consumo da eletricidade para o crescimento econômico.

2.1 Energia e estudos empíricos do setor eólico no Brasil

De acordo com Tolmasquim (2012), um dos pilares que sustentam a economia é a capacidade de prover logística e energia que acompanhem sua produção, com segurança e em condições competitivas. Corroborando esse pensamento, Vizioli (2014) argumenta que infraestrutura voltada à energia tem grande relevância, sendo importante no desempenho socioeconômico dos países, sem o qual o crescimento econômico ao longo do tempo seria dificilmente alcançado.

Em razão da importância da energia, ligada diretamente à expansão da qualidade de vida, principalmente nos países emergentes, são ampliadas as preocupações com infraestrutura quanto ao aparato energético e à garantia de oferta no longo prazo (MARTINS *et al.*, 2008). Goldemberg (1998) salienta que os países emergentes têm um consumo de energia *per capita* menor do que em países desenvolvidos, em virtude que estes estão em fase de desenvolvimento e expansão da produção de bens e serviços, assim como de redução das disparidades ao acesso à energia.

No ano de 2016, a produção de energia na América do Norte foi 3,5 vezes superior à da América do Sul onde os países são menos desenvolvidos. Em específico ao Brasil, são ofertados para cada indivíduo, em média, 1,45 tep ao ano, enquanto nos Estados Unidos esse número é de 6,8 tep. Ademais, foram consumidos 4.128.000 GWh de energia elétrica, um volume superior 7,8 vezes ao consumido no Brasil, evidenciando a correlação entre energia e economia (IEA, 2016).

Segundo Goldemberg e Lucon (2007) o aumento da oferta de energia está ligado intrinsecamente ao crescimento econômico dos países, evidenciando a importância da necessidade de garantia e segurança do suprimento de energia para a manutenção desses ganhos. Finn (1991) argumenta em razão do aumento da produção, mais insumos se fazem necessários, logo, mais energia é despendida no processo produtivo, em virtude de a energia ser um importante item para a utilização do capital. Portanto, a eletricidade é fonte primária de energia para diversos setores produtivos, sendo um insumo básico da economia e, por consequência, sendo condição essencial para o desenvolvimento socioeconômico.

O consumo de energia é um forte indicador de desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2008). Assim, o nível de consumo de energia reflete o ritmo das atividades da economia, bem como a capacidade de fornecer bens e serviços tecnologicamente mais avançados.

Ao longo do século XX o Brasil experimentou rápido crescimento econômico, ocasionando aumento da demanda de energia primária. Entre os fatores que determinaram esse crescimento, destaca-se o processo de industrialização que demanda cada vez mais os aportes de capital fixo, alta reversão de uma população essencialmente rural para uma urbana, unida ao crescimento demográfico, e ampliação considerável da malha rodoviária. De 1940 a 1950, com uma população de cerca de 41 milhões de habitantes, dos quais 69% se concentravam no meio rural, o consumo brasileiro de energia primária era de apenas 15 milhões de tep (TOLMASQUIM *et al.*, 2007).

Desde 1970, ano que inicia a disponibilização de dados do Balanço Energético Nacional, a energia primária demandada, no início da série, era menor do que 70 milhões de tep, enquanto o contingente populacional atingia 93 milhões de habitantes. Já no ano de 2000 a demanda de energia quase triplicou, alcançando 190 milhões de tep, ao passo que a população sequer dobrou, correspondendo a 170 milhões de habitantes. Com base nos dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) orientados para o consumo de energia elétrica, o Brasil passou de 18.346 GWh na década de 1960, para 304.634 GWh em 2000, crescendo em média 7,35% ao ano.

De acordo com Wolfram *et al.*, (2012), a importância da análise dessa correlação com crescimento econômico é ainda mais relevante para países como o Brasil, cujo crescimento tende majoritariamente para a distribuição de renda, com a demanda energética crescendo mais rápido que sua renda *per capita*. Isso ocorre nesses países pelo fato de haver muitas famílias saindo da pobreza, logo, a elasticidade-renda da demanda por energia possui alta elevação se comparada a países onde o crescimento favorece famílias na extremidade superior da distribuição.

Viterbo (2008) salienta, entretanto, a fragilidade do setor elétrico brasileiro, concernente à falta de planejamento e investimento em infraestrutura desde o início da década de 1980, período no qual o País se encontrava em profunda crise econômica, que resultou no quadro atual com a infraestrutura sendo o principal entrave para o segurança do setor.

Nesse contexto, devido à concentração de produção de energia elétrica por grandes usinas hídricas, há crises corriqueiras de abastecimento em virtude de escassez de chuvas nessas localidades, como a de 2001 e mais recentemente a de 2015. Com a redução da oferta de energia hidroelétrica, as usinas termoeletricas são acionadas em maior proporção aumentando o custo econômico da energia elétrica. Entretanto, esse quadro vem mudando com o sucesso da implantação de parques eólicos, havendo a complementariedade entre o ciclo dos ventos e o ciclo das águas, em outras palavras, em momentos de maior escassez aquífera há o vento mais apropriado para a produção de energia.

Devido o pouco tempo de consolidação dos parques eólicos no Brasil, a literatura empírica sobre os efeitos proporcionados pela construção desses parques eólicos é recente. Há, porém, uma série crescente de estudos que procuraram medir os impactos dessas usinas eólicas no contexto local. Nesse aspecto, estudos como os de Simas (2012), Resende (2015), Rintzel *et al.*, (2017), Martini *et al.*, (2018) e Rodrigues *et al.* (2018), são exemplos desse tipo de estudo.

Simas (2012) buscou verificar as repercussões no emprego no Brasil, advindas da geração de energia eólica. Através de dados primários oriundos de entrevistas em 18 parques eólicos e empresas de componentes para o setor, fazendo uso do método de análise de matriz insumo-produto, foram encontradas evidências de que o setor de energia eólica tem o potencial de geração de 330 mil empregos até 2020, sobretudo no setor de construção.

Ao tratar-se de impactos no plano municipal, Resende (2015) procurou averiguar o efeito da construção de parques eólicos sobre os preços dos aluguéis, a partir de dados do Censo Demográfico (IBGE) de 1991 e 2010, concernentes a 18 municípios que receberam parque eólico entre esses anos. Utilizando a metodologia de controle sintético, foi observado que os aluguéis ficaram 8,3% mais caros nos municípios que receberam parques eólicos em comparação ao grupo de controle.

Já Rintzel *et al.*, (2017), investigaram a região Sul, com relação aos efeitos da instalação de parques eólicos nos municípios, fazendo uso de dados de mercado de trabalho da Relação Anuais de Informações Sociais (RAIS), do valor adicionado desagregado por grandes setores do IBGE e informações de receitas de impostos do Sistema de Coleta de Dados Contábeis e Fiscais dos Entes da Federação (SISTN) para os anos de 1999, 2006 e 2013. O estudo utilizou o método estrutural diferencial, verificando resultados positivos para todas as variáveis, especialmente para o nível de emprego.

Com relação ao Nordeste brasileiro, Rodrigues *et al.*, (2018) procuram analisar o impacto dos parques eólicos no nível de emprego para os municípios da região, na massa salarial e no número de firmas em cada unidade. Para alcançar o objetivo, foram utilizados dados da ANEEL e do mercado de trabalho da RAIS, do Ministério do Trabalho, por meio do pareamento por Propensity Score Matching. O trabalho constatou que os municípios com usinas eólicas denotam maior massa salarial e número de firmas do que as demais, entretanto, o efeito sobre o emprego não teve significância.

Por fim, Martini *et al.*, (2018) buscaram os efeitos das construções de usinas eólicas na economia dos municípios brasileiros, fazendo uso de 12 fontes de dados, que totalizaram 250 variáveis, no período de 2008 a 2014. Para alcance dos resultados, foi utilizado o Método de Controle Sintético, com o método LASSO para a seleção das covariadas mais importantes. Assim, os resultados alcançados demonstraram-se heterogêneos, mas com efeitos medianos positivos, sendo mais favoráveis após dois anos de construção dos parques, assim como os de maior investimento.

Os estudos empíricos comentados mostram uma relação positiva entre energia e crescimento econômico, assim como, em específico, aos parques de energia eólica, os estudos corroboram potenciais efeitos positivos de sua construção nas localidades em questão. Voltando-se, todavia, ao enfoque do estudo, os trabalhos destacados, com exceção de Martini *et al.* (2018) e Resende (2015), que este último ao utilizar apenas um ponto no tempo (pré-tratamento), foram observados casos específicos e não controlaram o problema da base quanto a quantidade reduzida de afetados pelo tratamento, podendo comprometer inferências estatísticas sobre o impacto nessas localidades. Desse modo, este trabalho usa uma metodologia ainda não utilizada e apropriada para responder o problema de pesquisa e um período temporal mais alongado que possibilita uma análise mais coesa dos efeitos.

3 Metodologia

3.1 Estratégia de Identificação

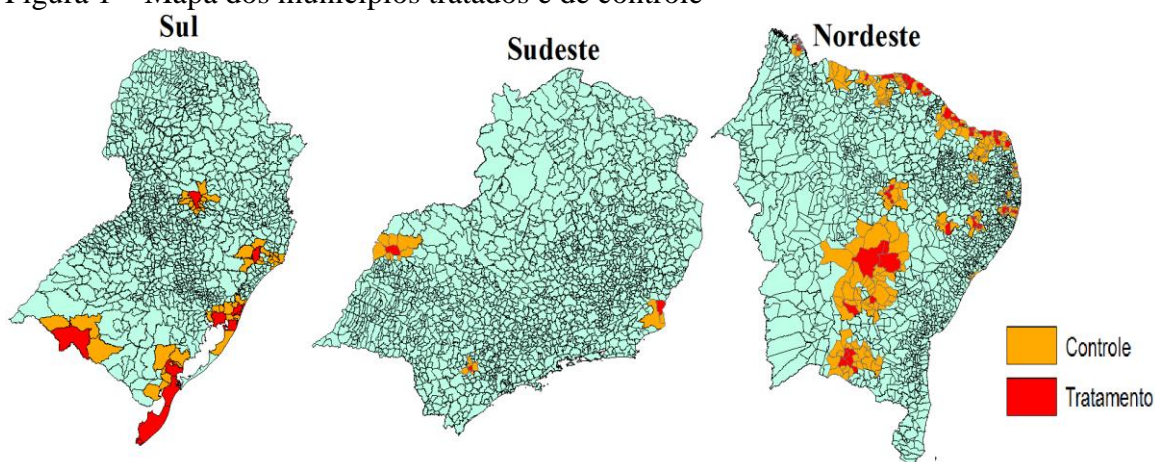
Para avaliar o efeito da implantação dos parques de geração de energia eólica em indicadores econômicos e fiscais dos municípios brasileiros deve-se responder a indagação do que teria acontecido com os municípios que receberam esses parques caso eles não tivessem recebido? Para isto, é preciso considerar um contrafactual para comparar os resultados em duas situações, a saber: i) na presença do parque eólico; ii) caso não tivesse recebido (ausência de) parque de geração de energia eólica.

Uma primeira estratégia consiste em considerar a análise de resultados em dois períodos de tempo, antes e após, nos municípios que receberam a instalação de parques de geração de energia eólica. No entanto, espera-se que o resultado seja viesado pelas tendências temporais na variável de impacto ou pelo efeito do evento.

Sendo assim, se faz necessário ter um grupo de comparação, denominado grupo de controle para identificar os efeitos dos parques eólicos nos municípios brasileiros sobre indicadores econômicos e fiscais. Para a criação do grupo de controle, utiliza-se o argumento proposto por Castro (2008) consoante o qual as turbinas eólicas atingem sua potência máxima com ventos de velocidade de 10 a 15 m/s, sendo necessária a existência de um fluxo que seja razoavelmente forte e permanente.

Neste sentido, o impacto econômico dos parques de energia eólica depende da alocação de turbinas em locais com velocidade de vento apropriada. Sendo assim, há a impossibilidade de geração de energia eólica em locais que tenham ventos com alta intensidade ou baixa demais e, portanto, como há limitação de dados sobre o vento, os municípios selecionados para compor o grupo de controle são os municípios circunvizinhos aos municípios tratados, dessa forma, possuindo condições climáticas similares, como se observa na Figura 1.

Figura 1 – Mapa dos municípios tratados e de controle



Fonte: Elaborado pelos autores.

Para realizar essa análise utilizam-se informações que compreende o período de 2005 a 2015. O primeiro ano da amostra, no caso, 2005, foi escolhido por ser um ano em que não houve instalação de parques eólicos em nenhum município brasileiro; sendo 2015 o último ano da base de dados. Diante desse formato de dados, pode-se estimar o modelo de diferenças em diferenças que compara grupos (tratamento e controle) em termos de mudanças de resultado ao longo do tempo em relação aos resultados observados para uma linha de base, ou seja, pré-intervenção (HECKMAN E HOTZ, 1989).

Para estimar o modelo de Diferenças em Diferenças são necessárias algumas condições, a saber: i) a existência de (ao menos) dois períodos e tempo, sendo um antes da implantação dos parques eólicos ($t=0$) e outro após a operação destes ($t=1$). Adicionalmente, a disponibilidade de dois grupos de municípios i , com parque eólico operante ($Z_i=1$) e um grupo de controle ao qual essa condição é inexistente, em específico, que não há parques eólicos ($Z_i=0$).

Os resultados esperados Y_{it} do efeito do tratamento nos municípios pelo método de diferenças em diferenças é dado pela diferença na variável de resultado para as unidades tratadas em relação aos controles antes e depois da intervenção na forma mostrada abaixo:

$$DD = \{E(Y_{it=1}|D_{it=1} = 1, Z_i = 1) - E(Y_{it=1}|D_{it=1} = 0, Z_i = 0)\} - \{E(Y_{it=0}|D_{it=0} = 0, Z_i = 1) - E(Y_{it=0}|D_{it=0} = 0, Z_i = 0)\} \quad (1)$$

Assim, DD pode ser interpretado como o efeito médio do tratamento sobre os tratados, à medida que por hipótese o controle representa um contrafactual. Em outros termos,

representa os municípios selecionados com parques eólicos na ausência do tratamento. O modelo de DD pode ser especificado como um modelo de regressão linear, conforme segue:

$$Y_{it} = a + \gamma_1 \text{Tratamento} + \gamma_2 \text{Tempo} + \delta(\text{tratamento} * \text{tempo}) + \mu_{it} \quad (2)$$

A simplicidade do modelo acima de estimação de DD traz vantagens importantes, assim como pela capacidade de mitigar problemas de endogeneidade que ocorrem corriqueiramente ao se fazer comparações entre indivíduos heterogêneos (MEYER, 1995). No entanto, para uma maior precisão, faz-se necessário o controle por outras características passíveis de compatibilidade. Deve-se descobrir e isolar o efeito de todas as outras variáveis que podem estar causando mudanças na variável estudada, para, enfim, se ter o impacto comum aos tratados, garantindo a exogeneidade do modelo.

O colocado acima é alcançado inserindo as variáveis de controle relevantes na regressão. Com esse procedimento, determina-se, portanto, o efeito sobre a variável que se busca explicar:

$$D = \{E(Y_{it=1} | D_{it=1} = 1, Z_i = 1, X_i) - E(Y_{it=1} | D_{it=1} = 0, Z_i = 0, X_i)\} \\ - \{E(Y_{it=0} | D_{it=0} = 0, Z_i = 1, X_i) - E(Y_{it=0} | D_{it=1} = 0, Z_i = 0, X_i)\} \quad (3)$$

Do mesmo modo da equação 1, a equação 3 pode ser representada na forma de uma regressão linear, adicionando-se as covariadas, relevantes para a equiparação entre tratados e controle:

$$Y_{it} = a + \gamma_1 \text{Tratamento} + \gamma_2 \text{Tempo} + \delta(\text{tratamento} * \text{tempo}) + \beta X_{it} + \mu_{it} \quad (4)$$

Pela estimação acima, é medido o impacto sobre as variáveis de interesse por via do parâmetro da interação entre tempo e tratamento, δ . Assim, para captar o impacto econômico e fiscal nos municípios tratados, optou-se por estimar cinco equações para cada variável independente. O vetor X_{it} é composto por um conjunto de características como população, densidade populacional, número de parques eólicos, potência energética eólica instalada no município, rede de água, dentre outras. Por fim, o termo de erro é representado por μ_{it} .

3.2 A Fonte de dados

As informações sobre a data de instalação dos parques de geração de energia eólicas, o número de parques por município e a potência instalada são provenientes da ANEEL. Os indicadores econômicos municipais – PIB, PIB *per capita*, e os Valores Adicionados Brutos da Agropecuária, Indústria e Serviços⁷ – foram extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Assim como as estatísticas populacionais e a área municipal também foram obtidos no IBGE, para aferir a Densidade Populacional (razão entre População e Área).

Enquanto os indicadores fiscais considerados nessa pesquisa (Receita Tributária, Impostos, Cota do ICMS e ISSQN) são provenientes da Secretaria de Tesouro Nacional – STN, a partir do sistema de Finanças do Brasil – FINBRA.

Além dessas fontes ainda são consideradas informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, a saber: população abastecida com água, rede de água, rede de esgoto, população com esgoto, taxa de coleta de resíduos, massa coletada e energia gasta na rede. Do Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS utilizam-se a quantidade de homicídios e a Taxa de Criminalidade (Pop/homicídios/100mil).

4 Discussão dos Resultados

A apresentação e discussão dos resultados é dividida em três subseções. A primeira consiste em apresentar as estatísticas descritivas dos dados, considerando as informações dos

⁷ Foram retirados os valores reservados pelo poder público.

grupos de tratamento e controle, antes e após a implantação dos parques de geração de energia eólica nos municípios brasileiros. A seguir, são apresentados os resultados econométricos aferidos a partir da estimação do modelo de diferenças em diferenças. No entanto, optou-se por desagregar a análise dos resultados entre os indicadores econômicos e fiscais dos municípios.

4.1 Estatísticas descritivas

A Tabela 1 apresenta as características observáveis dos municípios brasileiros que receberam e os que não receberam a instalação de parques eólicos. Note ainda que os resultados consideram os anos de 2005 e 2015, respectivamente, antes e após a instalação desses equipamentos.

Em 2005, os municípios tratados (isto é, os que tiveram instalação de parques eólicos) possuem maior taxa de criminalidade, maior PIB *per capita* e maior VAB da Agropecuária. Em relação as demais características não se identifica diferença estatísticas entre os municípios tratados e os que não receberam instalação de parques de geração de energia eólica. No ano de 2015, os grupos apresentam diferenças estatísticas entre a Taxa de Criminalidade, PIB *per capita* e VAB da Agropecuária. E, assim como em 2005, os municípios tratados apresentam os maiores resultados.

Tabela 2: Estatísticas descritivas de municípios tratados e controles, 2005 e 2015.

Variáveis	2005			2015		
	Tratamento	Controle	Estatística t	Tratamento	Controle	Estatística t
Densidade Populacional	72	94	0.48	82	104	0.44
Taxa de Criminalidade	15	11	-1.52*	28	22	-2.01**
População	45.878	36.648	-0.64	49.500	40.601	-0.57
PIB <i>per capita</i>	13.877	10.271	-1.89**	20.221	14.475	-2.36***
PIB	609.695	702.224	0.16	1.017.886	952.499	-0.10
VAB da Agropecuária	39.094	28.863	-1.63*	52.041	34.465	-2.02**
VAB da Indústria	164.346	230.622	0.23	244.015	217.318	-0.16
VAB do Serviço	218.434	272.109	0.20	416.073	437.263	0.05
Receita Tributária	5.872.618	8.122.407	0.22	17.729.695	15.543.080	-0.14
Impostos	82.370	77.863,47	-0.05	115.813	108.141	-0.08
ISSQN	2.064.188	3.445.576	0.33	9.577.368	7.221.654	-0.34
Cota ICMS	10.563.134	9.898.709	-0.11	21.422.084	15.011.379	-0.81
Pop. Abastecida com Água	29.656	23.496	-0.45	37.539	30.962	-0.44
Rede de Água	69	63	-0.15	133	111	-0.49
Energia Gasta na Rede	1.098	1.278	0.21	2.419	2.360	-0.04

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da ANEEL, IBGE, FINBRA, DATASUS e SNIS.

Notas: ***, ** e * denotam p-valor < 0.01, 0.05 e 0.10, respectivamente.

4.2 Impacto econômico

A Tabela 2 reporta os impactos da instalação de parques eólicos sobre os indicadores econômicos municipais, a saber: PIB, PIB *per capita*, VAB da Agropecuária, VAB da indústria e VAB de serviços. Note que, a instalação não afeta o PIB e o PIB *per capita* municipal. Ou seja, a priori, no curto prazo não se observa diferença entre os municípios que receberam a instalação de parques eólicos *vis a vis* os municípios vizinhos que não tiveram parques instalados. Em relação ao Valor Agregado, pode-se inferir que a instalação apresenta um efeito positivo no VAB da agropecuária, aumento médio de 45,8%. Vale salientar, também, que a variável de exposição em anos do tratamento indica uma relação positiva para todos os modelos.

Tais resultados corroboram os encontrados por Rodrigues et al (2016), que apontam maior dinamização do setor agropecuário dos municípios que possuem parques eólicos, tendo 48% mais indústrias voltadas a esse setor do que municípios que não possuem. Desse modo,

os autores sugerem que a presença de usinas eólicas pode deslocar recursos para o setor agropecuário, dinamizando essa atividade na economia local. Os resultados verificados também se fazem presentes na literatura internacional onde Bergmann et al. (2006), para a Escócia, mostra que os maiores benefícios socioeconômicos da implantação de fontes renováveis de energia, em especial de energia eólica, ocorrem nas áreas rurais.

Nesse contexto, as mudanças estruturais e conjunturais nessas localidades, necessárias para a construção dos parques eólicos, podem ser as causas das externalidades positivas sobre o VAB da agropecuária encontradas. Tais mudanças, como melhoria das estradas e demais infraestruturas, fornecimento de energia a custos menores, aluguel da terra, dentre outros, propiciam melhores condições locais. Ademais, vale salientar que os municípios de tratamento possuem maior área territorial, com maior VAB da agropecuária do que os de controle, sugerindo, também, maior dinamismo desse setor, assim como apontam os resultados.

Em relação aos setores industrial e de serviços, observam-se efeitos negativos da instalação dos parques eólicos. No caso do VAB Indústria a redução média é de 28%, enquanto que no VAB de Serviços o efeito de 15,7%. Esses resultados podem ser em função de efeito transbordamento para os municípios circunvizinhos (grupo de controle), distribuindo o impacto causado na indústria e nos serviços, haja vista que a geração pode ser comercializada para outros municípios.

Outro ponto a ser levantado quanto a este resultado sobre a indústria pode ser devido a algumas características locais como, por exemplo, a realização de construção e manutenção dos parques eólicos, que levam em consideração fatores como tecnologia, máquinas e equipamentos, mão de obra especializada, dentre outras, relevantes para a indústria, e que não estão presentes intensamente nas localidades de tratamento, uma vez que são municípios com maior desenvoltura rural, gerando uma procura externa ao local, o que pode refletir ao passar do tempo, o deslocamento da indústria local em contrapartida à externa, que possui maior aporte industrial e de serviços. Portanto, esses resultados podem apresentar repercussões negativas entre o setor industrial e o de serviços em virtude da escolha da localização.

Tabela 2: Avaliação da instalação de Parque Eólico sobre Indicadores Econômicos Municipais.

VARIÁVEIS	Indicadores Econômicos				
	PIB	PIB <i>per capita</i>	VAB Agropecuária	VAB indústria	VAB serviços
Tratamento	0.266*** (0.0331)	0.266*** (0.0331)	0.0358 (0.0425)	0.516*** (0.0786)	0.254*** (0.0342)
Tratamento*Tempo	-0.116 (0.0883)	-0.116 (0.0883)	0.458*** (0.106)	-0.280* (0.164)	-0.157* (0.0893)
Parques	0.0204 (0.120)	0.0204 (0.120)	-0.115 (0.143)	-0.312 (0.203)	-0.114 (0.0981)
Potência	-0.0109 (0.0142)	-0.0109 (0.0142)	0.0227 (0.0161)	-0.00741 (0.0246)	-0.0176 (0.0124)
Acumulado Parques	0.226** (0.0902)	0.226** (0.0902)	0.0550 (0.0898)	0.773*** (0.114)	0.305*** (0.0684)
Acumulado potência	-0.00746 (0.0111)	-0.00746 (0.0111)	-0.0274* (0.0149)	-0.00194 (0.0196)	-0.00168 (0.0115)
Diff Tratamento	0.0382* (0.0205)	0.0382* (0.0205)	0.0573** (0.0284)	0.0537 (0.0350)	0.0496** (0.0217)

População com Água	-0.0598*** (0.00942)	-0.0598*** (0.00942)	0.0379*** (0.0114)	-0.0967*** (0.0207)	-0.0843*** (0.0104)
Rede de Água	0.246*** (0.0213)	0.246*** (0.0213)	0.0256 (0.0246)	0.410*** (0.0446)	0.385*** (0.0231)
Energia Gasta com Rede	-0.00611 (0.00525)	-0.00611 (0.00525)	-0.0378*** (0.00901)	0.0139 (0.0112)	-0.0174*** (0.00595)
População com Esgoto	-0.0162** (0.00720)	-0.0162** (0.00720)	0.0173 (0.0130)	0.0118 (0.0149)	-0.0102 (0.00767)
Rede de Esgoto	0.138*** (0.0194)	0.138*** (0.0194)	-0.0180 (0.0361)	0.137*** (0.0398)	0.132*** (0.0204)
Energia Esgoto	0.0344*** (0.00887)	0.0344*** (0.00887)	0.0255 (0.0162)	0.0730*** (0.0180)	0.0253*** (0.00917)
Taxa de coleta	0.0611*** (0.00643)	0.0611*** (0.00643)	0.0623*** (0.0102)	0.110*** (0.0135)	0.0768*** (0.00683)
Massa Coletada	-0.0146 (0.0232)	-0.0146 (0.0232)	-0.0610 (0.0379)	0.0323 (0.0475)	-0.00948 (0.0251)
Densidade Populacional	0.120*** (0.0106)	0.120*** (0.0106)	-0.343*** (0.0208)	0.313*** (0.0226)	0.141*** (0.0117)
Taxa de Criminalidade	0.0270*** (0.00858)	0.0270*** (0.00858)	0.0304** (0.0132)	0.0443** (0.0188)	0.0111 (0.00955)
População	0.694*** (0.0166)	-0.306*** (0.0166)	0.715*** (0.0257)	0.523*** (0.0358)	0.771*** (0.0187)
Tendência	0.00931 (0.0148)	0.00931 (0.0148)	-0.0396* (0.0227)	-0.0356 (0.0323)	-0.0100 (0.0163)
Tendência ²	-0.000532 (0.00119)	-0.000532 (0.00119)	0.000734 (0.00188)	0.000998 (0.00255)	0.00160 (0.00131)
Constante	4.229*** (0.155)	11.14*** (0.155)	3.664*** (0.235)	2.386*** (0.333)	1.905*** (0.173)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R ²	0.809	0.330	0.386	0.609	0.833

Fonte: Elaborados pelos autores.

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

4.3 Impacto fiscal

Os efeitos da instalação de parques eólicos sobre os indicadores fiscais (Receita Tributária, Impostos, ISSQN e ICMS) dos municípios brasileiros são reportados na Tabela 3. Note que, a instalação não afeta a Receita Tributária, nem as arrecadações de ISSQN e ICMS dos municípios. Ou seja, não se verifica diferença estatística entre os municípios com e os seus vizinhos sem instalação de parques eólicos. Todavia, quanto ao efeito sobre impostos, pode-se inferir que (no curto prazo) a instalação de parques eólicos reduz a arrecadação de impostos, em média, 23,4%. Estes resultados não corroboram com os estimados por Rintzel (2017) que identificou uma relação positiva entre a arrecadação de impostos e a construção de usinas eólicas, com os efeitos se intensificando mais após os períodos de maior número de construções.

Os impactos negativos encontrados, contudo, podem ser decorrentes de isenções fiscais concedidas para a implantação dos parques eólicos, dado que à proporção temporal repercutem sobre as receitas de impostos dos municípios que possuem parques operantes. Outro aspecto a ser levantado concerne-se com os setores da indústria e de serviços, uma vez que estes sofreram externalidades negativas oriundas do efeito de transbordamento para os municípios vizinhos (ver Tabela 2), logo, por consequência, há menor arrecadação advinda desses setores, corroborando com os resultados estimados.

Nesse contexto, pode-se dizer que os resultados de impacto fiscal, em sua maioria, não respondem à condicionalidade de operação dos parques eólicos, possivelmente pela concessão de isenção fiscal, e/ou por considerar como grupo de controle os municípios circunvizinhos aqueles que possuem parques eólicos instalados. Além disso, o efeito isolado sobre a arrecadação de impostos apresenta evidências negativas causadas pela instalação dos parques eólicos, o que pode ser reflexo dos resultados estimados sobre os indicadores econômicos – VAB da Indústria e do Serviços, como consequências indiretas sobre a arrecadação de impostos. Assim, abre-se caminho para análises mais detalhadas sobre as possíveis consequências dos efeitos negativos sobre essas localidades, uma vez que possivelmente é afetada a receita orçamentária municipal a medida do tempo.

Note ainda que o efeito acumulado de parques eólicos apresenta efeito positivo sobre a arrecadação de impostos, assim como a diferença entre o ano de instalação do parque em relação ao ano de 2015, que capta uma maturação do investimento. Além disso, verifica-se que quanto maior a potência instalada nos parques eólicos, maior a receita tributária, assim como maiores arrecadações de ISSQN e ICMS. O que denota que a capacidade instalada em termos de geração de energia eólica afeta a arrecadação dos municípios.

Diante dos resultados, pode-se inferir de uma maneira geral que, a instalação de parque eólico pode ter efeito negativo sobre arrecadação de impostos, entretanto, com o aumento de parques no município e também com a maturação dos parques o efeito pode ser benéfico em termos de impostos. Por outro lado, a receita tributária, bem como as arrecadações de ISSQN e ICMS são afetadas positivamente sobre a potência acumulada a partir das instalações dos parques eólicos.

Tabela 3: Avaliação da instalação de Parque Eólico sobre Indicadores Fiscais dos Municípios

VARIÁVEIS	Indicadores Fiscais			
	Receita tributária	Impostos	ISSQN	ICMS
Tratamento	-0.430** (0.192)	0.316*** (0.0462)	-0.174 (0.180)	-0.651*** (0.201)
Tratamento*Tempo	-0.106 (0.447)	-0.234* (0.136)	-0.161 (0.441)	-0.695 (0.612)
Parques	0.330 (0.377)	0.00139 (0.128)	0.360 (0.385)	-0.0568 (0.397)
Potência	-0.0390 (0.0639)	-0.0265 (0.0183)	-0.0344 (0.0638)	-0.0925 (0.0695)
Acumulado Parques	0.131 (0.312)	0.488*** (0.0938)	0.224 (0.309)	0.390 (0.340)
Acumulado potência	0.0775* (0.0459)	0.00265 (0.0175)	0.102** (0.0467)	0.137** (0.0580)
Diff Tratamento	0.0379 (0.0613)	0.0808** (0.0363)	-0.00173 (0.0650)	0.0762 (0.0718)
População com Água	-0.0151 (0.0348)	-0.0794*** (0.0122)	0.00864 (0.0338)	0.0671* (0.0380)
Rede de Água	0.346*** (0.0693)	0.357*** (0.0261)	0.222*** (0.0691)	0.151** (0.0761)
Energia Gasta Rede	-0.115*** (0.0199)	0.00580 (0.00817)	-0.102*** (0.0201)	-0.131*** (0.0228)
População com Esgoto	0.0230	-0.0182*	0.0176	0.0347

	(0.0258)	(0.0103)	(0.0248)	(0.0268)
Rede de Esgoto	0.0333	0.167***	-0.0150	-0.0125
	(0.0604)	(0.0291)	(0.0611)	(0.0691)
Energia Esgoto	0.0921***	0.0413***	0.133***	0.100**
	(0.0336)	(0.0123)	(0.0332)	(0.0409)
Taxa de coleta	0.113***	0.0717***	0.106***	0.174***
	(0.0280)	(0.00895)	(0.0288)	(0.0338)
Massa Coletada	0.0479	-0.0396	0.0927	0.139
	(0.0876)	(0.0343)	(0.0981)	(0.120)
Densidade Populacional	0.229***	0.252***	0.152***	0.137***
	(0.0434)	(0.0139)	(0.0423)	(0.0513)
Taxa de Criminalidade	0.0262	0.0201*	0.00154	0.0176
	(0.0398)	(0.0120)	(0.0387)	(0.0448)
População	0.719***	0.683***	0.938***	0.687***
	(0.0749)	(0.0232)	(0.0702)	(0.0836)
Tendência	0.385***	-0.0267	0.360***	0.281***
	(0.0776)	(0.0216)	(0.0756)	(0.0878)
Trendência ²	-0.0306***	0.00160	-0.0303***	-0.0286***
	(0.00578)	(0.00173)	(0.00589)	(0.00688)
Constante	4.340***	0.827***	1.704***	6.202***
	(0.671)	(0.214)	(0.630)	(0.745)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586
R ²	0.241	0.759	0.250	0.151

Fonte: Elaborado pelos autores.

Notas: ***, ** e * denotam a significância estatística aos níveis de 0.01, 0.05 e 0.1

Considerações Finais

Essa pesquisa buscou identificar o impacto econômico e fiscal causado pela instalação e operação dos parques eólicos nos municípios brasileiros. Para isto, foram utilizados indicadores econômicos (PIB, PIB *per capita*, Valor Adicionado na Indústria, Agropecuária e Serviços) e fiscais (receita tributária, ISSQN e ICMS).

A partir dos resultados estimados do modelo de diferenças em diferenças, pode-se inferir que a instalação dos parques de geração energia eólica impacta positivamente no valor adicionado bruto da agropecuária. Esses resultados não são corroborados pelos setores da indústria e dos serviços, provavelmente em função de efeitos de transbordamento desses setores para os municípios circunvizinhos. Também não se observa efeito, de curto prazo, sobre o PIB e o PIB *per capita* ao comparar os municípios com parques eólicos com os circunvizinhos. Entretanto, existem efeitos sobre o acumulado de parques eólicos e também do tempo de instalação dos parques sobre o PIB e PIB *per capita*.

Vale ressaltar que, a instalação dos parques eólicos é predominantemente na região Nordeste Brasil, onde os municípios possuem uma economia menos estruturada com relação à indústria e ao setor de serviços. Em contrapartida, os municípios nordestinos possuem uma forte representatividade na agricultura familiar, embora pouco competitiva, com intensa influência em termos de ocupação da terra, trabalho e número de estabelecimentos, sendo importante para a segurança alimentar nacional.

No tocante à parte fiscal, a arrecadação de impostos responde negativamente à implantação de parques eólicos. O que pode estar em consonância com a política de isenção fiscal para atrair esse tipo de investimento local e também pelo espraiamento do efeito da instalação e geração de energia eólica. Quando analisados, porém, a receita tributária, o ISSQN e a cota ICSM, estes não respondem de forma individual ao efeito do tratamento.

Em função desses resultados, pode-se inferir que, ao menos no curto prazo, a instalação de parques de geração de energia eólica para a amostra do estudo, apresenta efeito positivo apenas sobre o VAB da Agricultura. Em outros termos, pode-se dizer que não se observa efeitos econômicos e fiscais de forma consistente em decorrência da instalação de parques eólicos nos municípios brasileiros. Vale ressaltar que, a não existência de efeitos sobre o PIB e o PIB *per capita*, bem como a resposta negativa sobre a indústria e serviços, podem ser atribuídos ao efeito transbordamento dado os controles (municípios) serem próximos ao tratamento, refletindo sobre o efeito negativo dos impostos adicionado as isenções para atração desse tipo de investimento que é intensivo em capital.

REFERÊNCIAS

ABADIE, A. Semiparametric instrumental variable estimation of treatment response models. **Journal of econometrics**, v. 113, n. 2, p. 231-263, 2003.

ABRAMOWSKI, J.; POSORSKI, R. Wind energy in developing countries. **DEWI Magazine**, n. 16, p.46-53, Feb. 2000.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Saldos e Estatísticas Globais**. Disponível em < <https://www.iea.org/statistics/balances>>, acesso: 10 out. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>> Acesso: 5 nov. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informação Georreferenciada do Setor Elétrico**. Disponível em <<https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>> Acesso: 5 nov. 2018.

ALINA-FLORENTINA, Cucos. Social and economic impacts of wind power in correlation with the financial crises. The Annals of the University of Oradea. **Economic Sciences**, Romênia, v. 1, n. 2, p. 62-68, 2011.

ANEEL, ANDEE. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2008.

APERGIS, N.; PAYNE, J. Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model. **Energy Economics**, v. 32, 2010.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

BERGMANN, A.; HANLEY, N.; WRIGHT, R. Valuing the attributes of renewable energy investments. **Energy policy**, v. 34, n. 9, p. 1004-1014, 2006.

BEZERRA, F. A. Energia Eólica gera riqueza no Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, ano 3, n. 40, ago. 2018.

BLANCO, M. I.; RODRIGUES, Gloria. Direct employment in the wind energy sector: An EU study. **Energy policy**, v. 37, n. 8, p. 2847-2857, 2009.

- CALDERÓN, C. A.; SERVÉN, L. **The output cost of Latin America's infrastructure gap.** Central Bank of Chile Working Paper, n. 186, 2002.
- CASTRO, R. M. **Introdução à Energia Eólica: Energias Renováveis e Produção Descentralizada.** Universidade Técnica de Lisboa, 2008.
- COSTA, R. A.; CASOTTI, B. P.; AZEVEDO, R. L. S. Um panorama da indústria de bens de capital relacionados à energia eólica. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 229-278, mar. 2009.
- DALGAARD, C. J.; STRULIK, H. **Rediscovering the Solow model: an energy network approach.** Department of Economics, University of Copenhagen, discussion paper n. 07-09, 2007.
- DINKELMAN, T. The effects of rural electrification on employment: New evidence from South Africa. **American Economic Review**, v. 101, n. 7, p. 3078-3108, 2011.
- FANKHAESER, S; SEHLEIER, F.; STERN, N. Climate change, innovation and jobs. **Climate policy**, v. 8, n. 4, p. 421-429, 2008.
- FINN, M. G. **Energy Price Shocks, Capacity Utilization and Business Cycle Fluctuations.** Minneapolis: Institute for Empirical Macroeconomics, 1991.
- FRÖLING, M. Energy use, population and growth, 1800-1970. **Journal of Population Economics**, v. 24, p. 1133-1163, 2011.
- GOLDEMBERG, J. Energia e desenvolvimento. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 7-15, 1998.
- GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.
- GOMES, J. P. P.; VIEIRA, M. M. F. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 2, p. 295-322, 2009.
- HECKMAN, J. J.; HOTZ, V. J. Choosing among alternative nonexperimental methods for estimating the impact of social programs: The case of manpower training. **Journal of the American statistical Association**, v. 84, n. 408, p. 862-874, 1989.
- LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D. Panorama do Setor de Energia Eólica. **Revista do BNDES**, v. 39, jun. 2013.
- LEE, C.C; CHANG, C.P. Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data. **Resource and Energy Economics**, v. 30, p. 50-65, 2008.
- LIDDLE, B. The Energy, Economic Growth, Urbanization Nexus Across Development: Evidence from heterogeneous Panel Estimates Robust to Cross-Sectional Dependence. **The Energy Journal**, v. 34, n. 2, p. 223-244, 2013.

LIPSCOMB, M. A.; MOBARAK, M.; BARHAM, T. Development Effects of Electrification: Evidence from the Topographic Placement of Hydropower Plants in Brazil. **American Economic Journal: Applied Economics**, v. 5, n. 2, p. 200-231, 2013.

MASON, E. S. Energy Requirements and Economic Growth. Washington, D.C. **National Planning Association**, August, 1955.

MARTINI, R. A.; JORDÃO, M. F.; GRIMALDI, D. S. **Avaliação de Efeitos Locais da Construção de Usinas Eólicas nos Municípios Brasileiros: Uma Abordagem por Controle Sintético**. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2018.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1304, 2008.

MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 125-142, 2013.

MEYER, B. D. Natural and quasi-experiments in economics. **Journal of business & economic statistics**, v. 13, n. 2, p. 151-161, 1995.

NGUYEN, K. Q. Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam. **Energy Policy**, v. 35, n. 4, p. 2579–2589, abr. 2007.

OZTURK, I. A literature survey on energy–growth nexus. **Energy policy**, v. 38, n. 1, p. 340-349, 2010.

RENOVÁVEIS, REN Energias. Relatório da situação mundial. **REN21**, v. 17, 2016.

RESENDE, B. C. M. **O efeito da implantação de usinas eólicas sobre o preço dos alugueis**. 2015, 32f. Monografia (Graduação em Economia) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015.

RICOSTI, J. F. C. **Inserção da energia eólica no sistema hidrotérmico brasileiro**. 2011. 238f. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.

RIFKIN, J.. **A terceira revolução industrial: como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo**. São Paulo: M. Books do Brasil, 2012.

RINTZEL, L. T.; ALVES, T. W.; MASSUQUETTI, A. Análise dos impactos econômicos decorrentes da instalação dos Parques Eólicos nos Municípios da Região Sul do Brasil. *In: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL*, 20, 2017. **Anais...** Porto Alegre, 2017.

RÍO, P.; BURGUILLO, M. Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 12, n. 5, p. 1325-1344, 2008.

RODRIGUES, T. A. P., GONÇALVES, S. L.; CHAGAS, A. L. S. **Usinas eólicas e o mercado de trabalho nos municípios do nordeste brasileiro**. Rio de Janeiro, ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2018.

SIMAS, M. S. **Energia eólica e desenvolvimento sustentável no Brasil**: estimativa da geração de empregos por meio de uma matriz insumo-produto ampliada. 2012. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 99-116, 2013.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, Amilcar; GORINI, Ricardo. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos-CEBRAP**, n. 79, p. 47-69, 2007.

TOLMASQUIM, M.T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012.

TOURKOLIAS, C.; MIRASGEDIS, S. Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, n. 6, p. 2876-2886, 2011.

VICHI, F. M.; MANSON, M. T. C. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

VITERBO, J. C. **Geração de energia elétrica a partir da fonte eólica offshore**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2008.

VIZIOLI, T. R. **Infraestrutura energética e crescimento econômico**: o caso brasileiro de 2000 a 2012. 2014. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

WOLFRAM, C.; SHELEF, O.; GERTLER, P. How will energy demand develop in the developing world? **Journal of Economic Perspectives**, v. 26, n. 1, p. 119-38, 2012.