

ENERGIA EÓLICA E FINANÇAS LOCAIS: UMA ABORDAGEM DE CONTROLE SINTÉTICO DO IMPACTO ECONÔMICO NO MUNICÍPIO DE JOÃO CÂMARA/RN

Wind energy and local finances: a synthetic control approach to economic impact in the municipality of João Câmara/RN

Energía eólica y finanzas locales: un enfoque de control sintético del impacto económico en el municipio de João Câmara/RN



Magnus Kelly de Oliveira PINHEIRO – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN); ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4587-8901>
URL: <http://lattes.cnpq.br/5186219836261934>
EMAIL: magnus-oliveira@hotmail.com

Daniel de Abreu Pereira UHR – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8370-0317>
URL: <http://lattes.cnpq.br/4304478309284161>
EMAIL: daniel.uhr@gmail.com

Júlia Gallego Ziero UHR – Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4981-848X>
URL: <http://lattes.cnpq.br/0074021669666838>
EMAIL: zierouhr@gmail.com

RESUMO

Frente ao cenário de expansão da produção de energia renovável, acadêmicos e entidades públicas e privadas dedicaram-se a avaliar o impacto da instalação e uso dessas fontes na economia, tanto nacional (Simas, 2012; Rintzel, 2017; Martini, Jordão e Grimaldi, 2018; Rodrigues; Gonçalves; Chagas, 2019; Rodrigues et al., 2019; Gonçalves; Rodrigues; Chagas, 2020) quanto internacionalmente (Lantz, 2008; Reategui; Hendrickson, 2011; IRINA, 2016a, 2016b; ICF International, 2015; Böhringer et al., 2013; Inglesi-Lotz, 2016; Brown et al., 2012; De Silva et al., 2016). Nesse sentido, este estudo objetiva identificar o impacto no Produto Interno Bruto per capita do município de João Câmara durante o período de 2012 a 2020, resultante da implementação de parques eólicos. Para isso, uma base de dados em painel foi construída, incluindo informações sobre PIB, PIB per capita, população e o ano de instalação. Os dados abrangem o período de 2001 a 2020, sendo obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). O método de controle sintético, proposto por Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie, Diamond e Hainmueller (2010), foi empregado para atingir o objetivo. Análises de robustez foram conduzidas por meio do teste de placebo e do método de Diferença em Diferenças sintético. Os resultados apontam que a instalação de parques eólicos em João Câmara resultou em um aumento estatisticamente significativo de R\$ 11.942,09 no PIB per capita. Isto é, a energia eólica tem o potencial de impulsionar o crescimento econômico em municípios onde é implementada.

Palavras-chave: Parques eólicos; PIB per capita; João Câmara; Controle sintético; Crescimento econômico.

<http://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/index>

This is an open access article under the CC BY Creative Commons license

Copyright (c) 2024 Revista Geotemas

Histórico do artigo

Recebido: 17 março, 2024

Aceito: 19 junho, 2024

Publicado: 07 julho, 2024

ABSTRACT

In view of the scenario of expanding renewable energy production, academics and public and private entities have dedicated themselves to assessing the impact of the installation and use of these sources on the economy, both nationally (Simas, 2012; Rintzel, 2017; Martini, Jordão, & Grimaldi, 2018; Rodrigues; Gonçalves; Chagas, 2019; Rodrigues et al., 2019; Gonçalves; Rodrigues; Chagas, 2020) and internationally (Lantz, 2008; Reategui; Hendrickson, 2011; IRINA, 2016a, 2016b; ICF International, 2015; Böhringer et al., 2013; Inglesi-Lotz, 2016; Brown et al., 2012; De Silva et al., 2016). In this sense, this study aims to identify the impact on the Gross Domestic Product (GDP) per capita of the municipality of João Câmara during the period from 2012 to 2020, resulting from the implementation of wind farms. For this purpose, a panel database was constructed, including information on GDP, GDP per capita, population, and the year of installation. The data covers the period from 2001 to 2020, obtained from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and the National Electric Energy Agency (ANEEL). The synthetic control method, proposed by Abadie and Gardeazabal (2003) and Abadie, Diamond, and Hainmueller (2010), was employed to achieve the objective. Robustness analyses were conducted through placebo testing and the synthetic Difference-in-Differences method. The results indicate that the installation of wind farms in João Câmara resulted in a statistically significant increase of R\$ 11,942.09 in GDP per capita. That is, wind energy has the potential to drive economic growth in municipalities where it is implemented.

Keywords: Wind farms; GDP per capita; João Câmara; Synthetic control; Economic growth.

RESUMEN

Frente al escenario de expansión de la producción de energía renovable, académicos y entidades públicas y privadas se han dedicado a evaluar el impacto de la instalación y uso de estas fuentes en la economía, tanto a nivel nacional (Simas, 2012; Rintzel, 2017; Martini, Jordão y Grimaldi, 2018; Rodrigues; Gonçalves; Chagas, 2019; Rodrigues et al., 2019; Gonçalves; Rodrigues; Chagas, 2020) como internacionalmente (Lantz, 2008; Reategui; Hendrickson, 2011; IRINA, 2016a, 2016b; ICF International, 2015; Böhringer et al., 2013; Inglesi-Lotz, 2016; Brown et al., 2012; De Silva et al., 2016). En este sentido, este estudio tiene como objetivo identificar el impacto en el Producto Interno Bruto per cápita del municipio de João Câmara durante el período de 2012 a 2020, como resultado de la implementación de parques eólicos. Para ello, se construyó una base de datos en panel que incluye información sobre PIB, PIB per cápita, población y el año de instalación. Los datos abarcan el período de 2001 a 2020, obtenidos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE) y de la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL). Se empleó el método de control sintético, propuesto por Abadie y Gardeazabal (2003) y Abadie, Diamond y Hainmueller (2010), para alcanzar el objetivo. Se realizaron análisis de robustez a través de pruebas de placebo y el método sintético de Diferencias en Diferencias. Los resultados indican que la instalación de parques eólicos en João Câmara resultó en un aumento estadísticamente significativo de R\$ 11.942,09 en el PIB per cápita. Es decir, la energía eólica tiene el potencial de impulsar el crecimiento económico en municipios donde se implementa.

Palabras clave: Parques eólicos; PIB per cápita; João Câmara; Control sintético; Crecimiento económico.

1 INTRODUÇÃO

A escassez de recursos e as mudanças climáticas criaram um contexto propício para o debate sobre a importância das fontes de energia renovável. Em resposta, a Cúpula das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável ocorreu em Nova York em 2015 e estabeleceu a Agenda 2030 com o apoio de 193 líderes mundiais. Essa agenda concentra-se nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que incluem combater a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar, proteger o meio ambiente e abordar as mudanças climáticas. Nesse contexto, discutiu-se a substituição da matriz energética, enfatizando a necessidade de utilizar energia limpa e acessível para garantir energia barata, confiável, sustentável e renovável.

Outro fator favorável para a adoção de uma matriz de energia limpa é a redução das emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de energia a partir de fontes primárias. Como resultado, as fontes de energia renovável representaram 25% da geração global em 2018, tornando-se a terceira maior fonte de energia (Koebrich; Bowen; Sharpe, 2018). A energia eólica se destaca nesse cenário devido a vantagens como (i) não produzir resíduos na geração de eletricidade, (ii) ser considerada praticamente inesgotável em comparação com outras fontes, (iii) não incorrer em custos relacionados à aquisição de matéria-prima, (iv) baixos riscos ambientais na construção de suas instalações; e (v) ter uma das melhores relações custo-benefício entre as energias renováveis (Martini; Jordão; Grimaldi, 2018).

Dado esse cenário de expansão da produção de energia renovável, acadêmicos e entidades públicas e privadas dedicaram-se a avaliar o impacto da instalação e uso dessas fontes na economia local, regional e nacional (Lantz, 2008; Reategui; Hendrickson, 2011; IRINA, 2016a, 2016b; ICF International, 2015; Böhringer et al., 2013; Inglesi-Lotz, 2016; Brown et al., 2012; De Silva et al., 2016). No contexto brasileiro, alguns se dedicaram a estudos relacionados ao desenvolvimento da matriz de energia renovável no Brasil e seus impactos na economia. No entanto, a maioria desses estudos é conduzida em nível nacional ou regional, com variáveis fiscais e do mercado de trabalho predominantemente como variáveis de interesse (Simas, 2012; Rintzel, 2017; Martini; Jordão; Grimaldi, 2018; Rodrigues; Gonçalves; Chagas, 2019; Rodrigues et al., 2019; Gonçalves; Rodrigues; Chagas, 2020).

No contexto da expansão da geração de energia renovável, especialmente a energia eólica, mundialmente e no Brasil, a região Nordeste destaca-se na produção de

energia eólica, sendo responsável por mais de 90% da capacidade instalada de energia eólica onshore no Brasil. O estado do Rio Grande do Norte (RN), em particular, destaca-se, respondendo por 32,4% da capacidade total na região, tornando-se o maior produtor de energia eólica do país (Macedo; Melo; Silva, 2023). Devido as características climáticas e territoriais, pode-se afirmar que o estado apresenta os melhores ventos para instalação de parques eólicos do Brasil. As regiões de Mato Grande, Litoral Norte (Polo Costa Branca) e da Serra de Santana concentram a geração de energia a partir dos ventos do estado (Dantas et al., 2021; Da Silva; De Azevedo, 2020).

Localizada no Litoral Norte (Polo Costa Branca), a cidade de Macau, no RN, foi a primeira a receber um parque eólico, com potência instalada de 1,8 MW gerados por três turbinas eólicas com capacidade de 600 kW, o parque foi construído pela Petrobras com a finalidade de produzir energia para autoconsumo. O município de Rio do Fogo, foi o segundo a receber um empreendimento eólico, em 2006, no estado. O parque era formado por 62 turbinas com 800 kW de capacidade cada, correspondendo a 49,6 MW de potência instalada (Azevedo; Araújo; Silva, 2015).

No entanto, foi a partir dos leilões, 1º Leilão de Energia de Reserva A-3 e Leilão de Agentes Livres – ACL, realizados em 2009, que a produção de energia eólica no estado tornou-se expressiva. Além desses dois leilões, entre 2010 e 2013, outros leilões foram realizados, permitindo a celebração de 75 acordos comerciais para a instalação de novos parques eólicos no Rio Grande do Norte, gerando novos investimentos e transformações no setor eólico de geração de energia. Já em 2010 entrou em funcionamento o parque eólico Alegria I, localizado no município de Guamaré/RN. O parque eólico é constituído por 31 turbinas eólicas com capacidade instalada de 51,0 MW. Dessa maneira, em 2010, o estado do Rio Grande do Norte possuía três parques eólicos em operação, totalizando uma potência instalada de aproximadamente 102,4 MW (Dantas et al., 2021; Azevedo; Araújo; Silva, 2015).

O município de João Câmara/RN, localizado na região de Mato Grande, foi outro que viu os empreendimentos eólicos surgirem em seu território após os leilões federais realizados entre 2009 a 2013. Esses leilões resultaram em um investimento total, no município, de mais de R\$ 2.800.000.000. Entre 2012, ano da instalação do primeiro parque eólico no município, e 2020, o município de João Câmara ganha relevância no cenário estadual, por, em 2020, ser o maior produtor de energia eólica, com uma capacidade instalada de 741,6 MW e ter o maior número de parques eólicos (vinte nove) do estado do Rio Grande do Norte (ANEEL, 2020).

No período de 2012 a 2019, o município de João Câmara apresentou, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), um crescimento aproximado em seu PIB per capita (PIBpc) de cerca de 177,17%, subindo de R\$ 9.603,50 em 2012 para R\$ 26.617,73 em 2019. Esse aumento fez com que o município de João Câmara saltasse da 40ª para a 14ª posição no ranking estadual do PIBpc (IBGE, 2010¹).

Diante desse contexto, se faz necessário mensurar como a instalação dos parques eólicos afetou o PIBpc do município de João Câmara. Assim sendo, este trabalho tem por objetivo estimar os impactos no PIB per capita do município de João Câmara no período de 2012 a 2020, resultantes da instalação de parques eólicos. Um conjunto de dados em painel foi construído com informações sobre PIB, PIB per capita, população e ano de instalação de parques eólicos em municípios do Rio Grande do Norte. Todas essas informações estarão disponíveis para os municípios do Rio Grande do Norte de 2001 a 2020, obtidas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Metodologicamente, o trabalho utilizará a abordagem do método de controle sintético proposto por Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie, Diamond e Hainmueller (2010)

Essa metodologia busca comparar cada unidade tratada com uma unidade de controle sintética, que consiste em uma média ponderada de todas as unidades elegíveis disponíveis para comparação no banco de dados. O teste placebo e o método de Diferenças Sintéticas em Diferenças (Arkhangelsky et al., 2021) foram conduzidos para análises robustas.

Este trabalho está estruturado da seguinte forma: após esta introdução, uma revisão de literatura descreve como a implementação da energia eólica impactou a economia nos locais onde foi instalada. Em seguida, são apresentados os detalhes do banco de dados consolidado e as informações-chave de suas fontes. Na seção seguinte é apresentada a metodologia, a qual consiste em uma abordagem por meio do método de controle sintético proposto por Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie, Diamond e Hainmueller (2010), nessa seção expõem-se os modelos teóricos para a estimativa do método proposto. Posteriormente, são apresentados os resultados das estimativas, seguidos das considerações finais do trabalho e possíveis implicações políticas e desenvolvimentos futuros desta linha de pesquisa.

¹ Os dados da série revisada têm como referência o ano de 2010, seguindo a nova referência das Contas Nacionais.

2 O IMPACTO ECONÓMICO DA IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA

A justificativa de que a implementação de fontes de energia renovável pode impulsionar o crescimento econômico tem sido consistentemente empregada para justificar o apoio governamental. Inúmeros estudos foram desenvolvidos abordando o impacto econômico do aumento do uso de energias renováveis em diferentes escalas geográficas. Por exemplo, a IRINA (2016a, 2016b) simulou, por meio de um modelo macroeconômico (E3ME), um cenário que duplica a participação de energia renovável na matriz global de energia final até 2030, resultando em um aumento do PIB global entre 0,6% e 1,1%. Economias como a dos Estados Unidos (ICF International, 2015), União Europeia (Comissão Europeia, 2014), Alemanha, países da OCDE, entre outros (Böhringer et al., 2013; Inglesi-Lotz, 2016), também mostram efeitos positivos.

De Silva et al. (2016) argumentam que os recursos eólicos são frequentemente abundantes em regiões economicamente menos desenvolvidas, tornando o impacto do desenvolvimento da energia eólica nessas economias de interesse particular. Assim, incentivar a geração de eletricidade a partir da energia eólica, estimulando simultaneamente as economias locais, parece ser um cenário vantajoso. No entanto, é importante avaliar minuciosamente se a implementação da energia eólica pode de fato contribuir positivamente para as economias locais.

Diversos métodos foram empregados para avaliar o impacto econômico local do desenvolvimento da energia eólica. Um método comum é a abordagem de insumo-produto, que categoriza esses impactos como diretos, indiretos e induzidos. Os impactos diretos incluem aumento de renda proveniente de investimentos no desenvolvimento, construção e operação de parques eólicos. Quanto aos impactos indiretos, sua origem está no efeito multiplicador, impulsionado pela demanda por bens e serviços por parte daqueles envolvidos nos projetos. Por fim, os impactos induzidos resultam de reinvestimentos e consumo por beneficiários diretos e indiretos.

Por exemplo, Lantz (2008), utilizando o modelo Wind Economic Development Impact (JEDI) do Laboratório Nacional de Energia Renovável (NREL), que incorpora impactos diretos, indiretos e induzidos, estimou os impactos econômicos para Nebraska resultantes da instalação de 1000 MW de energia eólica. A análise revelou que, durante a fase operacional, entre 264 e 515 empregos em tempo integral seriam sustentados,

contribuindo para uma atividade econômica que varia de 30 a 57 milhões de dólares. O autor também estimou pagamentos de arrendamento de terra variando de 3,5 a 4,1 milhões de dólares anualmente e receitas de impostos locais de propriedade de 3,7 milhões de dólares anualmente.

Reategui e Hendrickson (2011), usando o modelo JEDI, elaboraram um relatório analisando os empregos e impactos econômicos da instalação de 1.000 MW de energia eólica no Texas. Durante o período de construção, esse cenário sustentou aproximadamente 240 empregos permanentes, gerou quase 260 milhões de dólares em atividade econômica, mais de 7 milhões de dólares em impostos sobre propriedades anuais e quase 5 milhões de dólares anualmente em renda para proprietários de terras, entre outros benefícios. Benefícios semelhantes são observados por Torgerson et al. (2006), Lantz e Tegen (2008, 2009) e Reategui e Tegen (2008).

É pertinente enfatizar que o desenvolvimento da energia eólica pode impactar as economias locais positiva e negativamente. Nesse sentido, o método de insumo-produto, adotado por muitos estudos, analisa apenas o impacto positivo, negligenciando os custos de oportunidade associados à implementação da energia eólica. Dois tipos de custos de oportunidade devem ser considerados: (i) custos relacionados à substituição de outras fontes de energia ou usos da terra e (ii) custos dos fundos públicos investidos no desenvolvimento da energia eólica em detrimento de outras indústrias (Xia; Song, 2017).

Brown et al. (2012) destacam que uma análise econômica ex-post pode abordar melhor os resultados, considerando tanto os custos econômicos quanto os benefícios do desenvolvimento da energia eólica a nível local, refletindo mudanças mensuráveis nos resultados, como emprego e renda. Assim, mede o impacto positivo, como modelado nos métodos de insumo-produto, e quaisquer efeitos de substituição e deslocamento que possam afetar o desempenho econômico geral.

No entanto, poucos trabalhos avaliam os efeitos econômicos gerais usando análises econômicas ex-post. Destacam-se os estudos conduzidos por Brown et al. (2012) e De Silva et al. (2016). Brown et al. (2012) realizaram uma análise econômica ex-post dos impactos do desenvolvimento econômico a nível do condado resultante de instalações de energia eólica de 2000 a 2008 na região das Grandes Planícies rica em vento nos EUA, considerando a influência da localização das turbinas eólicas. Os resultados mostraram um aumento agregado na renda pessoal e no emprego nos condados com energia eólica instalada.

De Silva et al. (2016) investigaram os impactos econômicos localizados do rápido aumento na capacidade de energia eólica a nível do condado no Texas. Usando métodos econômicos tradicionais, eles estimaram impactos diretos e indiretos no emprego, renda pessoal, base tributária e níveis de gastos em escolas públicas. Os resultados revelaram aumentos modestos no emprego, aumentos significativos na renda per capita e benefícios significativos nos impostos municipais e escolares sobre propriedades.

Xia e Song (2017) conduziram uma avaliação econômica ex-post do efeito da instalação de energia eólica na economia local na China, usando dados nacionais de nível de condado entre 2005 e 2011. Eles descobriram que a capacidade instalada de energia eólica tem um efeito positivo pequeno e estatisticamente significativo no PIB, mas afeta negativamente a renda fiscal local.

No contexto brasileiro, estudos como os de Simas (2012); Rintzel (2017); Martini, Jordão e Grimaldi (2018); Rodrigues, Gonçalves e Chagas (2019); Rodrigues et al. (2019); e Gonçalves, Rodrigues e Chagas (2020) avaliam o impacto econômico da energia eólica nos municípios brasileiros.

Simas (2012) buscou quantificar o potencial de geração de empregos da energia eólica no Brasil, considerando não apenas empregos diretos, mas também empregos indiretos gerados na economia devido à demanda por insumos. Usando ferramentas como avaliação do ciclo de vida, entrevistas semiestruturadas, matriz insumo-produto e desenvolvimento de cenários, os resultados indicam que até 330.000 anos de trabalho podem ser gerados até 2020, com aproximadamente 70% destes sendo empregos diretos.

Rintzel (2017), por meio do Método Estrutural Diferencial e utilizando dados de emprego, receita tributária e valor adicionado para municípios com parques eólicos instalados no Brasil de 1998 a 2012, buscou observar o impacto econômico das instalações de parques eólicos para os municípios brasileiros. Os resultados mostraram que os municípios com parques eólicos experimentaram um maior aumento no emprego, com variações menos significativas na receita tributária e no valor adicionado.

Martini, Jordão e Grimaldi (2018) examinaram os impactos no PIB per capita dos municípios que receberam investimentos na construção de usinas eólicas de 2008 a 2014. Usando um banco de dados municipal consolidado e a metodologia adaLASSO para reduzir a dimensionalidade do espaço de parâmetros, eles aplicaram o método de controle sintético. Os resultados mostraram que os efeitos, com uma estimativa mediana entre 7,1% e 9,4%, foram mais evidentes para municípios relativamente mais pobres ou aqueles que receberam parques maiores entre 2 e 3 anos após o início da construção.

Rodrigues, Gonçalves e Chagas (2019) analisaram a relação entre a presença de parques eólicos e os resultados do mercado de trabalho em municípios na região Nordeste do Brasil. Usando uma combinação de metodologias, como emparelhamento por escore de propensão e estimativa do efeito médio do tratamento, considerando a dependência espacial dos municípios, os resultados sugerem aumentos na folha de pagamento dos municípios com parques eólicos.

Rodrigues et al. (2019) buscaram identificar o impacto econômico e fiscal após a operação de parques eólicos em municípios brasileiros, utilizando o método de Diferenças em Diferenças. Os resultados mostraram efeitos significativos no Valor Adicionado Bruto (GVA) na agricultura, mas efeitos negativos no GVA na indústria e serviços e nos impostos.

Gonçalves, Rodrigues e Chagas (2020) estimaram o impacto de parques eólicos no emprego e nos salários, considerando setores econômicos, níveis educacionais, tamanhos de empresas e tipos de empregos - empregos diretos ou indiretos. Usando uma abordagem de Diferenças em Diferenças com múltiplos períodos de tempo, tratamento variável no tempo e efeitos dinâmicos do tratamento, os resultados sugerem impactos sociais significativos por meio do mercado de trabalho, contribuindo para o desenvolvimento local e aumentando o bem-estar social em economias em desenvolvimento.

3 METODOLOGIA

Um conjunto de dados em nível municipal foi compilado, abrangendo informações sobre o Produto Interno Bruto (PIB), PIB per capita, população e identificação do início da instalação de parques eólicos em João Câmara. Esses dados cobrem o período de 2001 a 2020 no Rio Grande do Norte. A identificação do ano de implementação foi obtida da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Enquanto isso, os dados de PIB, PIB per capita e população foram adquiridos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). É crucial enfatizar que o PIB per capita foi utilizado como variável de resposta. O PIB per capita e o PIB foram deflacionados para o ano-base de 2020 pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA).

A amostra foi restrita aos municípios do Rio Grande do Norte que não instalaram parques eólicos durante o período analisado, exceto João Câmara. Portanto, a amostra final consiste em 148 municípios, sendo que um instalou parques eólicos entre 2012 e 2020 (grupo de tratamento), enquanto os outros 147 não instalaram (grupo de controle).

Este estudo utiliza o método de controle sintético proposto por Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) para avaliar o impacto da

instalação de parques eólicos na renda do município de João Câmara, Rio Grande do Norte, com base em uma abordagem "contrafactual". O método de controle sintético apresenta vantagens notáveis em comparação com outros métodos de avaliação de políticas.

Em primeiro lugar, conforme Athey e Imbens (2017), é um método não paramétrico que estende o método tradicional de Diferenças em Diferenças. Em segundo lugar, o peso do grupo de controle é orientado por dados, evitando assim problemas de endogeneidade da política. Em terceiro lugar, simula, antes da implementação da política, a situação dos grupos de tratamento, ponderando vários grupos de controle, o que pode influenciar a contribuição de cada grupo de controle para a construção do "contrafactual".

Além disso, fornece resultados de avaliação mais confiáveis, evitando vieses causados por extrapolação excessiva, uma vez que o limite de peso é positivo e a soma de todos os pesos é igual a 1. Por fim, visando evitar uma avaliação média, ele constrói, para cada grupo de tratamento, um grupo de controle correspondente, permitindo diferentes momentos de adoção de políticas em cada área para retratar seus resultados, evitando assim vieses causados por seleção subjetiva.

A ideia central por trás do método de controle sintético é considerar o município em análise como o grupo de tratamento e encontrar o peso apropriado por meio de variáveis preditoras, ponderando o valor médio dos municípios que não instalaram parques eólicos e estabelecendo o grupo de controle "contrafactual".

Posteriormente, compara-se a diferença de renda entre o grupo de tratamento e seu grupo de controle sintético após a implementação da política, ou seja, o efeito da instalação do parque eólico. Em termos formais, considerando $J + 1$ unidades (municípios), a primeira unidade passa por tratamento, enquanto as J restantes servem como controles, uma vez que não foram expostas ao tratamento. Essas unidades constituem os grupos doadores.

Seja Y_{it}^N a renda anual per capita para cada município i no tempo t na ausência de intervenção, para unidades $i = 1, \dots, J + 1$, e períodos $t = 1, \dots, T$. Seja T_0 o número de períodos antes da intervenção, onde $1 \leq T_0 < T$. Agora, seja Y_{it}^I o PIB per capita que seria observado para o município i no tempo t , dado que a unidade i foi tratada, ou seja, exposta à intervenção durante os períodos $T_0 + 1$ a T .

Supõe-se a instalação do parque eólico em João Câmara não teve efeito antecipado no resultado antes da implementação. Portanto, o efeito da instalação do parque eólico na renda per capita do município é dado por:

$$\alpha_{1t} = Y_{it}^I - Y_{it}^N = Y_{1t} - Y_{it}^N \quad (01)$$

Uma vez que Y_{it}^I é observado, a tarefa agora é estimar Y_{it}^N , que será feito usando um vetor de covariáveis que não foram afetadas pela intervenção. Considerando um $(J + 1)$ vetor de pesos dimensional $W = (w_2, \dots, w_{j+1})'$ tal que $w_j \geq 0$ para $j = 2, \dots, J + 1$ e $\sum_{j=2}^{j+1} w_j = 1$, o efeito estimado da intervenção para $t \in \{T_0 + 1, \dots, T\}$ seria $\widehat{\alpha}_{1t} = Y_{1t} - \sum_{j=2}^{j+1} w_j^* Y_{jt}$, onde Y_{jt} representa o PIB per capita observado para os municípios que compõem os grupos doadores após a intervenção.

A ideia é estimar o PIB per capita de João Câmara na ausência de intervenção, representado por Y_{it}^N , por meio de uma média ponderada do PIB per capita de municípios semelhantes durante o período pré-intervenção em termos da $(k \times J + 1)$ matriz de covariáveis X .

Os pesos para um estimador não tendencioso de Y_{it}^N serão dados pelo controle sintético. Mesmo em casos em que os dados estão disponíveis apenas para um único período pré-tratamento, o estimador de controle sintético é não tendencioso (Abadie; Diamond; Hainmueller, 2010). Cada valor atribuído a W representa uma média ponderada dos municípios de controle disponíveis. Assim, se definirmos X_1 como um vetor de características pré-intervenção para João Câmara e X_0 como uma matriz $(k \times J)$ contendo as mesmas variáveis para os municípios não tratados, o vetor de pesos ótimo W^* é escolhido para minimizar o erro de previsão quadrático médio (RMSPE), dado por $\|X_1 - X_0 W\|$, sujeito a $w_2 \geq 0, \dots, w_{j+1} \geq 0$ e $w_2 + \dots + w_{j+1} = 1$.

Abadie, Diamond e Hainmueller (2010) fornecem todas as etapas para realizar essa minimização e uma descrição abrangente e derivações do método de controle sintético. Essa metodologia busca comparar cada unidade tratada com uma unidade de controle sintética, que consiste em uma média ponderada de todas as unidades elegíveis disponíveis para comparação no banco de dados. O teste placebo e o método de Diferenças Sintéticas em Diferenças (Arkhangelsky et al., 2021) serão conduzidos para análises robustas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 01 apresenta os coeficientes ponderados atribuídos a cada município que compõem o grupo doador responsável por gerar o João Câmara sintético. Os coeficientes relatados indicam que as trajetórias do Produto Interno Bruto per capita (PIBpc) de João Câmara, antes da implementação dos parques eólicos, são replicadas de maneira precisa por uma combinação aproximada de Nova Cruz (76,3%), São Miguel (9,8%) e outros municípios (13,9%).

Tabela 01 – Pesos “ótimo” por município doador

Municípios	Pesos por município
Nova Cruz	0,7630
São Miguel	0,0980
Demais municípios	0,1390

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nota: Por questões de espaço, unimos os municípios com pesos iguais a 0,0030 (2 municípios), 0,0020 (6 municípios) e 0,0010 (137 municípios).

A Tabela 02 fornece os valores dos preditores para João Câmara, tanto no cenário real quanto no cenário sintético, durante o período pré-intervenção. Observa-se que os valores das covariáveis para o João Câmara real são próximos aos valores das covariáveis para o João Câmara sintético no período anterior à intervenção. Essa semelhança indica que o método de controle sintético oferece uma aproximação adequada entre o município real de João Câmara e seu equivalente sintético.

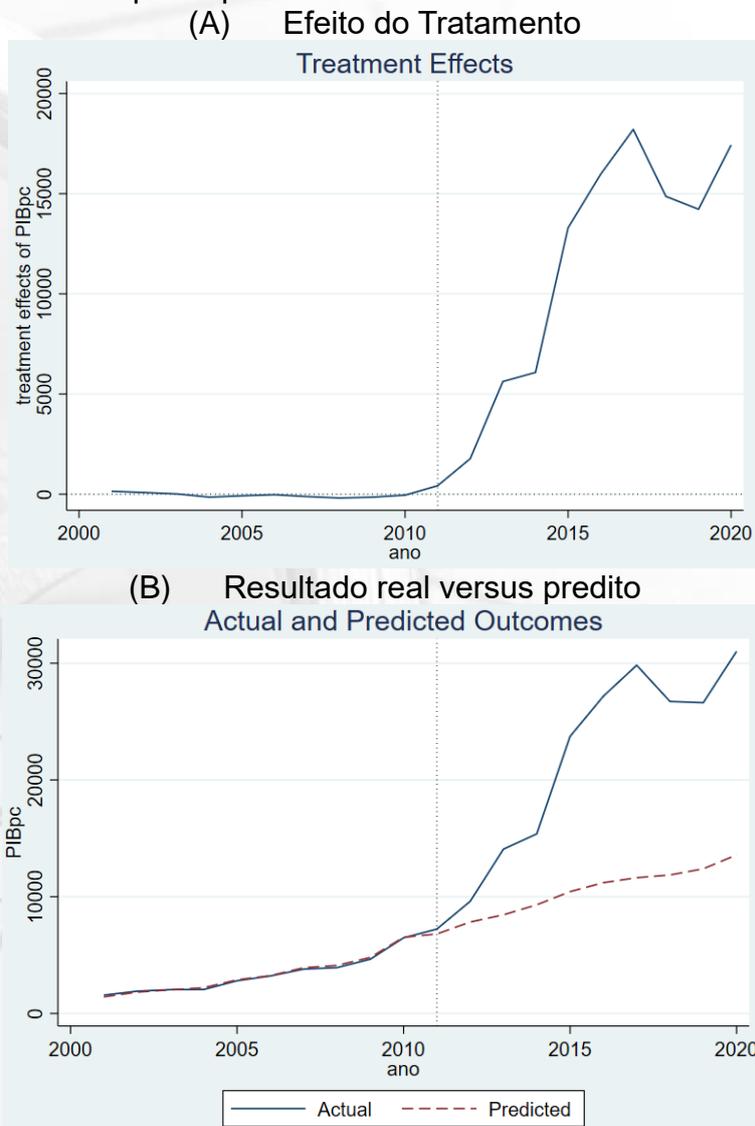
Tabela 02 – Balanço dos preditores no período pré-tratamento

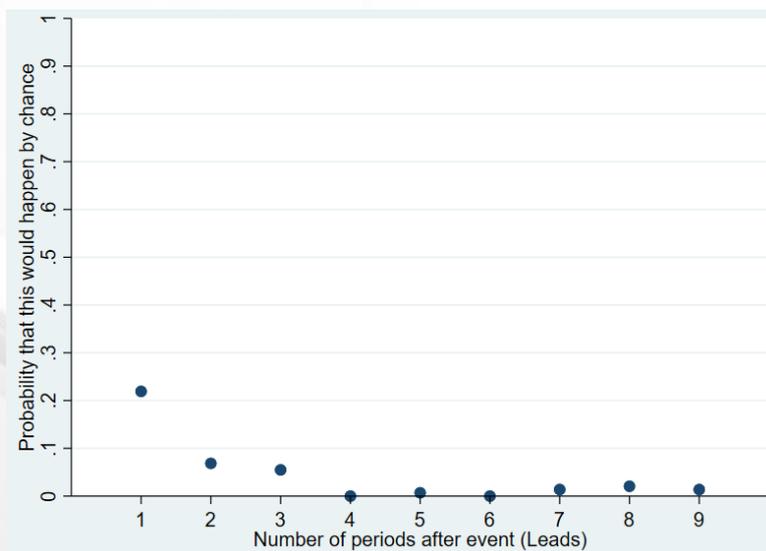
Variável	João Câmara	João Câmara Sintético
PIBpc (2002)	1.910,86	1.908,41
PIBpc (2003)	2.042,14	2.042,32
PIBpc (2004)	2.054,30	2.056,12
PIBpc (2005)	2.798,83	2.796,46
PIBpc (2006)	3.209,81	3.210,14
PIBpc (2007)	3.798,44	3.798,90
PIBpc (2008)	3.927,14	3.927,46
PIBpc (2009)	4.646,29	4.642,67
PIBpc (2010)	6.475,95	6.476,58
PIBpc (2011)	7.232,10	7.237,02

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Figura 01 ilustra o efeito do tratamento, as trajetórias reais e previstas, e os valores de p para o Produto Interno Bruto per capita (PIBpc) do município de João Câmara e seu equivalente sintético, resultantes da instalação de parques eólicos na localidade. A Figura 01(A) representa o impacto no PIBpc de João Câmara gerado pela implementação dos parques eólicos a partir de 2012.

Figura 01 – PIB per capita de João Câmara e João Câmara sintético





Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Por sua vez, a Figura 01(B) apresenta as trajetórias do PIBpc para o município de João Câmara e seu equivalente sintético ao longo do período de 2001 a 2020. Já a Figura 01 (C) expressa a significância (valor-p) dos resultados apresentados na Tabela 3.

Esse resultado significa que ela delinea a trajetória real do PIBpc influenciada pela instalação de parques eólicos entre 2012 e 2020, bem como a trajetória prevista, representando como o PIBpc teria evoluído se tais instalações não tivessem ocorrido no município em questão.

Conforme observado na Figura 01(B), se os parques eólicos não tivessem sido instalados, o PIBpc teria sido inferior ao registrado durante o período analisado. A Figura 01(C) exhibe os valores de p dos resultados do PIBpc durante o período após a instalação dos parques eólicos no município. Observa-se que, a partir do segundo ano após a instalação desses parques, o efeito é estatisticamente significativo em todos os anos subsequentes, a um nível de significância de 10% ($p < 0,10$).

A Tabela 03 apresenta os efeitos heterogêneos médios no Produto Interno Bruto per capita (PIBpc) resultantes da instalação de parques eólicos no município de João Câmara durante o período pós-tratamento. Na segunda coluna, é mostrado o efeito médio no PIBpc devido à implementação de parques eólicos em João Câmara. A terceira coluna exhibe o efeito no PIBpc para todo o período pós-tratamento, considerando a hipótese de que os parques eólicos não teriam sido instalados no município.

Tabela 03 – Resultados de previsão nos períodos pós-tratamento

Ano	Resultado Real	Resultado Previsto	Efeito do Tratamento
2012	9.603,50	7.830,47	1.773,03

2013	14.076,08	8.451,65	5.624,43
2014	15.383,55	9.306,48	6.077,07
2015	23.731,50	10.436,44	13.295,06
2016	27.173,83	11.200,35	15.973,48
2017	29.829,03	11.620,25	18.208,78
2018	26.726,17	11.859,66	14.866,51
2019	26.617,73	12.391,38	14.226,35
2020	31.013,55	13.579,48	17.434,07
Média	22.683,88	10.741,79	11.942,09

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nota: todos os valores (R\$) são constantes para o ano base de 2020 e foram arredondados para a segunda casa decimal.

A quarta coluna apresenta os efeitos anuais médios heterogêneos da instalação de parques eólicos em João Câmara. Por fim, na última linha, são encontrados os efeitos médios reais (ocorrência da instalação de parques eólicos), efeitos previstos (sem a ocorrência de parques eólicos) e o efeito total da instalação dessas fazendas no município. A análise heterogênea é crucial para entender como esse efeito médio evoluiu.

Conforme observado na Tabela 03, o efeito do tratamento varia ao longo dos anos, sendo todos positivos. No ano de instalação do primeiro parque eólico em 2012, por exemplo, o efeito foi de R\$ 1.773,03 no PIBpc do município. A partir de 2013, apesar de mostrar flutuações, os efeitos econômicos resultantes da instalação de parques eólicos apresentam um aumento substancial, atingindo R\$ 5.624,43. Em 2014, o aumento foi menor do que no ano anterior (R\$ 6.077,07). Observa-se um aumento anual significativo após os primeiros três anos da instalação dos parques eólicos, culminando em um efeito médio geral de R\$ 11.942,09. Esse padrão é consistente com a literatura, sugerindo efeitos mais favoráveis dois anos após a instalação de parques eólicos (Martini, Jordão e Grimaldi, 2018).

Considerando os resultados da Tabela 03 em relação aos efeitos heterogêneos, é imperativo observar uma mudança no cenário ao longo dos anos, à medida que os investimentos no setor se intensificaram. Dessa maneira, é possível observar que, após a implementação de parques eólicos, o Produto Interno Bruto per capita (PIBpc) apresentou crescimento, resultando em um efeito médio para o período analisado de aproximadamente R\$ 11.942,09. No geral, concluímos que a instalação de parques eólicos consistentemente promoveu um aumento de longo prazo no PIBpc no município de João Câmara em comparação com o cenário contrafactual.

Os resultados obtidos em nossa análise estão alinhados com as descobertas apresentadas na literatura (Martini; Jordão; Grimaldi, 2018; Xia; Song, 2017; Brown et al.,

2012; De Silva et al., 2016), que defendem um impacto positivo na renda dos municípios com parques eólicos. Esses estudos atribuem o aumento na renda a esses parques eólicos, reforçando a consistência dos resultados.

4.1 Análise de Robustez

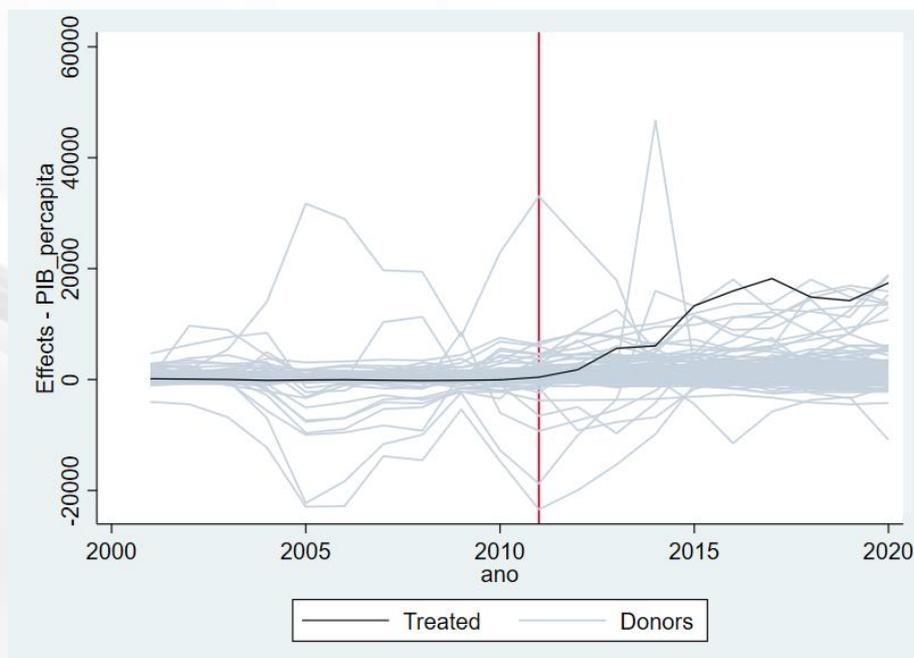
Nesta subseção, são delineadas duas análises para avaliar a robustez dos resultados. Inicialmente, apresentamos o teste placebo. Além disso, introduzimos o estimador sintético de Diferenças em Diferenças (Arkhangelsky et al., 2021).

4.1.1 Testes de Placebo

O teste placebo envolve estimar o mesmo modelo para cada município no grupo doador, considerando a hipótese de que eles passaram pelo tratamento experimentado pelo município de João Câmara. Em outras palavras, o teste simula a instalação fictícia de parques eólicos nos municípios doadores. Posteriormente, são calculadas as diferenças entre o PIBpc desses municípios e seus respectivos equivalentes sintéticos. A expectativa é que não haja efeito do programa nos outros municípios; portanto, antecipamos que as diferenças entre esses municípios e seus sintéticos se aproximem de zero. Apenas João Câmara apresenta uma diferença notável entre seu PIBpc real e seu sintético (contrafactual).

A Figura 02 ilustra o resultado do teste placebo realizado na amostra considerada, composta por 148 municípios. Em outras palavras, a figura representa a simulação placebo para a amostra que abrange os 148 municípios. As linhas cinzas destacam discrepâncias no desempenho do PIBpc entre cada município no grupo doador e suas versões sintéticas correspondentes. A linha preta sobreposta no gráfico representa a diferença estimada para João Câmara. Por meio da análise gráfica, observa-se que João Câmara se destaca da maioria dos outros municípios.

Figura 02 – Teste Placebo



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Assim, considerando o teste de placebo, percebemos que os resultados encontrados na seção anterior são robustos. Portanto, o PIBpc do município de João Câmara, de acordo com o controle sintético adotado, foi afetado de maneira positiva pela instalação dos parques eólicos.

4.1.2 Método de Diferença em Diferenças Sintético

O método de Diferença em Diferenças sintético (SDD), proposto por Arkhangelsky et al. (2021), combina elementos do método Controle Sintético (SC) e do método Diferença em Diferenças (DD). Em outras palavras, o SDD relaxa a suposição de tendências paralelas e atribui pesos tanto na dimensão temporal quanto para unidades de amostra não tratadas, visando construir uma trajetória sintética para a unidade tratada no período pré-intervenção. Os resultados obtidos por meio do SDD demonstram robustez. A Tabela 04 apresenta os efeitos médios resultantes da instalação de parques eólicos no PIBpc do município de João Câmara, considerando a presença ou ausência de covariáveis.

Tabela 04 – Efeito médio da instalação de parques eólicos no PIBpc de João Câmara

	(1)	(2)	(3)	(4)
Efeito	11.951,18***	11.832,50***	11.923,78***	11.853,03***
Estatística t	(2,76)	(3,29)	(3,21)	(3,15)
PIB	Não	Sim	Não	Sim
População	Não	Não	Sim	Sim

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Nota: É digno de nota que todas as estimativas para o estimador SDD apresentam um nível de significância estatística de 1%.

Propomos quatro modelos de Diferença em Diferenças Sintético (SDD) para avaliar a robustez dos resultados obtidos anteriormente. O primeiro modelo (coluna (1)) não incorpora nenhuma covariável. O segundo modelo (coluna (2)) inclui apenas a covariável do PIB. O terceiro modelo (coluna (3)) incorpora exclusivamente a covariável População. Por fim, o quarto modelo (coluna (4)) incorpora as covariáveis PIB e População.

Em relação à importância econômica do modelo, observa-se que o PIBpc estimado se alinha de perto com os resultados obtidos pelo método SC. Em outras palavras, os resultados econômicos corroboram com os encontrados no modelo de controle sintético aplicado anteriormente, mantendo um nível de significância estatística de 1%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As decisões políticas para impulsionar o desenvolvimento econômico têm cada vez mais incentivado os investimentos em energia eólica como um impulsionador estratégico para o crescimento. No entanto, uma compreensão matizada do impacto desses investimentos ainda permanece incompleta. Este estudo contribui para a literatura existente ao avaliar empiricamente os efeitos da instalação de parques eólicos no Produto Interno Bruto (PIB) per capita do município de João Câmara/RN. Utilizando dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) de 2001 a 2020, aplicou-se o método de controle sintético (Abadie; Gardeazabal, 2003; Abadie; Diamond; Hainmueller, 2010) para avaliar o impacto das instalações de parques eólicos no PIB per capita do município.

Os resultados destacam um aumento positivo e estatisticamente significativo a longo prazo no PIB per capita de João Câmara devido à instalação de parques eólicos. A robustez desses resultados foi validada por meio do teste placebo e do método de Diferença em Diferenças Sintético (SDD) (Arkhangelsky et al., 2021), confirmando o impacto positivo das instalações de parques eólicos nos indicadores econômicos de longo prazo do município. Um aumento médio agregado de aproximadamente R\$ 11.942,09 no PIB per capita sugere que a energia eólica não apenas serve como uma fonte sustentável, mas também tem o potencial de impulsionar o crescimento econômico em municípios onde é implementada. Importante ressaltar que nossos resultados indicam que os impactos positivos da energia eólica no PIB per capita dos municípios tornam-se mais pronunciados após o segundo ano de implementação do projeto.

Essas descobertas têm implicações substanciais para os formuladores de políticas. Em primeiro lugar, em meio aos persistentes desafios econômicos enfrentados por muitos municípios brasileiros, nossos resultados defendem que investimentos em energia eólica podem atuar como um catalisador para diversificar e fortalecer as economias locais. Em segundo lugar, o estudo destaca que os benefícios econômicos da energia eólica aumentam com a capacidade instalada, destacando que municípios com várias instalações e capacidades de geração mais altas experimentam vantagens econômicas mais substanciais. Consequentemente, os formuladores de políticas envolvidos no desenvolvimento econômico devem considerar a instalação de parques eólicos como uma estratégia viável para estimular o crescimento econômico local, especialmente em municípios com um ambiente propício para essa forma de geração de energia. No entanto, é necessário realizar mais pesquisas sobre os impactos positivos e negativos gerados pela instalação de parques eólicos para contribuir de forma abrangente para o desenvolvimento econômico em níveis municipal, estadual, regional e nacional.

Em conclusão, este estudo não apenas acrescenta perspectivas empíricas sobre o impacto da energia eólica no desenvolvimento econômico, mas também destaca a necessidade de pesquisa contínua para informar a formulação estratégica de políticas.

REFERÊNCIAS

ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California's tobacco control program. **Journal of the American statistical Association**, 105(490), 493–505. 2010. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1198/jasa.2009.ap08746>. Acesso em: 18 fev. 2023.

ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country. **American economic review**, 93(1), 113–132. 2003. Disponível em: https://business.baylor.edu/scott_cunningham/teaching/abadie-and-gardeazabal-2003.pdf. Acesso em: 21 fev. 2023.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). Microsoft Power BI. 2023. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2liwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSIsImMiOiR9>. Acesso em: 20 set. 2023.

ARKHANGELSKY, D. et al. Synthetic difference-in-differences. **American Economic Review**, v. 111, n. 12, p. 4088-4118, 2021. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w25532>. Acesso em: 23 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. ABEEOLICA. Boletim anual de geração eólica 2019. Disponível em:

http://abeeolica.org.br/wpcontent/uploads/2020/06/PT_Boletim-Anual-de-Gera%C3%A7%C3%A3o-2019.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

ATHEY, S.; IMBENS, G. W. The state of applied econometrics: Causality and policy evaluation. **Journal of Economic perspectives**, v. 31, n. 2, p. 3-32, 2017. Disponível em: <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdfplus/10.1257/jep.31.2.3>. Acesso em: 05 nov 2023.

AZEVEDO, F. F. de; ARAÚJO, M. A. A. de; SILVA, R. P. da. Novas estratégias de geração de energia no estado do Rio Grande do Norte–Brasil: o caso do setor eólico energético. In: **III Simposio Internacional de Historia de la Electrificación**. 2015. p. 1-20. Disponível em: <https://www.ub.edu/geocrit/iii-mexico/fransualdo.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2023.

BÖHRINGER, C.; KELLER, A.; VAN DER WERF, E.. Are green hopes too rosy? Employment and welfare impacts of renewable energy promotion. **Energy Economics**, v. 36, p. 277-285, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988312001995/pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

BROWN, J. P. et al. Ex post analysis of economic impacts from wind power development in US counties. **Energy Economics**, v. 34, n. 6, p. 1743-1754, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988312001466/pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

DANTAS, G. C. B. et al. Panorama do setor eólico no estado do Rio Grande do Norte no período 2004-2017. **Estudos Avançados**, v. 35, p. 79-94, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/J9h3G3zBmMXr7d5gzYtrhmn/?lang=pt>. Acesso em: 17 dez. 2023.

DA SILVA, R. I. A.; DE AZEVEDO, F. F. INFLUÊNCIA DA GERAÇÃO EÓLICA NA DINÂMICA SOCIOECONÔMICA DO TERRITÓRIO DE JOÍO CÂMARA, RIO GRANDE DO NORTE. **Revista Geotemas**, v. 10, n. 3, p. 56-80, 2020. Disponível em: <https://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/2776>. Acesso em: 17 dez. 2023.

DE SILVA, D. G.; MCCOMB, R. P.; SCHILLER, A. R. What blows in with the wind?. **Southern Economic Journal**, v. 82, n. 3, p. 826-858, 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/soej.12110>. Acesso em: 04 out. 2023.

GONÇALVES, S; RODRIGUES, T. P.; CHAGAS, A. L. S. The impact of wind power on the Brazilian labor market. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, United Kingdom, v. 128, p. 109887, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032120301805/pdf>. Acesso em: 08 out. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**: pesquisas: PIB per capita. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/joao->

[camara/pesquisa/38/47001?tipo=ranking&ano=2019&indicador=47001](https://camara.pesquisa/38/47001?tipo=ranking&ano=2019&indicador=47001). Acesso em: 20 jan. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas:** Produto Interno Bruto dos Municípios. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?edicao=18021&t=publicacoes>. Acesso em: 20 jan. 2023.

ICF INTERNATIONAL. **Economic Analysis of US Decarbonization Pathways:** Summary and Findings. 2015.

INGLESI-LOTZ, R. The impact of renewable energy consumption to economic growth: A panel data application. **Energy economics**, v. 53, p. 58-63, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/reader/pii/S0140988315000171/pdf>. Acesso em: 05 out. 2023.

IRINA - International Renewable Energy Agency (IRINA). Renewable Energy Benefits: Measure the Economic Impact. 2016a.

KOEBRICH, S.; BOWEN, T.; SHARPE, A. Renewable Energy Data Book. **U.S. Department of Energy (DOE)**, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy (EERE). 2018. Disponível em: <https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/75284.pdf>. Acesso em: 28 out. 2023.

LANTZ, E. Economic Development Benefits from Wind Power in Nebraska: A Report for the Nebraska Energy Office. **US Department of Energy Publications**, p. 24, 2008. Disponível em: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1021&context=usdoepub>. Acesso em: 02 out. 2023.

LANTZ, E.; TEGEN, S. **Variables affecting economic development of wind energy**. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States), 2008. Disponível em: <https://www.osti.gov/biblio/935591>. Acesso em: 04 nov. 2023.

LANTZ, E.; TEGEN, S. Economic development impacts of community wind projects: a review and empirical evaluation. 2009. Disponível em: <https://www.osti.gov/biblio/952188>. Acesso em: 04 nov. 2023.

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. In: 46, ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. 2018. Rio de Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia ANPEC, 2018.

MACEDO, L. D.; MELO, E. A. de O.; SILVA, E. do N. PANORAMA DA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA ONSHORE NO PAÍS: O CASO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Revista de Economia Regional, Urbana e do Trabalho**, v. 12, n. 1, p. 91-107, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/rerut/article/view/33716>. Acesso em: 03 nov. 2023.

PIGNOLET, T. F. A policy framework for climate and energy in the period from 2020 up to 2030: Impact Analysis. 2015.

REATEGUI, S.; HENDRICKSON, S. **Economic development impact of 1,000 MW of wind energy in Texas**. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States), 2011. Disponível em: <https://www.osti.gov/biblio/1022293>. Acesso em: 02 out. 2023.

REATEGUI, S.; TEGEN, S. **Economic development impacts of Colorado's first 1000 megawatts of wind energy**. EERE Publication and Product Library, Washington, DC (United States), 2008. Disponível em: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1218076>. Acesso em: 02 out. 2023.

RINTZEL, L.T. **Análise dos impactos econômicos decorrentes da instalação dos parques eólicos nos municípios brasileiros**. 2017. Dissertação de Mestrado (Programa de PósGraduação em Economia), Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017. Disponível em: <http://repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/6314>. Acesso em: 04 out. 2023.

RODRIGUES, T. A. P.; GONÇALVES, S. L.; CHAGAS, A. S. Wind power and the labor market in the Brazilian Northeast: a spatial propensity score matching approach. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, Curitiba: Universidade Federal do Paraná, v. 13, n. 3, p. 357-378, 2019. Disponível em: <https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/503>. Acesso em: 04 out. 2023.

RODRIGUES, R. A.; COSTA, E. M.; IRFFI, G.; PIRES, J. N. R. Efeitos da Construção de Parques Eólicos sobre indicadores econômicos e fiscais dos municípios brasileiros. In: 34, Encontro Regional Nordeste de Economia, 19. 2019. Fortaleza, Ceará. **Anais [...]** Fortaleza: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia – ANPEC, 2019. Disponível em: <https://en.anpec.org.br/previous-editions.php?r=encontro-2019>. Acesso em: 04 out. 2023.

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. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-10092012-095724/en.php>. Acesso em 04 out. 2023.

TAYLOR, M.; RALON, P.; ILAS, A. The power to change: solar and wind cost reduction potential to 2025. **International renewable energy agency (IRENA)**, 2016b.

TORGERSON, M. et al. **Umatilla County's economic structure and the economic impacts of wind energy development: an input-output analysis**. 2006.

XIA, F.; SONG, F. The uneven development of wind power in China: Determinants and the role of supporting policies. **Energy Economics**, v. 67, p. 278-286, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988317302645/pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.
