

---

# VENTOS DE MUDANÇA: AVALIANDO O IMPACTO ECONÔMICO DOS PARQUES EÓLICOS NOS MUNICÍPIOS DO NORDESTE BRASILEIRO

*Winds of change: assessing the economic impact of wind farms in municipalities of Northeastern Brazil*

## **Magnus Kelly de Oliveira Pinheiro**

Economista. Doutor em Economia. Professor da Secretaria Municipal de Educação de Riacho da Cruz. Av. Camila de Léllis, 285. CEP: 59820-000, Riacho da Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. magnus-oliveira@hotmail.com

## **Daniel de Abreu Pereira Uhr**

Economista. Doutor em Economia. Professor Associado do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pelotas. Rua Gomes Carneiro, 1. CEP: 96010-610, Campus Anglo, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. daniel.uhr@gmail.com

## **Júlia Gallego Ziero Uhr**

Economista. Doutora em Economia. Professora Associada do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pelotas. Rua Gomes Carneiro, 1. CEP: 96010-610, Campus Anglo, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. zierouhr@gmail.com

---

**Resumo:** Este artigo investiga os efeitos da instalação de parques eólicos sobre o desenvolvimento econômico de municípios do Nordeste brasileiro no período de 2001 a 2020. Utiliza-se o método de Diferença em Diferenças Duplamente Robusto para estimar os impactos sobre a renda formal média geral e setorial, arrecadação de impostos e desigualdade de renda. Como estratégia de robustez, são aplicadas estimativas com regressões bidirecionais de efeitos fixos (TWFE). Os resultados revelam aumentos significativos na renda média geral (R\$ 820,95), na agricultura (R\$ 80,97), construção civil (R\$ 322,34) e serviços (R\$ 128,26), além de uma redução de 1,4% na desigualdade da renda formal. Os achados sugerem que a expansão da energia eólica contribui positivamente para o desenvolvimento econômico regional e a redução das desigualdades.

**Palavras-chave:** energia, eólica, renda, desenvolvimento.

**Abstract:** This article examines the effects of wind farm installations on the economic development of municipalities in the Brazilian Northeast between 2001 and 2020. The study employs the Doubly Robust Difference-in-Differences method to estimate the impacts on average formal income—both general and sectoral—tax revenue, and income inequality. As a robustness check, estimates are also obtained using two-way fixed effects (TWFE) regressions. The results indicate significant increases in general average income (R\$ 820.95), as well as in agriculture (R\$ 80.97), construction (R\$ 322.34), and services (R\$ 128.26), in addition to a 1.4% reduction in formal income inequality. The findings suggest that the expansion of wind energy contributes positively to regional economic development and to the reduction of income disparities.

**Keywords:** energy, wind, income, development, inequality.

## 1 INTRODUÇÃO

A instalação da primeira turbina eólica de grande porte em Fernando de Noronha, em 1992, marcou um avanço importante no setor energético brasileiro e sul-americano. Esse projeto experimental deu início a uma trajetória de crescimento na implementação de parques eólicos no Brasil, que, ao longo de três décadas, passaram de uma fonte emergente para representar 14,6% da matriz elétrica do País em 2023, além de responder por mais de 27% dos empreendimentos em construção no setor de energia (ANEEL, 2023).

Grande parte desse crescimento foi impulsionado pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA (Lei nº 10.438/2002), que estimulou a inserção da energia eólica no cenário nacional. Ao final de 2022, o Brasil contava com 1.356 empreendimentos eólicos, gerando mais de 24,4 milhões de kW de potência instalada. A Região Nordeste se destaca, abrigoando cerca de 91% desses parques, com mais de 22,3 milhões de kW de energia produzida, o que representa aproximadamente 91,4% da capacidade total do País (ANEEL, 2023).

Muitos desses parques estão localizados em comunidades rurais, o que levanta a expectativa de que possam impulsionar o desenvolvimento econômico dessas regiões. A instalação de parques eólicos pode aumentar a renda dos pequenos proprietários rurais por meio do arrendamento de terras e promover a integração com outras atividades econômicas relacionadas ao uso da terra (Costa; Prates, 2005; Gonçalves et al., 2020; Martini *et al.*, 2018).

Diversos estudos avaliam o impacto local da energia eólica no Brasil (Simas, 2012; Resende, 2015; Rintzel et al., 2017; Martini *et al.*, 2018; Rodrigues et al., 2019). No entanto, poucos abordam de forma adequada o impacto da instalação escalonada dos parques no Nordeste. Este estudo busca contribuir ao empregar métodos estatísticos capazes de lidar com essa heterogeneidade temporal, objetivando analisar o impacto da instalação de parques eólicos sobre a renda média (por setor e geral), na arrecadação de impostos e na desigualdade de renda formal (medida pelo Índice de Gini) dos municípios nordestinos, entre 2001 e 2020.

Para isso, utilizou-se o modelo de Diferença em Diferenças de Callaway e Sant’Anna (2021), além de uma análise de robustez com o método proposto em De Chaisemartin e D’Haultfœuille (2023). Os resultados indicam que a instalação de parques eólicos traz benefícios econômicos relevantes, elevando a renda média, especialmente nos setores agrícola, de construção e de serviços, e reduzindo a desigualdade de renda. Assim, recomenda-se que formuladores de políticas considerem fatores econômicos, o nível de educação e experiências de municípios similares ao planejar novas instalações.

O artigo está organizado em seções: a seção 2 apresenta uma revisão da literatura; a seção 3 detalha o método, a amostra e as variáveis; a seção 4 analisa os resultados do modelo; a seção 5 discute os testes de robustez; e a seção 6 conclui, destacando as implicações políticas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Um projeto conduzido pelo Grupo de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), financiado pelo Instituto de Pesquisas Dinamarquês Folkecenter, em colaboração com a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE), implementou, em junho de 1992, a primeira turbina de energia eólica do Brasil, no arquipélago de Fernando de Noronha. Esse marco representou a introdução da primeira turbina eólica de grande porte em operação comercial na América do Sul. Em 1994, por meio do Programa Eldorado, foi estabelecida a Central Eólica Experimental do Morro do Camelinho, no município de Gouveia, Minas Gerais (MG). Financiado pelo governo alemão e conduzido pela Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG, esse empreendimento foi a primeira usina eólica do Brasil (ANEEL, 2008).

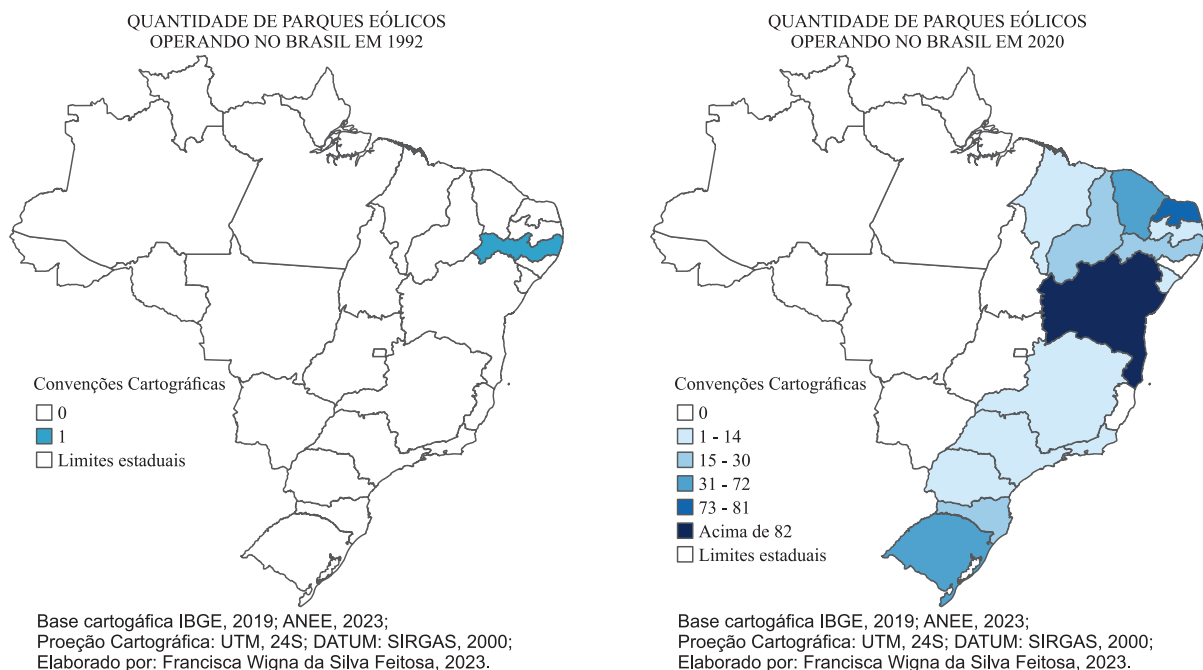
Em 1999, três centrais eólicas adicionais foram inauguradas no Brasil. Em janeiro, a Central Eólica de Taíba foi instalada no município de São Gonçalo do Amarante, Ceará (CE), marcando a primeira vez

no mundo que uma central eólica foi construída sobre dunas e operada por um Produtor Independente de Energia (PIE) na América do Sul. Em abril, foi inaugurado o maior parque eólico da América do Sul, a Central Eólica de Prainha, em Aquiraz (CE), com capacidade de 10 MW, projeto realizado pela Wobben Windpower. Em novembro, a primeira central eólica do Sul do Brasil foi inaugurada em Palmas, Paraná (PR), resultado de uma parceria entre a Companhia Paranaense de Energia – COPEL e a Wobben Windpower (ANEEL, 2008).

Até 2001, a falta de políticas específicas e o custo elevado da tecnologia necessária para a instalação de parques eólicos limitaram significativamente o desenvolvimento da exploração desta fonte de energia como alternativa viável para a geração de energia no Brasil. Apesar de a capacidade potencial de geração de energia eólica do País ultrapassar 490 GW *onshore*, sua utilização permaneceu subdesenvolvida. No entanto, a crise energética de 2001 levou à criação do Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), com a finalidade de estimular, de maneira emergencial, a contratação de empreendimentos para a geração de energia eólica, totalizando 1.050 MW. Embora não tenha obtido sucesso em atrair investimentos imediatos, o programa evidenciou a urgência de políticas públicas voltadas à expansão de investimentos em fontes renováveis. Como consequência, o PROEÓLICA foi substituído pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que fomentou o desenvolvimento de fontes renováveis na matriz energética e incentivou o estabelecimento da indústria de componentes e turbinas eólicas no Brasil, impondo requisitos de conteúdo nacional nos aerogeradores resultantes desse programa (Brasil, 2021; Rintzel et al., 2017).

O primeiro leilão exclusivo para comercialização de energia proveniente de fontes eólicas ocorreu no final de 2009, sob a designação de Leilão de Energia de Reserva (LER), contratando 1,8 GW e abrindo caminho para certames posteriores. Desde então, a fonte eólica passou a apresentar crescimento contínuo e significativo, como pode ser observado na Figura 1, consolidando-se como fonte fundamental da matriz elétrica brasileira, deixando de ser considerada meramente alternativa. Atualmente, corresponde à segunda principal fonte da matriz energética nacional, com participação superior a 14% (ANEEL, 2023). Com isso, sua relevância no contexto energético do País tornou-se cada vez mais evidente. O Brasil conta, atualmente, com 981 usinas eólicas, responsáveis por aproximadamente 28 GW de potência instalada (ANEEL, 2023).

Figura 1 – Mudanças na quantidade de parques eólicos operando ao longo do tempo. Mapa a esquerda - quantidade de parques eólicos operando em 1992; Mapa a direita - quantidade de parques eólicos operando em 2020



Desde 1992, verificou-se crescimento expressivo tanto no número de instalações comerciais quanto na capacidade instalada de geração eólica. A Figura 1 apresenta a evolução da distribuição dos parques eólicos por unidade federativa, entre 1992 e 2020. Em 1992, conforme ilustrado à esquerda da Figura 1, a geração era bastante limitada e concentrada no arquipélago de Fernando de Noronha, em Pernambuco (PE), com apenas 1 município operando instalações eólicas, totalizando 75 kW de capacidade. Já em 2020, conforme mostrado à direita da Figura 1, observou-se expansão significativa, com presença em 101 municípios distribuídos em 14 estados, alcançando 17,75 GW de capacidade instalada. A maior parte dessas instalações (cerca de 80%) está localizada na Região Nordeste, havendo variação substancial da capacidade instalada entre os estados e entre municípios de uma mesma unidade federativa (ANEEL, 2008, 2023; Martini *et al.*, 2018).

A implementação de parques eólicos gera efeitos econômicos locais positivos, além de proporcionar benefícios ambientais em escalas global, nacional, regional e local (Martini *et al.*, 2018; Simas, 2012). As economias locais podem apresentar diferentes repercussões decorrentes da instalação dessas estruturas, com destaque para os impactos diretos sobre emprego e renda. No que se refere ao emprego, observa-se influência significativa durante a fase de construção dos parques, enquanto os efeitos sobre a renda decorrem da contratação de mão de obra especializada para gestão e manutenção, bem como do arrendamento de terras pertencentes a proprietários locais. Esses efeitos se manifestam a partir do início das obras e permanecem durante a fase operacional, embora a demanda por mão de obra tenda a se reduzir nesse estágio. Além disso, identificam-se efeitos indiretos sobre a economia local, perceptíveis em setores como serviços (restaurantes, hotéis, consultorias) e na cadeia produtiva relacionada à construção civil e ao fornecimento de equipamentos para torres, o que resulta em renda adicional e estímulo à geração de empregos em segmentos diversos da economia (Brunner; Schwegman, 2022b; Martini *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2019; Simas, 2012).

A instalação dos parques eólicos também impacta diretamente a base tributária dos municípios onde se localizam, permitindo o aumento da arrecadação e, conseqüentemente, a ampliação de investimentos em áreas como saúde, cultura, lazer e educação, além da valorização dos imóveis situados nas proximidades. Estudos como os de Cartaxo (2020), Pinto *et al.* (2017), Simas (2012) e Souza (2022) identificaram aumentos nos gastos municipais nessas áreas e, em alguns casos, elevação no valor de propriedades próximas aos empreendimentos. Rintzel *et al.* (2017) também apontaram crescimento na arrecadação tributária.

Parte da literatura sobre impactos socioeconômicos da energia eólica concentra-se em estimativas, realizadas por meio de estudos de caso em nível nacional e regional (Bezerra, 2019; De Brito Cartaxo, 2020; Gonçalves *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2019; Simas, 2012; Souza, 2022). Mais recentemente, tem-se empregado técnicas econométricas para avaliar os efeitos econômicos em nível local (Resende, 2015; Rintzel *et al.*, 2017; Rodrigues, 2019; Sampaio, 2022).

Utilizando o método de controle sintético e dados do censo demográfico do IBGE de 1991 e 2010, Resende (2015) comparou preços de aluguéis em municípios que receberam parques eólicos entre 1º de julho de 1991 e 1º de julho de 2010, identificando aumento médio de 8,2% nos valores. Por sua vez, Rintzel *et al.* (2017), por meio do Método Estrutural Diferencial e utilizando dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Sistema de Coleta de Dados Contábeis de Estados e Municípios (SISTN) e Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (SISCONF) para o período de 1999 a 2013, constataram elevação nos níveis de emprego, arrecadação fiscal e valor adicionado após a instalação dos parques.

Rodrigues (2019), utilizando dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), IBGE, Finanças do Brasil (FINBRA), Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde/Sistema de Informação sobre Mortalidade (DATASUS/SIM) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), aplicou o método de Diferença em Diferenças para mensurar os impactos econômicos e fiscais após a entrada em operação dos parques, observando aumentos médios de 44,5% no Produto Interno Bruto (PIB) municipal, 29,5% no PIB *per capita* e 45,8% no Valor Adicionado Bruto (VAB) da agricultura.

Sampaio (2022) analisou os efeitos da implementação de usinas eólicas sobre indicadores econômicos e fiscais, como PIB, VAB da agropecuária, indústria e serviços, emprego, arrecadação de impostos e receitas. Utilizando dados da ANEEL, IBGE, FINBRA e RAIS para o período de 2004 a 2018, aplicou uma metodologia de Diferença em Diferenças escalonada, baseada em estudo de evento. Os resultados indicaram efeitos positivos e estatisticamente significativos, com aumentos no PIB *per capita* (4,07% e 3,87% para os grupos 3, grupo formado somente por municípios do Nordeste brasileiro, e 4, grupo formado por municípios selecionados com base na velocidade média dos ventos, respectivamente), no VAB da indústria (até 78,54%), na Receita Tributária (22,51%) e no ICMS (7,42%), além de um pequeno aumento no emprego (cerca de 0,02%).

Observa-se, no entanto, que nenhum dos trabalhos revisados examinou de forma direta os efeitos da instalação de parques eólicos sobre a renda municipal e sua distribuição. Portanto, esse constitui o principal avanço do presente estudo em relação à literatura, especialmente em comparação a Sampaio (2022).

## 3 DADOS E MÉTODO

### 3.1 Base de dados

Construiu-se um painel de dados em nível municipal para a Região Nordeste do Brasil, contemplando informações sobre renda formal média (geral e por setores), distribuição da renda formal (índice de Gini), nível educacional dos trabalhadores formais (Relação Anual de Informações Sociais – RAIS), população municipal, arrecadação de impostos (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE) e identificação dos municípios que instalaram parques eólicos entre 2001 e 2020 (Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL).

A renda formal média (por setor e geral) foi utilizada como variável de resposta, sendo a renda média total calculada pela soma das rendas médias nos setores de agricultura, indústria, construção, serviços, comércio e demais categorias. Para deflacionar as variáveis de renda, aplicou-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), com ano base em 2020. As informações relativas ao tamanho da população municipal e aos níveis educacionais (analfabetos, ensinos fundamental, médio e superior completos) foram consideradas como covariáveis. A amostra final compreende 1.794 municípios do Nordeste, dos quais 82 instalaram parques eólicos em algum momento entre 2001 e 2020.

A Tabela 1 apresenta estatísticas descritivas das variáveis de resultados e de controle. As estatísticas, expressas em média e desvio-padrão, são exibidas para o grupo tratado, grupo controle e para a amostra completa de municípios. Os municípios tratados apresentam, em geral, valores mais elevados nas variáveis de resultado em comparação com o grupo controle e a amostra completa. Quanto às covariáveis, verifica-se que os municípios tratados possuem, em média, maior população, menores taxas de analfabetismo e de pessoas com apenas ensino fundamental, além de maiores proporções de indivíduos com ensino médio e superior completo, em relação ao grupo controle e à amostra como um todo.

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas

	Tratado		Controle		Amostra Completa	
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.
<b>Variáveis de Resultado</b>						
Renda média	8.863,21	3.518,18	4.821,80	2.772,84	4.887,35	2.832,83
Agricultura	939,72	456,23	533,29	462,45	539,88	465,19
Indústria	1.839,47	2.145,33	623,32	811,26	643,05	863,47
Construção	1.393,31	1.269,36	537,45	696,61	551,33	717,76
Serviços	1.819,55	852,52	1.386,54	850,27	1.393,56	852,05
Comércio	1.098,71	280,39	721,92	404,56	728,04	405,66
Outras	1.772,44	566,34	1.019,28	665,19	1.031,49	670,48
Arrecadação de Impostos	890.582,50	502.592,40	136.623,70	112.050,00	148.851,60	128.577,00
Gini	0,34	0,06	0,28	0,08	0,29	0,08
<b>Covariáveis</b>						
População	79.960,70	332.993,80	29.054,60	104.461,00	29.880,21	112.124,00
Média de Analfabetos	0,01	0,02	0,02	0,04	0,02	0,04
Média do Ensino Fundamental	0,24	0,12	0,33	0,18	0,33	0,18
Média do Ensino Médio	0,52	0,14	0,47	0,17	0,47	0,17
Média do Ensino Superior	0,23	0,13	0,18	0,14	0,18	0,14

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Nota: Esta tabela relata as estatísticas descritivas do grupo tratado, grupo controle e amostra completa (média e desvio-padrão – D.P.). Todos os valores foram arredondados.

## 3.2 Metodologia

Para estimar o efeito da instalação de parques eólicos sobre a renda formal média (setorial e geral), a distribuição da renda formal e a arrecadação de impostos, adotou-se o método de Diferença em Diferenças (DID). A implementação escalonada e permanente dos parques nos municípios nordestinos gerou heterogeneidade temporal no tratamento, o que compromete a adequação dos estimadores tradicionais de DID com efeitos fixos em modelos de dados em painel. Conforme apontado na literatura econômica, quando o tratamento ocorre em diferentes momentos entre os municípios tratados, a utilização do modelo com efeitos fixos bidimensionais (*two-way fixed effects*) pode produzir estimativas viesadas (Athey; Imbens, 2022; Callaway; Sant’Anna, 2021; Goodman-Bacon, 2021; Sun; Abraham, 2021).

O modelo proposto por Callaway e Sant’Anna (2021) assume tendências paralelas condicionais, ou seja, pressupõe-se que apenas municípios com características semelhantes apresentariam trajetórias similares na renda média, na ausência do tratamento. Formalmente, considera-se que o município  $i$  é tratado,  $D_i=1$ , a partir do ano  $g$ , quando ocorre a instalação do primeiro parque eólico ( $D_i=1$  para todo  $t \geq g$ ), permanecendo tratado até o fim do período analisado. Para os anos anteriores à instalação ( $t < g$ ), considera-se que o município ainda não foi tratado ( $D_i=0$  para  $t < g$ ). Dessa forma, o Efeito Médio do Tratamento ( $ATT$ ) sobre os Tratados pode ser estimado da seguinte maneira:

$$ATT = E[Y_t(1) - Y_t(0) | D=1] \quad (01)$$

Em termos de resultados potenciais, o  $ATT$  idealmente corresponde à diferença entre os resultados médios potenciais para as unidades tratadas,  $y_t(1)$ , e não tratadas,  $y_t(0)$ , considerando o grupo com  $D = 1$ . No entanto, essa abordagem não é viável, pois apenas um dos resultados potenciais é observável para cada município. Por esse motivo, torna-se necessário estabelecer um grupo de comparação composto por municípios que não instalaram parques eólicos, a fim de construir um contrafactual. Esse grupo deve representar o que teria ocorrido com os municípios tratados na ausência do tratamento.

O problema de inferência causal no estimador de Diferença em Diferenças (DID) proposto por Callaway e Sant’Anna estrutura-se da seguinte forma: considera-se um conjunto de  $T$  períodos, onde  $t = 1, 2, \dots, T$ , sendo  $D_t$  uma variável binária que assume valor 1 se o município instala um parque eó-

lico no ano  $t$ , e 0, caso contrário. Define-se também  $G_g = 1$  quando o município é tratado pela primeira vez no ano  $g$ , e  $G_g = 0$  nos demais casos. Adicionalmente, estabelece-se  $C = 1$  para os municípios que nunca recebem o tratamento ao longo do período analisado. Assim, cada município da amostra possui exatamente  $G_g = 1$  ou  $C = 1$ .

Com isso, torna-se possível identificar o efeito do tratamento sobre os tratados para cada combinação  $(g, t)$ , em que representa o ano de entrada no tratamento (coorte) e  $t$  o tempo calendário. O escore de propensão generalizado, denotado por  $Pg(X) = P(G_g = 1 | X, G_g + C = 1)$ , expressa a probabilidade de um município ser tratado no ano  $g$ , condicionada às covariáveis  $X$  e ao pertencimento ao grupo de tratamento ou de controle. Esse escore é estimado separadamente para cada coorte  $g$ , permitindo maior flexibilidade na identificação de unidades de controle com características semelhantes às dos tratados.

Ao se assumir a hipótese de tendências paralelas condicionais, conforme adotado neste estudo, a matriz de covariáveis  $X$  é considerada constante. O resultado observado para cada período  $t$  é estimado da seguinte forma:

$$Y_t = D_t Y_t(1) + (1 - D_t) Y_t(0) \quad (02)$$

onde  $Y_t(1)$  e  $Y_t(0)$  são os resultados potenciais da renda média (por setor e geral), da arrecadação de impostos e da distribuição de renda (mensurada pelo índice de Gini) no tempo  $t$ , com e sem tratamento, respectivamente.

Diferentemente da abordagem DID tradicional, o parâmetro causal de interesse neste estudo é o efeito médio do tratamento por grupo, denotado por  $ATT(g, t)$ , definido como uma função do grupo de tratamento  $g$  (ano em que o município instala pela primeira vez um parque eólico) e do período  $t$ . Este estudo considera treze grupos distintos de municípios tratados pela primeira vez nos anos de 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 e 2020, ao longo dos respectivos períodos  $t$ . Sob as hipóteses de tendências paralelas (condicionais ou incondicionais), escalonamento do tratamento, irreversibilidade da condição de tratamento e sobreposição nas covariáveis<sup>1</sup>, a estimativa do efeito médio do tratamento por grupo é definida da seguinte forma:

$$ATT(g, t) = \mathbb{E} [Y_t(g) - Y_t(0) | G = g] \quad (03)$$

Essa expressão representa a diferença média entre os resultados observados para os municípios tratados no grupo  $g$  e o contrafactual estimado com base em municípios ainda não tratados no tempo  $t$ .

Considerando a estrutura de dados em painel balanceado, estima-se o  $ATT$  para o grupo  $g$  no período  $t$  de forma semiparamétrica da seguinte maneira:

$$ATT(g, t) = \left[ \left( \frac{G_g}{\mathbb{E}[G_g]} - \frac{\frac{P_g(X)C}{1 - P_g(X)}}{\mathbb{E}\left[\frac{P_g(X)C}{1 - P_g(X)}\right]} \right) (Y_t - Y_{g-1}) \right] \quad (04)$$

Os erros-padrão são calculados por meio de procedimento *bootstrap*, com ajuste para autocorrelação e agrupamento (*clustering*), o que permite a realização de inferência assintoticamente válida. O subscrito  $g$  representa: (i) o grupo ao qual pertencem os municípios tratados no tempo e (ii) o primeiro período em que os municípios instalam o parque eólico. O termo  $p$  denota os pesos, ou seja, os escores de propensão normalizados para somar 1. Para isso, as covariáveis são reponderadas, de modo que os grupos de tratamento ( $g$ ) e de controle ( $C$ ) apresentem equilíbrio. Essa técnica permite utilizar como grupos de controle tanto unidades nunca tratadas quanto aquelas ainda não tratadas. Além disso, o estimador controla fatores não observáveis invariantes no tempo entre os grupos, evitando viés na estimação dos efeitos causais de interesse (Callaway; Sant'Anna, 2021; Carrillo; Feres, 2019).

<sup>1</sup> As premissas mencionadas são extensões naturais das suposições de identificação consideradas no caso tradicional – com dois períodos e dois grupos – para o caso de múltiplos períodos. As suposições da estratégia econométrica são discutidas e apresentadas com detalhes no trabalho de Callaway e Sant'Anna (2021).

Por combinar abordagens de regressão propostas por Heckman, Ichimura e Todd (1997) e Heckman et al. (1998), com o método de escore de propensão de Abadie (2005), em um modelo de Diferença em Diferenças com múltiplos períodos, essa estratégia é denominada duplamente robusta. Essa robustez advém do fato de requerer apenas a especificação correta do modelo de evolução dos resultados ou do modelo de escores de propensão, mas não de ambos (Callaway; Sant’Anna, 2021; Sant’Anna; Zhao, 2020).

Entre as vantagens desse método, destaca-se a capacidade de gerar uma gama de efeitos heterogêneos, identificando o impacto para cada grupo  $g$  nos períodos em que  $t \geq g$ . Este estudo, portanto, analisa os seguintes efeitos: efeito médio do tratamento nos municípios tratados, efeito médio por grupos, efeito calendário e efeito dinâmico. O primeiro parâmetro estimado é o efeito médio da instalação de parques eólicos, que representa a média do impacto da exposição ao tratamento entre as unidades tratadas. Esse efeito é calculado da seguinte forma:

$$\theta_{sel}^0 = \sum_{g \in G} \theta_s(g) P(G = g | G \leq t) \quad (05)$$

Ao agregar cada Efeito Médio do Tratamento –  $ATT(g, t)$ , estimado a partir da equação (04), obtém-se um parâmetro de efeito causal mais intuitivo e de fácil interpretação (Callaway; Sant’Anna, 2021). A seguir, apresenta-se o parâmetro resultante desse procedimento de agregação, derivado de estimativas imparciais e consistentes dos efeitos do tratamento por grupo.

A agregação dos  $ATTs(g, t)$  na conjuntura de instalação dos parques eólicos pode apresentar desvantagens. Como cada empresa define o momento da instalação dos parques em cada município, a estimativa pode ser afetada por viés de seleção, devido à natureza não aleatória do tratamento. Isso implica que municípios com instalação precoce podem experimentar os efeitos do tratamento antes dos demais, o que tende a atribuir maior peso aos grupos com maior número de observações no período pós-tratamento.

Dessa forma, uma média simples dos  $ATT(g, t)$  tende a favorecer os grupos tratados precocemente, pois concentram mais observações após o início do tratamento. Para controlar esse problema, recomenda-se calcular o  $ATT(g, t)$  específico para cada grupo tratado e, em seguida, computar a média dos efeitos no período pós-tratamento, conforme segue:

$$\tilde{\theta}_s(g) = \frac{1}{T - g + 1} \sum_{t=g}^T \{t \geq g\} ATT(g, t) \quad (06)$$

$$\tilde{\theta}_s = \sum_{g=2}^T \theta_s(g) P(G = g) \quad (07)$$

A equação (06) expressa o efeito específico de cada grupo tratado no período de pós-tratamento, enquanto a equação (07) representa o efeito geral do tratamento, denotado por  $\theta_s$ , resultante da agregação dos efeitos específicos entre os grupos. O parâmetro  $\theta_s$  resume o impacto da implantação dos parques eólicos nos municípios do Nordeste sobre a renda média (por setor e geral), sobre a arrecadação de impostos e sobre a distribuição de renda (medida pelo índice de Gini), independentemente de eventuais problemas de seletividade do tratamento. Além disso,  $\theta_s$  constitui uma estimativa imparcial e robusta do impacto do tratamento em cada grupo tratado, análogo ao  $ATT$  no caso de dois períodos (Callaway; Sant’Anna, 2021; Teixeira; Venter, 2021).

Adicionalmente, realiza-se a análise do efeito agregado por ano  $t$ , denominado efeito calendário, calculado da seguinte forma:

$$\theta_c(t) = \sum_{g \in G} 1\{t \geq g\} ATT(g, t) P(G = g | t \geq g) \quad (08)$$

em que  $P(G = g | t \geq g)$  representa a proporção de unidades tratadas no grupo  $g$  presentes no período  $t \geq g$ , e  $\theta_c(t)$  corresponde à média ponderada dos efeitos  $ATT(g, t)$  no período  $t$ , considerando todos os grupos que receberam o tratamento antes desse período. A agregação desse efeito é expressa por:

$$\theta_c = \frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^T \theta_c(t) \quad (09)$$

Ainda que  $\theta_s$  e  $\theta_c$  representem medidas adequadas do efeito causal da instalação de parques eólicos nos municípios do Nordeste sobre a renda média (por setor e geral), a arrecadação de impostos e a distribuição de renda (medida pelo índice de Gini), é possível que o efeito do tratamento seja dinâmico. A dinâmica do efeito do tratamento constitui um dos focos deste estudo sendo razoável supor que os impactos se intensifiquem ao longo do período pós-tratamento.

Para analisar a variação temporal dos efeitos da instalação de parques eólicos sobre as variáveis de interesse, calcula-se a média do *ATT* por grupo, evidenciando a dinâmica do efeito da intervenção conforme a duração da exposição ao tratamento, da seguinte forma:

$$\tilde{\theta}_D(e) = \sum_{g=2}^T \sum_{t=g+1}^T I\{t-g+1=e\} ATT(g,t)P(G=g|t-g+1=e) \quad (10)$$

onde  $e$  corresponde ao *eventtime*, isto é, o tempo de exposição decorrido desde o primeiro período do tratamento. Em seguida, calcula-se a média para todos os valores de  $e$  da seguinte forma:

$$\theta_D = \frac{1}{T-1} \sum_{t=2}^T \theta_D(e) \quad (11)$$

A equação (11) representa a medida agregada do efeito dinâmico (*event study*). A principal diferença entre  $\theta_D$  e  $\theta_s$  está nos pesos:  $\theta_D$  atribui maior peso ao *ATT* ( $g, t$ ) quando  $g < t$ . Dessa forma, os grupos com maior tempo de exposição ao tratamento recebem ponderação mais elevada (Teixeira; Venter, 2021). O efeito dinâmico constitui o foco desta análise, considerando a suposição de tendências paralelas condicionais, com o grupo de controle composto por unidades nunca tratadas e por unidades ainda não tratadas.

Essa especificação permitir verificar a existência de pré-tendências diferenciais nos resultados de interesse e avaliar a plausibilidade da suposição de identificação. De modo geral, se os municípios tratados e não tratados apresentam tendências semelhantes antes da instalação dos parques eólicos e passam a divergir apenas após sua implementação, infere-se, de forma robusta, que as mudanças observadas resultam da instalação dos parques eólicos, e não de características não observáveis (Carrillo; Feres, 2019).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta as estimativas do impacto da instalação de parques eólicos sobre as rendas médias – geral e por setor –, a arrecadação de impostos e a desigualdade de renda dos municípios. As estimativas foram obtidas com base na Equação (07), utilizando o método de Estimativa Duplamente Robusto (DRIPW), com os grupos de controle formados por unidades nunca tratadas e ainda não tratadas, nas colunas 1 e 2, respectivamente. Nas colunas 3 e 4, os resultados baseiam-se no estimador de Diferença em Diferenças com ponderação de probabilidade inversa (IPW), conforme Abadie (2005), considerando, respectivamente, os mesmos grupos de controle. Já nas colunas 5 e 6, apresentam-se os resultados obtidos por meio do estimador de regressão DID baseado em Mínimos Quadrados Ordinários, também utilizando os dois grupos de controle mencionados.

Todas as estimativas foram geradas com o estimador proposto por Callaway e Sant’Anna (2021), adotando como covariáveis: população total e proporção da população com nível educacional classificado como analfabeto, fundamental, médio e superior.

Tabela 2 – Resultados do impacto da energia eólica na renda por setores

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>A. Renda</b>						
Efeito	820,95***	822,89***	811,67***	808,69***	761,94***	758,54***
S.d.	(227,99)	(224,75)	(226,7)	(227,19)	(232,68)	(233,09)
<b>B. Agricultura</b>						
Efeito	80,97***	81,349***	79,50***	79,86***	69,41***	69,71**
S.d.	(27,29)	(27,32)	(27,14)	(27,18)	(26,81)	(26,84)
<b>C. Indústria</b>						
Efeito	279,21	276,58	276,79	274,17	257,54	255,14
S.d.	(176,52)	(177,05)	(176,66)	(177,20)	(177,46)	(177,84)
<b>D. Construção</b>						
Efeito	322,34***	321,23***	320,33***	319,21***	302,85***	301,43***
S.d.	(78,23)	(78,34)	(78,36)	(78,48)	(79,73)	(79,88)
<b>E. Serviços</b>						
Efeito	128,26***	128,48***	126,58***	126,79***	126,83***	126,87***
S.d.	(49,1)	(49,13)	(49,25)	(49,28)	(48,65)	(48,68)
<b>F. Comércio</b>						
Efeito	- 2,89	- 2,80	- 4,28	- 4,20	- 2,89	- 2,84
S.d.	(10,20)	(10,20)	(10,46)	(10,46)	(10,00)	(10,01)
<b>G. Outras</b>						
Efeito	17,94	18,05	12,75	12,86	8,18	8,23
S.d.	(18,46)	(18,47)	(23,35)	(23,36)	(25,04)	(25,05)
<b>H. Impostos</b>						
Efeito	83979,4	83898,92	38473,53	38367,92	43638,26	43595,87
S.d.	(61008,88)	(60916,89)	(54591,97)	(54699,16)	(40793,4)	(40727,94)
<b>I. Gini</b>						
Efeito	- 0,014**	- 0,014**	- 0,014**	- 0,014**	- 0,011**	- 0,011**
S.d.	(0,006)	(0,006)	(0,006)	(0,006)	(0,006)	(0,006)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Notas: Todos os valores foram arredondados para duas casas decimais. Os símbolos \*, \*\* e \*\*\* indicam significância estatística aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente. Os valores entre parênteses correspondem aos desvios-padrão.

Nas colunas 1 e 2 da Tabela 2, observa-se que a instalação dos parques eólicos aumentou a renda média geral (R\$ 820,95), a renda média da agricultura (R\$ 80,97), da construção civil (R\$ 322,34) e dos serviços (R\$ 128,26), além de ter reduzido a desigualdade de renda em aproximadamente 0,014 pontos (ou 1,4%). Nas colunas 3 a 6, verifica-se que o impacto do tratamento incide sobre as mesmas variáveis, variando apenas a magnitude dos efeitos. Por exemplo, com relação à renda média geral, ao comparar os resultados das colunas 1 e 2 com os das colunas 5 e 6, nota-se uma diferença de aproximadamente R\$ 67,00.

As colunas 1 a 6 mostram que a arrecadação de impostos aumentou, embora o efeito não seja estatisticamente significativo. A literatura sobre esse resultado é controversa. Por exemplo, Brunner e Schwegman (2022a) examinaram como os governos de condados nos Estados Unidos respondem a aumentos aleatórios plausíveis na base tributária local gerada por instalações de energia eólica, com dados de 1995 a 2017, e constataram que a instalação levou a grandes aumentos nas receitas e despesas locais.

De forma semelhante, Brunner et al. (2022) analisaram o impacto da energia eólica sobre as finanças dos distritos escolares e o desempenho dos alunos, utilizando dados de 1995 a 2016, e concluíram que houve aumento substancial nas receitas dos distritos. Por outro lado, Xia e Song (2017), ao realizar uma avaliação econométrica ex post do impacto da energia eólica na economia local na China, com dados em nível de condado entre 2005 e 2011, observaram que a capacidade instalada de energia eólica teve efeito negativo sobre a receita fiscal local.

Os resultados referentes à desigualdade de renda estão apresentados nas linhas finais da Tabela 2. Observa-se que a instalação de parques eólicos reduziu a desigualdade da renda, com uma queda aproximada de 1,4%. A Tabela 7, presente no Apêndice A, apresenta os efeitos dinâmicos do tratamento e indica que essa redução se torna estatisticamente significativa após cinco anos da instalação dos parques.

A avaliação do impacto da instalação de parques eólicos sobre a renda média geral pode ser comparada com evidências anteriores da literatura, como os resultados de Brunner et al. (2012), Brown et al. (2012), Brunner e Schwegman (2022b) e De Silva et al. (2016), todos com foco em regiões dos Estados Unidos. Brown et al. (2012), por exemplo, conduziram uma análise econométrica ex post dos impactos econômicos em nível de condado entre 2000 e 2008, em uma região com alto potencial eólico, e estimaram um aumento de aproximadamente US\$ 11.000 na renda pessoal como resultado da instalação de energia eólica.

Brunner e Schwegman (2022b), usando dados de instalações comerciais de energia eólica entre 1995 e 2018, identificaram aumentos economicamente significativos na renda familiar média. De maneira análoga, De Silva, McComb e Schiller (2016) encontraram aumentos relevantes na renda per capita em condados do Texas após o crescimento da capacidade instalada de energia eólica.

Diferentemente desses estudos, o impacto aqui medido refere-se à renda média geral, que aumentou em aproximadamente R\$ 825,83. Considerando a renda média mensal da Região Nordeste, estimada em R\$ 1.554,00 pelo IBGE (2021), esse aumento representa um acréscimo de cerca de 53,14 % na renda média da Região.

Experiências internacionais, como as da Alemanha e Dinamarca, sugerem que a instalação de parques eólicos em áreas rurais pode elevar a renda local (AIE, 2002). Os resultados encontrados para renda média da agricultura indicam um aumento médio de aproximadamente R\$ 80,97, corroborando esse argumento e os achados de Mauritzen (2020), que, ao combinar dados trimestrais sobre salários e investimentos em usinas eólicas superiores a 1 megawatt (MW), aplicou um modelo bayesiano multinível estimado por Markov Chain Monte Carlo (MCMC) e encontrou um aumento permanente de 2% nos salários em condados rurais dos EUA após a instalação de grandes parques eólicos (400 MW).

Ainda segundo a Tabela 2, observam-se aumentos médios de R\$ 322,34 na renda da construção civil e de R\$ 128,26 na dos serviços. Tais achados são consistentes com os resultados de Mikulić et al. (2018), que, ao estimar os efeitos totais da instalação de usinas eólicas na economia croata, identificaram impactos positivos indiretos e induzidos de 1% e 2% no Valor Adicionado Bruto da construção e dos serviços, respectivamente. Para os demais indicadores apresentados na Tabela 2, os efeitos estimados no período pós-tratamento não apresentam significância estatística.

Dando continuidade à análise do impacto da instalação de parques eólicos sobre as rendas médias geral e setoriais, a arrecadação de impostos e a desigualdade de renda municipal, examinaram-se os resultados estimados com base em três medidas de efeito médio agregado: efeito por grupo, efeito por calendário e efeito dinâmico. As estimativas, apresentadas na Tabela 3, consideram apenas os municípios nunca tratados como grupo de controle, utilizando o método Duplamente Robusto baseado em ponderação de probabilidade inversa estabilizada (DRIPW).

Tabela 3 – Efeito médio desagregado das eólicas

	(1) ATT Grupo	(2) ATT Calendário	(3) ATT Dinâmico
<b>A. Renda</b>			
Efeito	649,65***	441,55***	1049,66***
S.d.	(226,38)	(137,53)	(247,18)
<b>B. Agricultura</b>			
Efeito	60,11**	49,89***	131,94***
S.d.	(28,16)	(19,24)	(23,39)
<b>C. Indústria</b>			
Efeito	94,22	212,04*	486,51***
S.d.	(176,87)	(109,47)	(189,46)
<b>D. Construção</b>			
Efeito	317,66***	169,41***	169,41***
S.d.	(90,69)	(65,68)	(65,68)
<b>E. Serviços</b>			
Efeito	162,54***	4,20	65,15
S.d.	(48,03)	(30,86)	(40,47)
<b>F. Comércio</b>			
Efeito	1,04	- 10,04	- 34,92***
S.d.	(7,92)	(7,81)	(11,52)
<b>G. Outras</b>			
Efeito	14,07	16,05	36,45*
S.d.	(18,23)	(13,18)	(19,11)
<b>H. Impostos</b>			
Efeito	58.069,22	38.410,82	14.704,30*
S.d.	(36.142,20)	(31.919,63)	(77.759,25)
<b>I. Gini</b>			
Efeito	- 0,01*	- 0,022***	- 0,04***
S.d.	(0,003)	(0,005)	(0,007)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Notas: Esta tabela apresenta os resultados desagregados estimados, respectivamente, por grupo, ano e efeitos dinâmicos. Foi usada a opção de estimador de Diferença em Diferenças Duplamente Robusto baseado em ponderação de probabilidade inversa estabilizada e mínimos quadrados ordinários. Como grupo de controle foi usado os nunca tratados. Os símbolos \*, \*\* e \*\*\* representam a significância estatística aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente. Os valores entre parênteses são os desvios-padrão.

Os resultados da Tabela 3 indicam efeitos estatisticamente significativos da instalação de parques eólicos sobre a média geral, a renda média da agricultura, a renda média da construção e a desigualdade de renda, para as três medidas de efeito analisadas. Os efeitos observados são consistentes entre os diferentes níveis de agregação e alinham-se à literatura, sugerindo aumentos nas rendas dos setores agrícola e da construção e redução da desigualdade de renda.

A análise da Tabela 3 revela também efeitos positivos e estatisticamente significativos na renda média da indústria para os efeitos por calendário e dinâmico. Para renda média dos serviços, observa-se efeito estatisticamente significativo no efeito agregado por grupo, com aumento de R\$ 162,54. A renda média do comércio diminuiu em R\$ 34,92 e outras rendas médias aumentaram R\$ 36,45, os efeitos foram estatisticamente significativos apenas no efeito dinâmico. A arrecadação aumentou R\$ 14.704,3 e apresentou significância estatística apenas nessa mesma medida. Esse resultado está em conformidade com a literatura, como demonstrado por Brunner e Schwegman (2022a), que identificam efeitos positivos da instalação de parques eólicos sobre a base tributária, e Brunner et al. (2022), que relatam aumentos substanciais nas receitas distritais.

Os efeitos foram também analisados de forma desagregada e estão apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7 do Apêndice A. A Tabela 5, presente no Apêndice A, mostra os efeitos por grupo tratado, revelando significância estatística em todas as variáveis analisadas. Por exemplo, municípios que instalaram parques

eólicos nos anos de 2004, 2006, 2008, 2012, 2014 e 2016 apresentaram aumentos na renda média geral. Efeitos positivos e estatisticamente significativos foram identificados na renda média da agricultura para os grupos que instalaram parques em 2004, 2006, 2008, 2009, 2010 e 2013. Da mesma forma, observam-se efeitos positivos na renda média da indústria nos anos de 2004, 2006 e 2013. As rendas médias da construção, dos serviços e outras rendas também apresentaram efeitos estatisticamente significativos, com sinais positivos e negativos, dependendo do grupo. A renda média do comércio apresentou efeitos negativos e estatisticamente significativos. Alguns desses resultados não haviam sido evidenciados na Tabela 2.

A Tabela 6, presente no Apêndice A, apresenta os efeitos desagregados por ano (efeito calendário). Nos anos iniciais, as rendas médias geral, da agricultura e dos serviços apresentam efeitos negativos e estatisticamente significativos, com reversão dessa tendência ao longo do tempo. A renda média geral passou a apresentar aumentos estatisticamente significativos a partir de 2012, mantendo-se assim até o final do período analisado. A renda média dos serviços, por sua vez, foi negativamente afetada nos anos de 2004, 2005, 2007 e 2010, apresentando posteriormente efeitos positivos significativos entre 2017 e 2020.

A Tabela 7, presente no Apêndice A, mostra os efeitos dinâmicos, que correspondem aos impactos médios conforme o tempo decorrido desde o início do tratamento. No caso da renda média geral, os municípios tratados por períodos entre 1 e 10 anos e entre 12 e 16 anos registram aumentos que variam de R\$ 378,12 a R\$ 1.759,94. Quanto à desigualdade de renda, medida pelo índice de Gini, verificou-se uma tendência de redução ao longo do tempo, com quedas que variam de 1% no quinto ano a 10% no décimo quinto ano de tratamento.

## 5 ANÁLISE DE ROBUSTEZ

Embora os resultados estimados pelo modelo de Diferença em Diferenças (DID), proposto por Callaway e Sant'Anna, apresentados na Tabela 2, indiquem que a instalação de parques eólicos eleva significativamente a renda média (geral e de alguns setores) e reduz a desigualdade de renda no setor formal dos municípios nordestinos, realizou-se um teste de robustez utilizando o estimador proposto por De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2023). Com a inclusão de covariáveis, o estimador apresentado em De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2023) considera linearmente o efeito de covariáveis que variam no tempo, enquanto o de Callaway e Sant'Anna (2021) incorpora, de forma não paramétrica, covariáveis invariantes ao longo do tempo.

As colunas 1 e 2 da Tabela 4 mostram que a instalação de parques eólicos aumenta as rendas médias geral, da construção e dos serviços em uma magnitude superior à da renda média da agricultura, a qual é proveniente do arrendamento de terras (Martini et al., 2018). Esses achados corroboram as evidências empíricas obtidas por meio do estimador de Callaway e Sant'Anna (2021), conforme apresentado na Tabela 2.

Para reforçar a robustez dos resultados, estimou-se o modelo sem covariáveis, o que aproxima numericamente os resultados do estimador proposto por De Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2023) daqueles obtidos com o estimador de Callaway e Sant'Anna (2021). As colunas 3 e 4 indicam que a implantação de parque eólicos promove aumentos nas rendas médias geral, da agricultura, da construção e dos serviços. Esses resultados são consistentes com os da Tabela 2, coluna 2, indicando robustez nas estimativas anteriores.

Tabela 4 – Resultados do impacto da energia eólica na renda por setores

	(1)	(2)	(3)	(4)
<b>A. Renda</b>				
Efeito	833.98***	833.98***	844.81***	844.81***
S.d.	(196.79)	(230.81)	(225.56)	(198.54)
<b>B. Agricultura</b>				
Efeito	76.64***	76.64***	78.99***	78.99***
S.d.	(25.11)	(24.66)	(30.37)	(28.01)
<b>C. Indústria</b>				
Efeito	271.36	271.36	272.98	272.98
S.d.	(180.32)	(172.66)	(160.40)	(196.62)
<b>D. Construção</b>				
Efeito	313.70***	313.70***	317.31***	317.31***
S.d.	(89.53)	(80.50)	(82.44)	(87.16)
<b>E. Serviços</b>				
Efeito	129.24**	129.24***	128.47***	128.47***
S.d.	(52.99)	(46.94)	(47.26)	(43.47)
<b>F. Comércio</b>				
Efeito	2.47	2.47	2.94	2.94
S.d.	(8.73)	(8.61)	(9.13)	(9.90)
<b>G. Outras</b>				
Efeito	40.57*	40.57*	44.10**	44.10*
S.d.	(21.70)	(21.18)	(21.63)	(22.20)
<b>H. Impostos</b>				
Efeito	396409.00	396409.00	421291.10	421291.10
S.d.	(285051.70)	(316870.00)	(369414.10)	(328578.10)
<b>I. Gini</b>				
Efeito	-0.012**	-0.012**	-0.012***	-0.012**
S.d.	(0.005)	(0.005)	(0.004)	(0.005)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Notas: Cada coluna apresenta os resultados para uma especificação diferente do modelo: com covariáveis e com cluster, com covariáveis e sem cluster, com covariáveis e com cluster e com covariáveis e sem cluster. Todos os valores estão a preços constantes de 2020 e foram arredondados para duas casas decimais. Os símbolos \*, \*\* e \*\*\* representam a significância estatística aos níveis de 10%, 5% e 1%, respectivamente. Os valores entre parênteses são as estatísticas t-student.

## 6 CONCLUSÕES, IMPLICAÇÕES POLÍTICAS E PESQUISAS FUTURAS

Esta pesquisa apresenta evidências sobre o impacto da instalação de parques eólicos no desenvolvimento econômico de municípios nordestinos. Utilizaram-se metodologias de Diferença em Diferenças, explorando a heterogeneidade temporal e espacial da instalação dos parques para estimar os efeitos sobre a renda formal média. Também foram avaliados os impactos setoriais (agricultura, indústria, construção, serviços, comércio e outros setores), a arrecadação de impostos e a distribuição da renda formal, medida pelo índice de Gini.

Verificou-se que a instalação de parques eólicos elevou significativamente a renda formal média, especialmente nos setores agrícola, da construção e dos serviços. Além disso, observou-se uma redução na desigualdade de renda formal nos municípios tratados, com uma queda de aproximadamente, 0,014 no índice de Gini, o que representa uma redução de cerca de 1,4%.

Embora o Brasil possua uma matriz energética relativamente limpa, a necessidade de diversificação da base energética e de redução das emissões de carbono permanece urgente. Nesse contexto, a energia eólica apresenta-se como uma alternativa viável. Os resultados indicam que, além de fornecer uma fonte renovável de energia, a instalação de parques eólicos tem potencial para impulsionar as economias locais. Ademais, identificaram-se efeitos diretos positivos, decorrentes da contribuição desses parques para a descarbonização.

As evidências obtidas oferecem subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas. Considerando que muitos municípios nordestinos apresentam renda média inferior à de outras regiões do País, os resultados sugerem que investimentos em energia eólica podem promover aumento na renda em setores específicos, estimulando o dinamismo econômico e a diversificação produtiva. Adicionalmente, os efeitos observados sobre a desigualdade de renda indicam que tais investimentos contribuem para a melhoria das condições de vida da população local.

A análise concentrou-se em variáveis municipais relacionadas à renda, arrecadação e desigualdade. Não foram examinados os efeitos sobre outras dimensões, com PIB, PIB per capita, emprego ou população. Recomenda-se que pesquisas futuras explorem esses aspectos e investiguem os impactos indiretos em municípios vizinhos. Tais estudos podem ampliar a compreensão sobre os benefícios diretos e indiretos da instalação de parques eólicos, contribuindo para decisões mais informadas por parte de formuladores de políticas, profissionais e pesquisadores.

## REFERÊNCIAS

ABADIE, A. Semiparametric difference-in-differences estimators. **The review of economic studies**, v. 72, n. 1, p. 1-19, 2005.

AIE – AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **IEA Renewable Energy Working Party**. Renewable Energy Working Party: Renewable Energy into the Mainstream. 2002.

ANEEL- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/geracao>. Acesso em: 06 dez. 2023.

\_\_\_\_\_. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. – Brasília: Aneel, 2008. Disponível em: [https://www.fisica.net/energia/atlas\\_de\\_energia\\_eletrica\\_do\\_brasul\\_3a-ed.pdf](https://www.fisica.net/energia/atlas_de_energia_eletrica_do_brasul_3a-ed.pdf). Acesso em: 05 dez. 2023.

ATHEY, S.; IMBENS, G. W. Design-based analysis in difference-in-differences settings with staggered adoption. **Journal of Econometrics**, v. 226, n. 1, p. 62-79, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304407621000488>. Acesso em: 06 jun. 2023.

BEZERRA, F. D. **Energia eólica no Nordeste**. 2019. Disponível em: <https://bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/1192>. Acesso em: 02 jun. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Sistema de Informações Energéticas. **Recursos e Reservas de energia**. 2021. Disponível em: <https://www.mme.gov.br/SIEBRASIL/consultas/reporte-dato42-jerarquizado.aspx?oc=30191&or=30192&ss=2&v=1>. Acesso em: 06 dez. 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://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.07.010>. Acesso em: 05 jun. 2023.

BRUNNER, E.; HOEN, B.; HYMAN, J. School district revenue shocks, resource allocations, and student achievement: Evidence from the universe of US wind energy installations. **Journal of Public Economics**, v. 206, p. 104586, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2021.104586>. Acesso em: 02 jun. 2023.

BRUNNER, E. J.; SCHWEGMAN, D. J. Windfall revenues from windfarms: How do county governments respond to increases in the local tax base induced by wind energy installations? **Public Budgeting & Finance**, v. 42, n. 3, p. 93-113, 2022a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/pbaf.12318>. Acesso em: 01 jun. 2023.

BRUNNER, E. J.; SCHWEGMAN, D. J. Commercial wind energy installations and local economic development: Evidence from US counties. **Energy Policy**, v. 165, p. 112993, 2022b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112993>. Acesso em: 25 maio 2023.

CALLAWAY, B.; SANT'ANNA, P. HC. Difference-in-differences with multiple time periods. **Journal of econometrics**, v. 225, n. 2, p. 200-230, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2011.12.001>. Acesso em: 05 maio 2023.

CARRILLO, B.; FERES, J. Provider supply, utilization, and infant health: evidence from a physician distribution policy. **American Economic Journal: Economic Policy**, v. 11, n. 3, p. 156-196, 2019. Disponível em: [https://www.anpec.org.br/nordeste/2018/submissao/arquivos\\_identificados/099-e5ab1577da21c7a6b32f2558cab3f380.pdf](https://www.anpec.org.br/nordeste/2018/submissao/arquivos_identificados/099-e5ab1577da21c7a6b32f2558cab3f380.pdf). Acesso em: 25 jun. 2023.

CARTAXO, R. B. Do litoral ao sertão: a energia eólica no estado da Paraíba. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 9, n. 19, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22292/mas.v9i19.879>. Acesso em: 23 jun. 2023.

COSTA, R. C.; PRATES, C. P. T. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado**. 2005. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2436>. Acesso em: 05 jul. 2023.

DE CHAISEMARTIN, C.; D'HAULTFOEUILLE, X. Two-way fixed effects and differences-in-differences estimators with several treatments. **Journal of Econometrics**, v. 236, n. 2, p. 105480, 2023. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3751060](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3751060). Acesso em: 06 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://doi.org/10.1002/soej.12110>. Acesso em: 18 jul. 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**, v. 128, p. 109887, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109887>. Acesso em: 20 jul. 2023.

GOODMAN-BACON, A. Difference-in-differences with variation in treatment timing. **Journal of Econometrics**, v. 225, n. 2, p. 254-277, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2021.03.014>. Acesso em: 15 jul. 2023.

HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. E. Matching as an econometric evaluation estimator: Evidence from evaluating a job training programme. **The review of economic studies**, v. 64, n. 4, p. 605-654, 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/2971733>. Acesso em: 10 jul. 2023.

HECKMAN, J. J.; ICHIMURA, H.; SMITH, J. A.; TODD, P. E. **Characterizing selection bias using experimental data**. National bureau of economic research Cambridge, Mass., USA. 1998. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w6699>. Acesso em: 10 jul. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População**. Brasília, DF: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao.html>. Acesso em: 03 dez. 2023.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio**. ISSN 0101-6822, Rio de Janeiro, v. 32, p. 1-134, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=759>. Acesso em: 01 jul. 2023.

MARTINI, R. A. *et al.* **Uma solução automatizada para avaliações de impacto em estudos de caso: o Modelo Automatizado em R para Verificação de Impacto (MARVIm): módulo de controle sintético**. 2018. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15781>. Acesso em: 13 maio 2023.

MAURITZEN, J. Will the locals benefit? The effect of wind power investments on rural wages. **Energy policy**, v. 142, p. 111489, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.111489>. Acesso em: 18 maio 2023.

MIKULIĆ, D.; LOVRINČEVIĆ, Ž.; KEČEK, D. Economic effects of wind power plant deployment on the Croatian economy. **Energies**, v. 11, n. 7, p. 1881, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/en11071881>. Acesso em: 21 maio 2023.

OLIVEIRA, A. M.; SELBITTO, M. A.; SOUZA, J. F. Impactos econômicos, sociais e ambientais da geração de energia eólica em comunidades do Rio Grande do Norte. **REUNIR Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 12, n. 4, p. 107-119, 2022. Disponível em: <https://www.reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/1449>. Acesso em: 20 jul. 2023.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, p. 1082-1100, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>. Acesso em: 20 maio 2023.

RESENDE, B. C. M. **O efeito da implantação de usinas eólicas sobre o preço de aluguéis**. 2015. Disponível em: [http://ftp.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Bruno\\_Cesar\\_Mariano\\_Resende.pdf](http://ftp.econ.puc-rio.br/uploads/adm/trabalhos/files/Bruno_Cesar_Mariano_Resende.pdf). Acesso em: 28 jun. 2023.

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. **Tópicos em Administração**, v. 39, p. 52, 2017. Disponível em: [https://www.poisson.com.br/livros/adm/volume39/Topicos\\_em\\_Administracao\\_vol39.pdf](https://www.poisson.com.br/livros/adm/volume39/Topicos_em_Administracao_vol39.pdf). Acesso em: 11 jul. 2023.

RODRIGUES, R. E. de A. **Efeitos da construção de parques eólicos sobre indicadores econômicos e fiscais dos municípios brasileiros**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/40002>. Acesso em: 09 jul. 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**, v. 13, n. 3, p. 357-378, 2019. Disponível em: <https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/503>. Acesso em: 25 jul. 2023.

SAMPAIO, M. A. dos S. **A implementação de parques eólicos e seus impactos sobre os municípios brasileiros**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/65560>. Acesso em: 25 jul. 2023.

SANT'ANNA, P. H. C.; ZHAO, J. Doubly robust difference-in-differences estimators. **Journal of Econometrics**, v. 219, n. 1, p. 101-122, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.06.003>. Acesso em: 12 jun. 2023.

SANTOS, P. E. de L.; ARAÚJO, F. J. C. O DESENVOLVIMENTO DA ENERGIA EÓLICA NO BRASIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 6, p. 2978-2989, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10487>. Acesso em: 06 dez. 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. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-10092012-095724/en.php>. Acesso em: 18 jul. 2023.

SOUZA, V. C. M. de. **Análise dos impactos positivos obtidos com implementação de usinas eólicas**. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/42e6dc02-e3b4-4df3-9a10-99ce7b8a5eda>. Acesso em: 30 jun. 2023.

SUN, L.; ABRAHAM, S. Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. **Journal of Econometrics**, v. 225, n. 2, p. 175-199, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.09.006>. Acesso em: 29 maio 2023.

TEIXEIRA, A.; VENTER, Z. Is macroprudential policy driving savings?. **REM Working Paper Series**, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ucp.pt/handle/10400.14/40748>. Acesso em: 28 jul. 2023.

XIA, F.; SONG, F. Evaluating the economic impact of wind power development on local economies in China. **Energy Policy**, v. 110, p. 263-270, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.08.030>. Acesso em: 25 maio 2023.

**APÊNDICE A – EFEITOS DESAGREGADOS DAS EÓLICAS**

Tabela 5 – Efeito das eólicas por grupo

Variável Dependente	Renda	Agricultura	Indústria	Construção	Serviços	Comércio	Outras	Impostos	Gini
<b>Grupo</b>									
2004	135,02*** (36,06)	63,89*** (9,84)	216,73*** (15,53)	209,47*** (15,34)	-303,69*** (23,74)	-119,61*** (6,68)	68,22*** (7,12)	50687,58*** (4264,56)	-0,08*** (0,004)
2006	480,02*** (45,75)	347,25*** (13,29)	699,40*** (17,27)	-335,05 17,24	-165,86*** (30,82)	-145,95*** (14,86)	80,24*** (7,98)	20808,66*** (1011,03)	-0,03*** (0,004)
2008	680,84** (319,66)	57,62** (22,72)	405,02 (250,47)	299,86*** (111,99)	-25,84 (53,75)	-37,39** (17,56)	-18,43 (26,69)	-16791,44 (21055,80)	-0,06*** (0,02)
2009	719,17 (666,82)	198,98*** (66,39)	27,46 (161,74)	702,82 (446,79)	-119,63 (136,65)	-5,35 (34,45)	-85,12 (94,33)	-96849,04*** (30897,71)	-0,06*** (0,004)
2010	2242,83 (1511,87)	84,02*** (31,41)	1430,53 (1230,83)	439,72** (174,83)	167,68 (142,34)	57,28 (38,13)	63,59** (29,63)	19488,6 (63923,03)	-0,01*** (0,004)
2011	15,06 (106,99)	94,70 (84,79)	57,05 (91,85)	132,67* (69,56)	-16,30 (37,22)	-8,43 (9,32)	-244,63** (112,11)	1443282 (1145089)	-0,0005 (0,01)
2012	1227,95*** (223,48)	-53,75 (124,36)	192,08 (315,02)	341,02** (168,67)	467,359*** (107,27)	49,95 (50,99)	231,32*** (29,50)	413560,5 (287571,2)	0,01 (0,01)
2013	873,22 (613,10)	99,65*** (35,33)	579,42* (341,73)	147,50 (364,58)	-37,25 (86,62)	41,33 (25,68)	42,58 (62,10)	91734,31 (57634,96)	0,001 (0,01)
2014	1621,23*** (480,86)	319,44** (137,11)	648,55 (471,74)	332,72 (230,55)	264,73 (223,16)	0,58 (14,70)	55,20 (39,04)	69718,91* (41055,56)	0,01 (0,01)
2015	913,97 (724,43)	44,34 (92,22)	-109,88 (529,62)	672,79* (351,72)	292,70 (192,22)	3,92 (25,56)	10,10 (63,64)	16635,1 (37311,74)	-0,01 (0,01)
2016	280,44* (164,89)	21,60 (42,12)	41,96 (79,73)	84,08 (137,40)	136,03 (97,78)	-1,76 (14,36)	-1,47 (31,45)	36908,86 (40202,99)	0,01** (0,004)
2017	590,77 (428,08)	-72,55 (100,88)	1,38 (238,88)	468,73 (310,93)	181,42* (96,03)	-0,83 (17,51)	12,61 (68,98)	-138342,7* (75501,4)	0,002 (0,01)
2018	-1511,10 (1774,09)	149,91 (98,27)	-1742,59 (1581,07)	-156,73 (307,95)	317,45 (229,92)	-7,26 (49,66)	-71,88 (95,16)	42737,92 (28869,2)	-0,006 (0,006)
2020	-6,51 (2669,00)	-288,44* (164,55)	-293,51 (1246,96)	626,26 (1241,79)	-111,61*** (29,80)	7,98 (22,89)	52,81*** (20,35)	15420,66*** (2527,80)	0,01 (0,02)

Tabela 6 – Efeito das eólicas por ano calendário

Variável Dependente	Renda	Agricultura	Indústria	Construção	Serviços	Comércio	Outras	Impostos	Gini
<b>Ano</b>									
2004	-210,77*** (31,14)	-55,91*** (5,64)	16,17*** (4,65)	20,81 (21,84)	-330,19*** (18,72)	110,95*** (7,31)	27,40*** (4,34)	-6505,78*** (1245,55)	0,006 (0,004)
2005	-107,29*** (28,70)	-84,72*** (7,69)	39,93*** (6,38)	31,16 (19,58)	-234,65*** (17,44)	99,72*** (6,25)	41,27*** (5,71)	-14474,08*** (1812,42)	-0,006 (0,004)
2006	-113,22*** (21,34)	0,1595237 (26,66)	219,38*** (67,24)	-166,78 (160,81)	-117,14 (112,25)	-39,99 (33,53)	-8,85 (14,47)	-6912,43 (5866,16)	-0,04** (0,02)
2007	-468,05*** (277,71)	136,96** (57,78)	21,19 (60,51)	-375,15 (313,35)	-129,03* (70,79)	-124,43*** (10,85)	2,41 (24,02)	-5042,88 (7286,01)	-0,03*** (0,01)
2008	132,05 (94,47)	-5,23 (35,11)	89,55*** (34,13)	1,40 (52,58)	9,16 (37,03)	-28,48* (15,64)	65,65 (76,98)	-5368,03** (2698,11)	-0,02 (0,02)
2009	146,95 (95,25)	16,35 (34,16)	137,59 (92,79)	96,70 (73,03)	-50,96 (41,77)	-51,79*** (18,49)	-0,94 (20,24)	5633,37 (4334,59)	-0,03*** (0,01)
2010	144,99 (128,68)	3,78 (24,30)	207,78** (104,53)	115,90 (111,98)	-102,10** (43,62)	-58,67*** (18,58)	-21,70 (22,48)	-16253,75 (13377,92)	-0,03** (0,01)
2011	239,08 (229,70)	53,34 (34,52)	172,71 (207,31)	96,85 (64,87)	-29,12 (49,98)	-41,95** (19,01)	-12,76 (19,43)	6435,23 (29122,95)	-0,05*** (0,01)
2012	515,12* (302,77)	79,75** (37,86)	229,34 (189,22)	264,03 (229,36)	-65,61 (58,87)	-28,44** (14,36)	36,05* (20,93)	38285,98 (48778,38)	-0,03*** (0,01)
2013	566,83** (279,90)	70,31** (34,70)	297,12 (184,32)	204,42 (142,77)	9,68 (50,59)	-35,98** (17,75)	21,27 (31,34)	44601,63 (45496,33)	-0,03*** (0,01)
2014	770,30*** (299,71)	75,67** (31,27)	407,57* (238,35)	198,88** (101,38)	115,54 (90,41)	-28,82* (16,38)	1,45 (31,99)	32971,39 (31518,32)	-0,02** (0,01)
2015	1144,48*** (403,10)	114,32*** (40,12)	363,49 (260,98)	549,29** (274,41)	84,07 (64,09)	18,32 (21,46)	14,99 (29,33)	30685,19 (22832,07)	-0,01 (0,01)
2016	1134,38*** (289,38)	108,96** (48,93)	335,76* (171,76)	528,95*** (162,72)	124,55* (64,31)	18,35 (15,93)	17,81 (29,01)	26699,02 (16570,28)	-0,01** (0,006)
2017	954,19*** (261,14)	80,20* (45,05)	250,35 (177,57)	392,30*** (139,10)	187,834** (81,48)	2,50 (13,35)	40,98 (25,19)	82418,27 (65388,36)	-0,002 (0,005)

Variável Dependente	Renda	Agricultura	Indústria	Construção	Serviços	Comércio	Outras	Impostos	Gini
<b>Ano</b>									
2018	1134,94*** (329,00)	121,02** (55,53)	228,13 (238,70)	450,34*** (173,59)	271,47** (106,83)	26,16* (14,09)	37,81 (26,71)	117951,7 (96001,19)	-0,006 (0,005)
2019	696,17* (358,58)	65,67 (42,99)	233,02 (258,93)	289,07 (187,33)	135,65* (69,39)	-4,31 (16,14)	-22,93 (36,04)	140260,4 (98140,79)	-0,01** (0,005)
2020	826,23*** (317,90)	67,55* (38,56)	355,66 (250,88)	181,75 (111,27)	192,24*** (71,44)	-3,88 (15,59)	32,90 (31,73)	181598,7 (120134,1)	-0,01** (0,01)

Tabela 7 – Efeito das eólicas por tempo decorrido (Efeitos dinâmicos)

Variável Dependente	Renda	Agricultura	Indústria	Construção	Serviços	Comércio	Outras	Impostos	Gini
<b>t</b>									
1	378,11* (227,91)	27,91 (37,58)	13,89 (178,61)	246,23** (101,85)	96,794** (48,75)	6,08 (12,50)	-12,80 (29,14)	11646,69 (23500,55)	0,002 (0,005)
2	688,48** (286,72)	86,22 (53,82)	-50,57 (188,63)	404,99** (186,52)	206,57*** (65,06)	6,84 (10,14)	34,44 (21,99)	14599,56 (25344,75)	-0,004 (0,005)
3	812,57*** (283,38)	73,49* (38,99)	150,66 (170,82)	324,99* (195,89)	236,01*** (91,28)	6,03 (14,37)	21,39 (26,98)	15683,94 (26717,21)	-0,01 (0,006)
4	579,54** (236,53)	101,96** (42,47)	190,83 (176,65)	51,47 (109,23)	219,26** (110,86)	-13,06 (19,39)	29,07 (30,27)	44493,55 (29802,52)	-0,004 (0,006)
5	1143,51*** (372,74)	87,56* (51,108)	633,15** (295,46)	214,76 (141,87)	198,08** (87,63)	7,06 (19,00)	2,89 (39,53)	120362,6** (60785,47)	-0,01** (0,007)
6	1275,29*** (342,39)	145,95** (57,87)	837,61*** (240,86)	137,18 (107,99)	91,63 (88,00)	-9,91 (23,04)	72,83 (44,79)	218431,9* (115994,7)	-0,02** (0,01)
7	1465,40** (572,86)	72,10 (55,51)	718,18** (347,51)	538,80* (294,23)	75,76 (117,36)	9,40 (26,94)	51,16 (41,27)	431311 (275783,1)	-0,03*** (0,01)
8	1641,69** (678,27)	160,59** (68,73)	903,36* (485,79)	443,15** (175,89)	92,97 (109,12)	17,01 (34,73)	24,60 (73,40)	447483 (331402,1)	-0,03*** (0,01)
9	1748,30** (866,90)	209,75*** (42,80)	1061,73 (743,64)	590,91*** (154,88)	-87,54 (83,50)	-12,95 (26,66)	-13,60 (43,57)	435394,3 (504271,8)	-0,05*** (0,01)
10	1759,94** (854,04)	190,65*** (45,38)	1139,65 (710,03)	521,73*** (157,49)	-25,36 (110,06)	-6,42 (37,11)	-60,31* (31,86)	-21184,46 (88797,6)	-0,06*** (0,01)
11	956,80 (589,33)	82,23 (76,44)	649,00* (360,26)	400,74 (245,03)	-109,34 (89,47)	-33,02 (28,76)	-32,80 (53,66)	-50566,63 (48184,43)	-0,07*** (0,02)
12	1379,02** (574,37)	74,95 (97,85)	697,11** (355,20)	661,00** (274,05)	-86,32 (70,26)	-42,36* (24,475)	74,64 (68,84)	14660,58 (49004,08)	-0,07*** (0,02)
13	441,08*** (136,95)	240,40*** (50,89)	256,44*** (43,63)	300,47** (148,39)	-309,08*** (35,621)	-240,25*** (26,269)	193,11*** (39,05)	109544*** (41524,6)	-0,07*** (0,01)
14	717,11*** (75,90)	322,99*** (21,70)	470,31*** (46,96)	277,71 (190,98)	-275,80*** (46,60)	-159,18*** (41,63)	81,08 (99,54)	167558,1** (84496,19)	-0,07*** (0,02)
15	1290,64*** (70,05)	188,81*** (21,06)	405,47*** (31,99)	424,14*** (37,29)	372,63*** (33,41)	-199,45*** (11,542)	99,03*** (14,27)	309904,7*** (13573,53)	-0,10*** (0,004)
16	1236,21*** (64,13)	170,82*** (22,48)	344,71*** (28,79)	250,61 (32,58)	342,72*** (36,97)	81,51*** (10,28)	45,82*** (17,63)	243046,6*** (14155,35)	-0,09*** (0,004)