



29º Prêmio Tesouro
de Finanças Públicas 2024

Revista **Cadernos de Finanças Públicas**

2025

Edição Especial



TESOURO NACIONAL

Avaliação de impacto do financiamento do FDNE na construção de Parques Eólicos e seus efeitos no mercado de trabalho e indicadores econômicos dos municípios na área de atuação da Sudene

Guilherme Irffi

Universidade Federal do Ceará - UFC

Edward Martins Costa

Universidade Federal do Ceará - UFC

Pedro Alexandre Santos Veloso

Universidade Federal do Ceará - UFC

Erirelton de Souza Nunes

Universidade Federal do Ceará - UFC

Diego Rafael Fonseca Carneiro

Universidade Federal do Ceará - UFC

Maria Analice dos Santos Sampaio

Universidade Federal do Ceará - UFC

RESUMO

Em 2023, o Brasil ocupou o sexto lugar mundial em capacidade instalada de energia eólica onshore, com a região Nordeste sendo responsável por 91,52% do potencial eólico do país. A energia eólica não só traz benefícios econômicos, como também promove o desenvolvimento local e regional. Este estudo buscou analisar os impactos causais da implantação de parques eólicos em municípios nordestinos beneficiados pelo FDNE, focando no mercado de trabalho e em indicadores econômicos, como PIB per capita e Valor Adicionado Bruto (VAB) nos setores agrícola, de serviços e industrial. Utilizando dados de 1999 a 2022 e o modelo de Diferenças em Diferenças (DiD) escalonado, os resultados mostram que a construção dos parques aumentou a contratação de trabalhadores, o PIB per capita e o VAB nos setores industrial e de serviços, mas causou impactos negativos temporários no setor agropecuário, que desapareceram após a conclusão dos parques.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto; Parque Eólico; Mercado de Trabalho; PIB per capita; VAB Setorial.

JEL: Q42; R58; O13

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DA LITERATURA	6
3. METODOLOGIA	8
3.1. Base de Dados.....	8
3.2. Estratégia de Identificação	10
3.3. Estratégia Econométrica.....	12
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	14
4.1. Estatísticas Descritivas	14
4.2. Efeitos da Construção e Operação de Parques Eólicos	16
4.3. Análise de Robustez dos Resultados: Controles Limpos.....	21
5. ESTRATÉGIAS PARA POTENCIALIZAR OS RESULTADOS	22
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
APÊNDICE.....	29

1. INTRODUÇÃO

A energia eólica é uma das principais fontes de energia renovável existentes, principalmente em função do alto rendimento que pode ser alcançado com os recursos e a tecnologia atualmente disponíveis. Em 2023, a capacidade mundial instalada de energia eólica atingiu 117 GW, elevando a capacidade total instalada para 906 GW, um aumento de 13% em comparação a 2022 (Global Wind Report, 2024).

O Brasil ocupa papel de destaque no cenário global de produção de energia eólica. Em 2023, figurou entre os seis principais¹ países em capacidade instalada onshore², com 30,45 gigawatts. Até junho de 2024, a capacidade instalada já havia aumentado em 4,8 GW, sendo que o setor passou a contar com mais de 1.000 parques eólicos em operação (Global Wind Report, 2024). Ao mesmo tempo, a Agência Brasil (2024)³ informou que a energia eólica alcançou uma participação de 13,2% na matriz energética nacional, correspondendo a 20% da geração de energia necessária.

Em termos regionais, de acordo com o Relatório Anual do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2023), a região Nordeste se destaca por deter 91,52% do potencial eólico do país, com um aumento significativo na instalação de novas usinas nos últimos anos. Em 2023, a região obteve recordes na geração de energia eólica, com destaque para o mês de julho, em que a produção de energia eólica atingiu 18,40 GW, representando 149,1% da demanda do subsistema.

A produção de energias renováveis, a exemplo da energia eólica, pode oferecer diversos benefícios econômicos, como a possibilidade de desenvolvimento local e regional. Áreas rurais, muitas vezes marcadas por desemprego elevado e baixa atividade econômica, podem se beneficiar desses projetos, que demandam mão de obra local, principalmente durante a fase de construção (Simas, 2012; BNDES, 2019). Esses projetos promovem capacitação, geram empregos, aumentam a renda e contribuem para a arrecadação fiscal.

Como a região Nordeste, historicamente, se apresenta como uma das regiões mais desiguais do país e possui condições favoráveis para a geração de energia eólica, a atuação do Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE) no financiamento deste setor pode ser importante para alavancar o mercado de trabalho e os indicadores econômicos municipais.

1 O principal é a China, seguida dos EUA, Alemanha, Índia e Espanha.

2 Em novembro de 2023, a Câmara dos Deputados aprovou o marco legal que regulamenta a geração de energia offshore, através do Projeto de Lei nº 11.247, de 2018.

3 Para maiores detalhes, ver: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-04/capacidade-de-geracao-de-energia-eolica-deve-bater-recorde-neste-ano>.

O FDNE foi criado pela MP nº 2.156-5/2001 e regulamentado pelos Decretos nº 7.838/2012 e nº 6.952/2009, tem por objetivo financiar o desenvolvimento econômico e social na região Nordeste, tendo direcionado nos últimos anos elevados volumes de recursos ao financiamento do setor eólico. Sob a gestão do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR), por meio da Sudene o fundo destina recursos a projetos de infraestrutura, serviços públicos e iniciativas produtivas, focando no potencial de geração de novas atividades e empregos, com ações voltadas ao crescimento sustentável na área da Sudene, abrangendo o Nordeste, o norte de Minas Gerais e o Espírito Santo.

Dentre sua carteira de projetos, o FDNE contempla diversos empreendimentos do setor elétrico, em particular do setor de geração de energia eólica. Para ilustrar a prioridade dada pelo Fundo aos empreendimentos de geração de energia eólica, ressalta-se que este setor representou mais da metade dos projetos apoiados (41), correspondendo a 30% do valor das contratações, desde sua criação.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo mensurar os efeitos causais da construção e instalação de parques eólicos nos municípios da região nordeste do Brasil, incluindo aqueles beneficiados pelo FDNE, sobre indicadores municipais do mercado de trabalho como o número de vínculos, a remuneração média e a massa salarial e de atividade econômica, como o PIB *per capita* e o Valor Adicionado Bruto (VAB) da agricultura, serviços e indústria. A análise considera que os empregos são gerados antes do início de operação dos parques, ou seja, quando a vigência de outorga ou o início da construção dos parques ocorrem.

Existem outros estudos que também analisaram o impacto causal da presença de parques eólicos em municípios do Nordeste sobre indicadores econômicos, como Rodrigues et al. (2019), Sampaio (2022) e Sampaio, Costa e Irffi (2023). No entanto, o presente estudo se diferencia metodologicamente ao utilizar o ano da vigência de outorga, uma das etapas iniciais de autorização para a construção, e o ano do início da construção do parque eólico como intervenções causais. Além disso, utilizou-se um período de análise mais abrangente (2001 a 2022). Assim, esses dois aspectos (a vigência da outorga e o ano de início da construção) juntamente com um período mais extenso, elevam a precisão da mensuração do impacto causal dos parques eólicos sobre os indicadores econômicos considerados.

Este Relatório busca contribuir para o Desenvolvimento regional do Nordeste ao mensurar e analisar os efeitos causais da construção e operação de parques eólicos nos municípios do Nordeste, incluindo os empreendimentos financiados pela Sudene a partir do FDNE, sobre indicadores econômicos como PIB *per capita* e VAB nos setores da indústria, serviços e agro-

pecuária. Utiliza a metodologia de Diferenças em Diferenças (DiD) proposta por Callaway e Sant’Anna (2021). Ressalta-se que não foi possível mensurar os efeitos específicos da instalação de parques eólicos financiados pelo FDNE devido ao pequeno número de municípios beneficiados por esse financiamento. Entretanto, foi possível captar o efeito para o conjunto total de parques eólicos instalados e em construção entre 2001 e 2022. Ademais, a partir dos resultados encontrados, o estudo contribui para a formulação de políticas públicas e estratégias de investimento em energias renováveis.

Além dessa introdução, o estudo é composto por mais quatro seções. Na segunda seção, apresenta-se uma revisão de literatura relativa aos efeitos da implementação da energia eólica sobre indicadores econômicos. A terceira seção mostra a base de dados e estratégia empírica utilizada na pesquisa. Na seção seguinte, são apresentadas as estatísticas descritivas, os efeitos da construção e operação dos parques eólicos e a análise de robustez. Por fim, expõem-se as considerações finais.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A implementação de iniciativas de energias renováveis, como a eólica, representa uma fonte de geração de empregos e uma opção de desenvolvimento em regiões agrícolas, com potencial para impulsionar o desenvolvimento socioeconômico de áreas rurais (Río e Burguillo, 2008). Apesar dos desafios do setor em relação à infraestrutura de transmissão deficientes (Diógenes et al., 2020), a literatura destaca que a energia eólica oferece benefícios econômicos significativos no Brasil e no mundo.

A literatura internacional aborda os efeitos econômicos do setor eólico. Em um estudo para a União Europeia, Blanco e Kjaer (2009) encontraram que, além dos efeitos no mercado de trabalho, há também desenvolvimento industrial, pois, o setor promove o desenvolvimento de novas tecnologias e sua exportação, impulsionando a competitividade no mercado global. Bianchini et al. (2019) examinam o impacto da energia eólica no emprego e no desenvolvimento regional em países europeus, encontrando impactos positivos significativos. Especificamente, as regiões que investem nessa fonte de energia frequentemente recebem melhorias na infraestrutura e geram demanda por trabalhadores qualificados, impulsionando o crescimento econômico regional ao atrair investimentos e aumentar a atividade local.

Nesse contexto, Dvořák et al. (2017), Hondo e Moriizumi (2017) e Moreno e López (2008) examinaram o setor de energia eólica em relação à criação de empregos e seus demais

impactos, na República Checa, no Japão e para a região espanhola de Astúrias, respectivamente. Identificaram que, além da criação de novos vínculos, há desenvolvimento da infraestrutura, crescimento do PIB regional e aumento da atividade econômica na região.

Brown, Pender, Wisser, Lantz e Hoen (2012) realizam uma análise *ex post* do impacto da energia eólica em condados dos Estados Unidos, utilizando um modelo de Diferença em Diferenças. Os resultados indicaram que o desenvolvimento da energia eólica gerou impactos econômicos positivos e significativos. Especificamente, a instalação de parques eólicos está associada ao aumento da renda *per capita*, das receitas fiscais, de empregos e de valor agregado das propriedades.

Na literatura nacional, em regiões semiáridas, por exemplo, os poços abertos para a construção das torres eólicas são posteriormente utilizados pela população local (Simas e Pacca, 2013). Munday et al. (2011) fornecem uma análise detalhada dos benefícios dos parques eólicos em áreas rurais e suas implicações para o desenvolvimento econômico local, especialmente em relação à renda *per capita* e às oportunidades de desenvolvimento econômico.

Em relação aos impactos nos municípios com essas instalações, Simas e Pacca (2013); Aldieri, Grafström, Sundström e Vinci (2019); Rodrigues, Costa e Irffi (2019); Gonçalves, Rodrigues e Chagas (2020); Sampaio (2022) e Sampaio, Costa e Irffi (2023) examinam a relação entre a energia eólica e a criação de empregos, destacando os benefícios socioeconômicos desta fonte de energia. Em geral, os autores encontraram que a instalação de parques eólicos tem um impacto positivo na criação de empregos diretos e indiretos nos municípios.

Em relação aos efeitos sobre a atividade econômica, desenvolvimento local, infraestrutura e desenvolvimento econômico, a literatura apresenta alguns estudos relevantes. Aldieri, Grafström, Sundström e Vinci (2019) observam que as regiões onde os parques eólicos são instalados frequentemente experimentam crescimento econômico local, impulsionado pelo aumento da atividade econômica e pelo desenvolvimento de infraestrutura. Esses fatores ajudam a reduzir as disparidades regionais, proporcionando uma maior geração de empregos em áreas rurais e menos desenvolvidas.

Nesse mesmo contexto, Simas e Pacca (2013) apontam que a instalação de parques eólicos em áreas rurais e menos desenvolvidas promove o desenvolvimento local, melhorando a infraestrutura e criando uma cadeia econômica a partir das oportunidades de emprego. De forma semelhante, Gonçalves, Rodrigues e Chagas (2020) mostraram que os investimentos no setor eólico têm influenciado o desenvolvimento econômico, tanto em níveis regionais quanto nacionais. Esses investimentos resultam em aumentos na renda *per capita*, taxas de emprego,

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e melhorias na infraestrutura local, promovendo o desenvolvimento em regiões com menos oportunidades econômicas.

Em relação aos indicadores econômicos, Sampaio (2022) identificou impactos positivos no PIB *per capita*, no VAB da indústria, nas receitas fiscais municipais e na arrecadação tributária, além de um leve incremento no mercado de trabalho local, representado pela massa salarial *per capita*. Ademais, Sampaio, Costa e Irffi (2023) também apontam que a implementação de parques eólicos tem impactos positivos significativos em diversas variáveis econômicas, como a renda *per capita*, a criação de empregos diretos e indiretos, e a redução das desigualdades regionais. Além dessas variáveis econômicas, Silva, Alves e Ramalho (2020) observaram um aumento no poder de compra da população local devido à maior entrada de capital na economia.

3. METODOLOGIA

3.1 Base de Dados

Para a realização dessa pesquisa, foram utilizadas informações sobre os parques eólicos em operação e em construção na região Nordeste do Brasil disponíveis no Sistema de Informações de Geração da Agência Nacional de Energia Elétrica (SIGA-ANEEL), e no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Esses projetos contemplam, inclusive, aqueles financiados pelo FDNE, conforme o Relatório de Gestão do Fundo disponibilizado pela Sudene.

Mantiveram-se, na amostra, para o grupo de tratados, apenas os municípios nordestinos com parques eólicos instalados (construídos e em construção), conforme informações do SIGA-ANEEL. Para o grupo de controle, utilizaram-se os municípios limítrofes⁴ aos municípios sem parques eólicos instalados. Tanto para os parques eólicos em construção quanto para os parques eólicos em operação, a atribuição ao tratamento ocorreu, majoritariamente, considerando-se o ano de início da construção das obras. No entanto, para os casos de ausência dessa informação, utilizou-se o início da vigência de outorga dos projetos, uma vez que os parques só podem começar a construção a partir dessa outorga.

Para captar os efeitos sobre o mercado de trabalho local, considerou-se a quantidade de vínculos celetistas ativos, indicando o número de postos de trabalho. Além do emprego, utilizou-se a Massa Salarial, que corresponde à soma de todos os salários e pode captar o efeito sobre a renda do trabalho. O volume de emprego e a Massa Salarial foram obtidos a partir de

⁴ Os municípios limítrofes foram construídos por meio do software QGIS.

dados extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

Como os efeitos sobre os indicadores econômicos podem ser decorrentes de outros fatores, além da instalação do parque eólico, são consideradas nas estimações características como o porte da população (extraída do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE) e Índices de Desenvolvimento Municipal (IDHM) geral, educacional, longevidade e renda (extraídos do Atlas do Desenvolvimento Humano da ONU - ADH-ONU). A ponderação também leva em consideração o fato do município localizar-se na região do semiárido, na bacia do rio São Francisco ou na bacia do rio Parnaíba, variáveis extraídas do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Todas essas características, obtidas para o ano de 2000, são utilizadas para o cálculo dos pesos que ponderam as características dos municípios, por meio do balanceamento por entropia descrito por Hainmueller (2012), a fim de comparar os municípios com características mais similares antes do tratamento.

A densidade populacional e a tipologia municipal, extraídas do MIDR e a velocidade média dos ventos, considerada como um parâmetro importante para a instalação de usinas eólicas nos municípios, são utilizadas como covariadas no modelo. Estas informações de frequência anual compreendem os parques eólicos dos municípios em que estão instalados no período de 2001 a 2022.

Ressalta-se que, como nem todos os municípios possuem informações para a velocidade média dos ventos, optou-se por considerar a velocidade média dos ventos para as estações mais próximas dos municípios em 2022. Isso foi possível a partir das informações contidas no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Ademais, para as informações relativas ao mercado de trabalho, a saber: vínculos ativos, remuneração média e massa salarial, removeram-se os vínculos relativos ao setor estatutário e Administração Pública Federal, mantendo na análise apenas os empregos não públicos. O Quadro 1 descreve as variáveis utilizadas pelos modelos estimados:

Quadro 1 - Variáveis utilizadas na estimação dos Modelos

Variável	Modelo 1 - Parques em Operação/Construção	Modelo 2 - Parques em Construção
ln(Quantidade de vínculos)	Sim	Sim
ln (Massa salarial)	Sim	Sim
ln (Remuneração média)	Sim	Sim
ln (PIB per capita)	Sim	Sim
ln (VAB - Serviços)	Sim	Sim
ln (VAB - Indústria)	Sim	Sim
ln (VAB - Agro)	Sim	Sim
Densidade População	Sim	Sim
Velocidade Média do Vento	Sim	Sim
Dummy informando que há parque em construção no município	Não	Sim

Fonte: Elaborado com dados da pesquisa.

3.2 Estratégia de Identificação

O mecanismo de transmissão ocorre da seguinte forma: A construção de parques eólicos nos municípios do Nordeste impacta significativamente as economias locais tanto de forma direta quanto indireta. A construção e operação desses parques geram empregos diretos e indiretos. De acordo com LLera Sastresa et al. (2010), os empregos gerados durante o processo de construção dos parques eólicos são de caráter temporário. Neste estágio, tende-se a ter maior participação de mão de obra local do que de outros municípios circunvizinhos. Além disso, parte dos postos de trabalho é ocupada por trabalhadores da construção civil, técnicos de instalação de aerogeradores e operadores de guindastes, além de profissionais de segurança do trabalho (Simas, 2012).

Assim, há um aumento da renda dos trabalhadores, bem como dos proprietários de terras arrendadas, o que eleva os gastos com bens e serviços locais, resultando em maior arrecadação fiscal dos municípios, promovendo o crescimento dos setores econômicos, como a indústria e os serviços. O aumento das receitas fiscais locais permite que os governos municipais aumentem os gastos em serviços públicos, como educação, e na infraestrutura local⁵. A demanda por

⁵ Os autores também estão analisando os efeitos sobre as receitas fiscais em outra pesquisa.

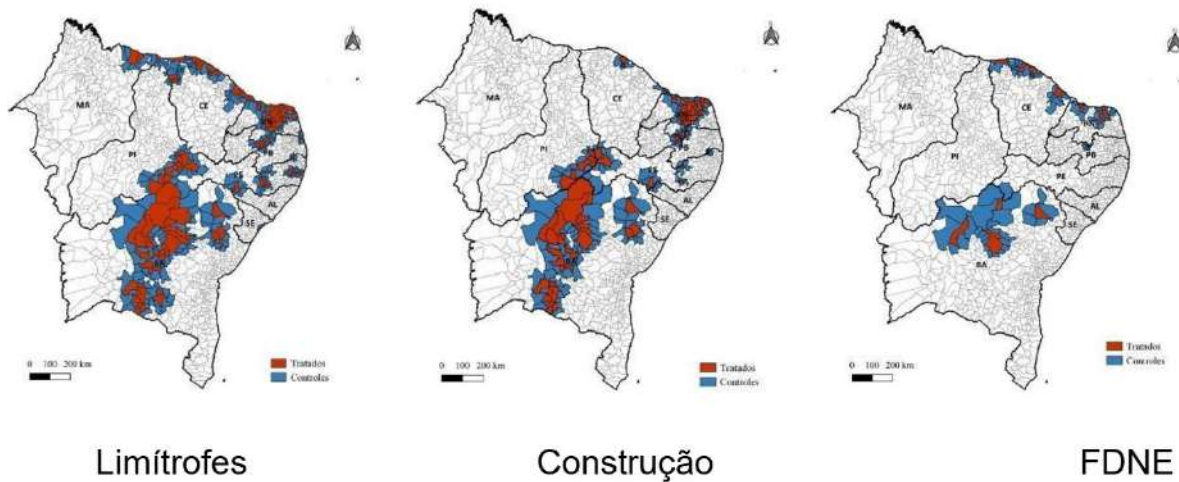
bens e serviços locais cresce devido ao aumento da atividade econômica e do emprego, e os valores imobiliários podem se valorizar, aumentando a riqueza dos proprietários locais. Esses fatores combinados promovem um ciclo positivo de crescimento econômico e elevação do PIB per capita nas regiões com parques eólicos (Slattery e Johnson, 2011; Brown et al., 2012; Brunner e Schwegman, 2022).

Dessa forma, a instalação de usinas eólicas pode ser considerada um importante canal de desenvolvimento local, corroborando com o modelo lógico da PNDR. Conforme já indicado na seção anterior, estima-se o impacto sobre os indicadores do mercado de trabalho (quantidade de vínculos ativos, remuneração média e massa salarial), PIB per capita e VAB dos setores da Indústria, Serviços e Agropecuária, adotando-se o início da construção dos parques como intervenção. Porém, para os parques que já estão em operação e não se tem a informação sobre o início da obra, utiliza-se o início da vigência de outorga dos projetos.

LLera Sastresa et al. (2010) esperam que haja uma maior quantidade de mão de obra na fase inicial de construção e instalação dos parques e uma menor quantidade de mão de obra na fase de operação. No entanto, a mão de obra empregada no setor na fase de operação necessita de maior especialização, dado o seu direcionamento à manutenção dos empreendimentos. Nesse contexto, os municípios que possuem parques eólicos em operação ou em construção farão parte do grupo de tratamento. Ressalta-se que se tratam de duas análises distintas. A primeira contempla municípios com parques eólicos construídos e em construção (de modo agregado), e a segunda considera apenas municípios com parques eólicos em construção. Além disso, os efeitos dos indicadores do mercado de trabalho, PIB per capita e VAB serão analisados considerando esses municípios e essas duas abordagens.

Os grupos de controle, para ambos os casos, são compostos por municípios que poderiam receber tais empreendimentos, porém, não possuem parques eólicos. Além disso, como a rota de vento é um fator importante para a instalação do parque, restringiu-se o grupo de controle para acomodar municípios vizinhos imediatos àqueles com instalações eólicas, como se observa na Figura 1. A seleção dos grupos de controle, com municípios limítrofes, tem como hipótese o fato de que esses municípios apresentam características socioeconômicas e climáticas semelhantes aos que possuem empreendimentos eólicos (Rodrigues, Costa e Irfi, 2019; Sampaio, 2022; Sampaio; Costa; Irfi, 2023).

Figura 1 – Municípios com parques Eólicos na área de atuação da Sudene



Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 Estratégia Econométrica

Para atingir os objetivos propostos, utilizou-se o estimador de diferenças em diferenças (DiD) escalonado de Callaway e Sant’Anna (2021), que possibilita a estimação e a inferência dos parâmetros causais dos efeitos da construção de parques eólicos, ao levar em consideração múltiplos períodos, variação no tempo de tratamento e efeitos heterogêneos.

Callaway e Sant’Anna (2021) classificam as unidades tratadas de acordo com o momento em que começaram a participar do tratamento. Dessa forma, é possível estimar o Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados para cada grupo, "g", em cada período de tempo, "t". Além disso, a estimação pode ser realizada quando existe um grupo de unidades "nunca tratadas". Caso esse grupo não esteja disponível ou seja muito pequeno, utiliza-se o grupo de unidades "ainda não tratadas"⁶.

Os autores propõem uma ponderação que visa aproximar unidades tratadas e não tratadas em termos de probabilidade de participação no programa. Isso é feito através da estimativa do seguinte escore de propensão:

$$P_g(X) = P(G_g = 1 | X, G_g + C = 1) \quad (1)$$

Onde X é o conjunto de variáveis observáveis; G_g é uma variável binária que assume

⁶ Athey e Imbens (2006) e de Chaisemartin e D’Haultfoeuille (2018) também exploram a utilização de unidades "ainda não tratadas" como grupos de comparação em procedimentos de DiD.

valor 1 se a empresa foi beneficiada no período g ; e C é uma dummy que assume valor 1 se a empresa pertence ao grupo de controle. Assim, o escore de propensão é estimado para cada ano de entrada no tratamento, g , o que gera maior flexibilidade para obter a semelhança de características entre controles e cada grupo de tratamento.

Sob essas suposições, o efeito médio do tratamento para grupo-tempo, incluindo o comportamento de antecipação δ , pode ser identificado semi-parametricamente como:

$$ATT(g, t) = E \left[\left(\frac{G_g}{E[G_g]} - \frac{\frac{P_g(X)C}{1-P_g(X)}}{E\left[\frac{P_g(X)C}{1-P_g(X)}\right]} \right) (Y_t - Y_{g-\delta-1}) \right] \quad (2)$$

Onde Y_t e $Y_{g-\delta-1}$ representam, respectivamente, a variável de resultado no tempo t e no tempo imediatamente anterior ao recebimento do benefício pelo grupo g , considerando a antecipação. Devido à presença das dummies G_g e C no primeiro termo entre parênteses da Equação (2), a diferença $(Y_t - Y_{g-\delta-1})$ é calculada separadamente para cada grupo g e para o seu respectivo grupo de controle. Além disso, pode-se utilizar na de estimação do $ATT(g,t)$, estimadores baseados em regressões de resultados (Heckman et al., 1997, 1998), ponderação de probabilidade inversa (Abadie, 2005) e métodos duplamente robustos (Sant'Anna e Zhao, 2020).

Portanto, esse estimador proposto por Callaway e Sant'Anna (2021) é uma ponderação da diferença de resultados entre os grupos de tratado ($G_g=1; C=0$) e controle ($G_g=0; C=1$), antes e após a intervenção, em que os pesos são:

$$w_g^G = \frac{G_g}{E[G_g]} \quad e \quad w_g^C = \frac{\frac{P_g(X)C}{1-P_g(X)}}{E\left[\frac{P_g(X)C}{1-P_g(X)}\right]} \quad (3)$$

Essa abordagem não só equilibra as características observáveis entre os municípios que tiveram e possuem parques eólicos construídos e em construção e aqueles que não possuem parques eólicos, como também controlar por características não observáveis que permanecem constantes ao longo do tempo. Além disso, por se tratar de um estimador não paramétrico, o $ATT(g,t)$ permite identificar o impacto causal da construção de parques eólicos sem a necessidade de impor formas funcionais específicas, como as usadas nas regressões lineares tradicionais na literatura de diferenças em diferenças para controlar características observáveis.

Além disso, o estimador possibilita a execução de um teste para a hipótese de tendências paralelas, calculando o $ATT(g, t)$ para períodos anteriores ao tratamento. A não rejeição da hipótese nula sugere que o grupo de controle é um contrafactual adequado para o grupo de tratamento. A hipótese nula do teste é:

$$H_0: E[X, G=1] - E[X, C=1] \text{ a.s.} \rightarrow 0 \quad (4)$$

Por fim, como apresentado pelos autores, pode-se verificar a suposição de tendências paralelas por meio de análise gráfica, usando um intervalo de confiança simultâneo de 95%.

Embora os testes de tendências utilizados nos modelos DiD escalonados sejam uma verificação natural e intuitiva da suposição de tendências paralelas, pesquisas recentes mostram algumas limitações. Mesmo que as pré-tendências sejam exatamente paralelas, não há garantia de que a suposição será satisfeita no pós-tratamento (Kahn-Lang e Lang (2020)). Outra questão é que, quando há diferenças pré-existentes nas tendências, os testes podem falhar em rejeitar devido à baixa potência (Bilinski e Hatfield, 2018; Freialdenhoven et al., 2019; Kahn-Lang e Lang, 2020; Roth, 2022).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Estatísticas Descritivas

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas relativas aos municípios que já apresentam parques eólicos em operação, e expõe as médias e as diferenças entre as médias para os grupos de municípios tratados e de controle. Nesse sentido, apresentam-se informações associadas às variáveis adotadas no cálculo do efeito da construção dos parques eólicos nos municípios e seus limítrofes, após serem aplicados os filtros delineados na seção metodológica. São expostas as características dos grupos de tratamento, antes e depois dos municípios que receberam os parques eólicos, e para os municípios limítrofes que não receberam parques eólicos. Considera-se o ano imediatamente anterior ao tratamento (a partir de 2000) e o último ano após tratamento (até 2022)⁷, como referência para a comparação entre os grupos.

Utilizam-se como variáveis de resultado o número de vínculos, remuneração média real (deflacionada pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor - INPC), massa salarial, PIB *per capita* e o valor agregado da agropecuária, serviços e indústria. Como variáveis de controle, ou seja, como representativas das características dos municípios, foram utilizadas a densidade populacional e a velocidade média dos ventos.

Os resultados mostram que, em termos médios, o número de vínculos, a massa salarial, o

⁷ As análises para PIB e Valor Adicionado foram realizadas para o ano de 2021, devido ser o último ano disponível para essas variáveis.

valor adicionado da agropecuária e de serviços, bem como a densidade populacional, apresentaram algumas diferenças entre os municípios, no entanto essas diferenças não se mostraram estatisticamente significantes no período pré e pós-tratamento. A remuneração média e o PIB *per capita* não foram significativas no período pré-tratamento, no entanto, após o tratamento essa diferença se tornou positiva e significativa, o que sugere um impacto econômico positivo para aqueles municípios considerados tratados. A velocidade média do vento, constante no período considerado (fixado em 2022, último ano de análise), se mostrou diferente e significativa para os municípios que têm parques eólicos.

Tabela 1 – Médias e diferenças de média das variáveis para os grupos de municípios tratados (T) e de controle (C) para os municípios limítrofes.

Variável	Pré-intervenção			Pós-intervenção		
	Controle	Tratado	T-Test	Controle	Tratado	T-Test
Vínculos	546	605	0.68	1605	2121	0.23
Remuneração Média	1.39	1.45	0.51	2.06	2.65	0.00*
Massa Salarial	833.44	1046.06	0.44	713.93	1270.49	0.15
PIB per capita	0.38	0.51	0.22	1.63	6.11	0.00*
VAB - Agro	1055.93	2215.10	0.05	79894.88	78956.62	0.94
VAB - Serviços	85848.76	93717.61	0.72	272962.00	396653.31	0.17
VAB - Indústria	24511.04	49737.71	0.07	169520.15	537382.36	0.00*
Densidade Populacional	40.50	35.41	0.35	46.877	44.404	0.74
Velocidade Média dos Ventos	2.51	3.02	0.00*	2.507	3.024	0.00*
Obs	237	119		237	119	

Fonte: Elaborado pelos autores. Valores monetários em milhares de reais. Nota: * p-valor < 0,05.

As diferenças médias entre os municípios nos grupos de municípios com e sem parques eólicos não se mostraram estatisticamente significantes no período pré e pós-tratamento na maioria dos casos, como se observa pela Tabela 2. Esse cenário foi observado no caso dos vínculos, massa salarial, VAB – Agro, Serviços e Indústria, bem como densidade populacional e velocidade média dos ventos. No entanto, verifica-se que a remuneração média, que não tinha diferença significativa no período pré-construção dos parques eólicos, passou a ser positiva após o tratamento, destacando o impacto da construção de parques eólicos sobre a remuneração

média destes municípios.

Tabela 2 – Médias e diferenças de média das variáveis para os grupos de municípios tratados (T) e de controle (C) para os municípios limítrofes de parques em construção

Variável	Pré-intervenção (construção)			Pós-intervenção (construção)		
	Controle	Tratado	T-Test	Controle	Tratado	T-Test
Vínculos	343	304	0.71	1210	1176	0.91
Remuneração Média	1.50	1.33	0.2	2.13	2.69	0.00*
Massa Salarial	556.55	465.84	0.59	3007.43	3065.24	0.95
PIB per capita	6.05	5.95	0.88	36.74	45.5514	0.21
VAB - Agro	16160.82	14532.35	0.53	76562.14	48956.27	0.07
VAB - Serviços	66550.75	64588.3	0.86	224610.25	204372.74	0.71
VAB - Indústria	23860.24	31768.44	0.47	227413.39	284542.91	0.62
Densidade Populacional	29.39	23.66	0.18	32.52	26.23	0.18
Velocidade Média dos Ventos	2.69	3.02	0.09	2.69	3.02	0.09
Obs	161	75		161	75	

Fonte: Elaborado pelos autores. Valores monetários deflacionados pelo em milhares de reais. Nota: * p-valor < 0,05.

4.2 Efeitos da Construção e Operação de Parques Eólicos

Para verificar o efeito causal sobre os indicadores econômicos dos municípios com parques eólicos construídos e em construção, considerou-se como grupo de controle seus municípios limítrofes. Entretanto, para a validação dos efeitos causais, é necessário que os municípios com parques eólicos sigam a mesma trajetória de seus municípios limítrofes na ausência do tratamento. Assim, seguindo Callaway e Santana (2021) e Callaway (2021)⁸, foi realizado o teste de pré-tendências paralelas (Figura 2, Figura 3, Figura A1 e Figura A2), a partir do estudo de eventos que é proposto pelos autores⁹. Busca-se verificar se há uma diferença sistemática na trajetória dos municípios que possuem parques eólicos em construção ou em operação com os

⁸ Para maiores detalhes, ver: <https://bcallaway11.github.io/posts/event-study-universal-v-varying-base-period>

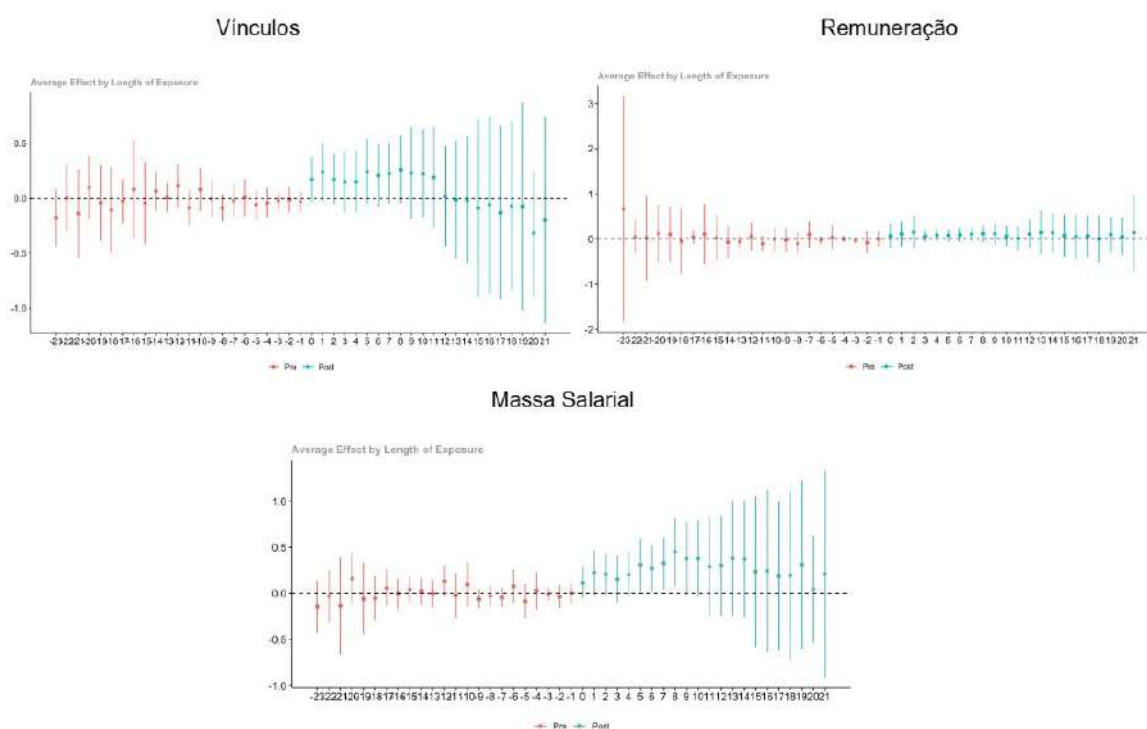
⁹ Callaway e Santana (2021), também argumentam que o gráfico de grupos pode ser analisado para verificar as pré-tendências paralelas. Entretanto optou-se nesse artigo utilizar o Estudo de Eventos, dado que de acordo com os autores, mesmo com cautela, este também pode ser utilizado.

municípios limítrofes antes da construção desses parques.

Os períodos de pré-tratamento são usados para validar a suposição de pré-tendências paralelas dos modelos, enquanto os períodos de pós-tratamento mostram os efeitos dinâmicos do tratamento. Observa-se na Figura A1, no apêndice que para todas as estimativas, a hipótese de pré-tendências paralelas é válida.

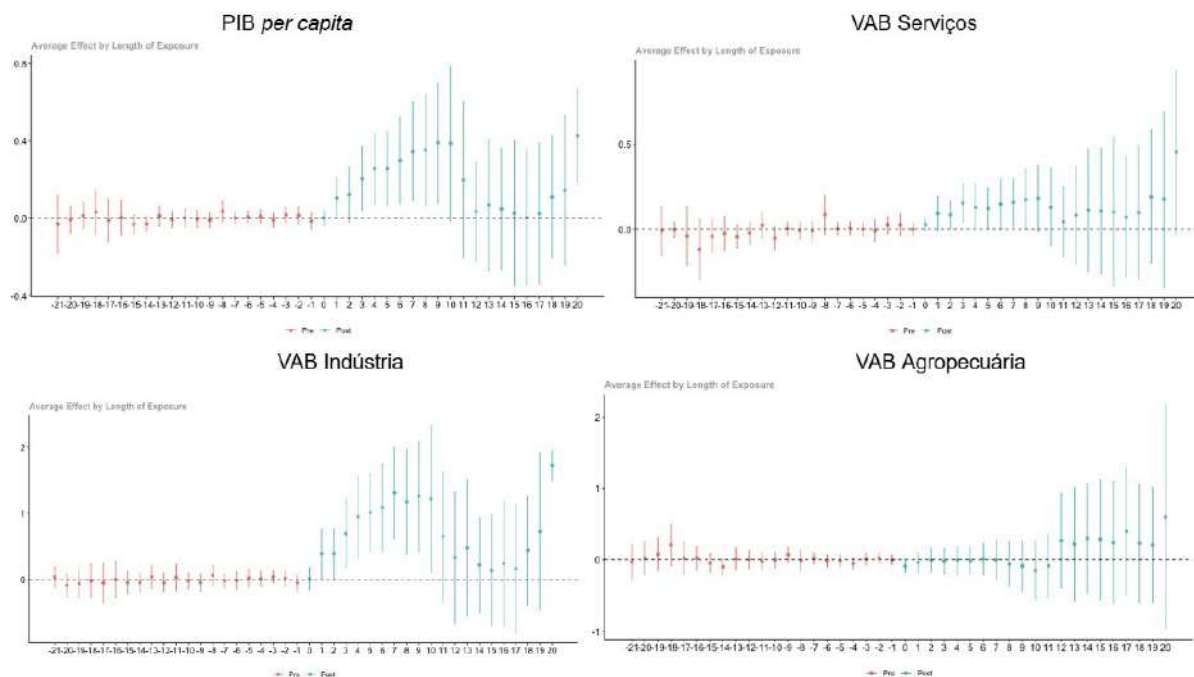
Assim, com base nos resultados dos testes de pré-tendências paralelas, é possível analisar os efeitos causais da construção de parques eólicos sobre o PIB per capita e o VAB da indústria, serviços e agropecuário, usando o estimador de Callaway e Sant'Anna (2021). Entretanto, mesmo com a validação dos testes de pré-tendências paralelas para quase todas as estimações, as estimativas encontradas, tanto para o efeito médio de grupo, quanto para os efeitos dinâmicos, devem ser observadas com cautela.

Figura 2 - Estudo de Eventos para parques construídos e em construção: Mercado de Trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 3 - Estudo de Eventos para parques construídos e em construção: Indicadores Econômicos



Fonte: Elaborado pelos autores

Analisando as estimativas para o efeito médio de grupo, encontram-se evidências de que os parques eólicos financiados com recursos do FDNE têm efeitos positivos sobre o mercado de trabalho. Note pela Tabela 3 que o impacto é de 23,41%¹⁰ na criação de novos postos formais de trabalho celetistas, quando considerados os municípios com parques eólicos construídos e em construção. Também são observados efeitos sobre a massa salarial evidenciam um aumento de 27,51% para os municípios com parques eólicos em operação e/ou construção. Os parques eólicos em construção também apresentam efeitos positivos, em média, um aumento de 19,40% no número de empregos. E, em relação à massa salarial, observou-se um aumento de 25,43%. Ao passo que, não são observados efeitos sobre a remuneração média.

¹⁰ Dado que as estimativas foram derivadas de um modelo log-linear, o efeito causal é calculado como $[100 \times (\exp(\beta) - 1)\%]$.

Tabela 3 - Estimativas da construção de Parques Eólicos sobre indicadores econômicos

Efeitos	Parques em Operação/Construção				Parques em Construção			
	ATT	EP	IC		ATT	EP	IC	
Vínculos	0,2103 *	0,0598	0,0931	0,3276	0,1773 *	0,0626	0,0547	0,3000
Massa Salarial	0,2430 *	0,0637	0,1182	0,3679	0,2266 *	0,0842	0,0615	0,3918
Remuneração	0,1462	0,1030	-0,0558	0,3481	0,1660	0,1636	-0,1547	0,4868
PIB <i>per capita</i>	0,1897 *	0,0384	0,1144	0,2651	0,0606 *	0,0267	0,0082	0,1129
VAB - Serviços	0,1024 *	0,0228	0,0577	0,1471	0,0137	0,0271	-0,0395	0,0668
VAB - Industrial	0,7190 *	0,1146	0,4943	0,9436	0,2796 *	0,0883	0,1065	0,4539
VAB - Agro	-0,0702	0,0398	-0,1482	0,0078	-0,0934 *	0,0289	-0,1501	-0,0367

Fonte: Elaborado pelos autores. * p-valor < 0,05.

Com base nesses resultados, pode-se afirmar que a presença dos parques eólicos impulsiona a economia local, a partir da criação de novos empregos. No entanto, apesar do aumento no número de empregos, os salários médios dos trabalhadores não sofreram mudanças substanciais, ou seja, os novos postos de trabalho possuem remuneração semelhante aos já existentes na região. Por outro lado, embora não haja um impacto significativo na remuneração média, o crescimento no número de empregos indica um aumento geral nos rendimentos agregados (massa salarial) da população local.

Analisando os resultados dos parques eólicos sobre o PIB *per capita* dos municípios na área de atuação da Sudene, verifica-se que estes geraram um aumento de aproximadamente 20,89% no PIB *per capita* dos municípios, quando considerados os municípios com parques construídos e em construção, e de 6,25% para aqueles municípios com parques ainda em construção. Esses resultados indicam que os parques eólicos já em operação têm um impacto maior e imediato no PIB *per capita* em comparação com os parques ainda em construção. O maior efeito para os parques já construídos pode ser atribuído à geração de energia e, conseqüentemente, de receita advindas dos parques em operação, além da continuidade da empregabilidade dos trabalhadores, enquanto os parques em construção encontram-se na fase inicial dos investimentos.

Em relação aos efeitos sobre os VAB setoriais, observa-se que o setor de serviços não é impactado pelos parques que estão em construção, ao contrário do que ocorre com os parques já construídos, onde há um aumento de 10,78%. Esse resultado, se dá, possivelmente, devido à natureza temporária das atividades de construção, que não exigem muitos serviços locais, exceto aqueles necessários para o suporte direto da construção. No entanto, ao entrarem em

operação, os parques geram uma demanda contínua por serviços de manutenção, logística e outros serviços relacionados direta ou indiretamente à geração de energia, o que resulta em um aumento significativo no VAB do setor de serviços.

No caso do VAB da indústria, há um efeito positivo em ambas as situações, com um aumento de 105,24% para os parques já construídos e em construção e 32,26% para aqueles ainda em construção. Além dos efeitos indiretos, o setor industrial apresenta impacto positivo em ambas as fases, com um efeito maior para os parques já construídos e em construção. Esse cenário possivelmente ocorre da seguinte forma: durante a construção, há demanda por materiais de construção, equipamentos e serviços de engenharia, beneficiando a indústria local. Quando os parques entram em operação, há uma necessidade contínua de manutenção, reparos e possíveis expansões, o que continua a impulsionar o setor industrial.

Por outro lado, o VAB do setor agropecuário apresenta um efeito negativo de (-8,92%) nos municípios que ainda têm parques em construção, apontando que o setor é negativamente impactado durante a fase de construção dos parques eólicos. Não se identificou efeito quando se consideram os parques já construídos e em construção. Esse resultado pode ser explicado pela desocupação de terras agrícolas no período de construção, o que interfere nas atividades do setor e resulta em perdas econômicas. No entanto, uma vez que os parques entram em operação, eles não afetam significativamente o setor agropecuário, sugerindo que os impactos negativos são temporários e restritos ao período de construção.

Em relação aos efeitos dinâmicos, as estimativas para os parques construídos e em construção (Figura 2) indicam que o efeito positivo ocorre no terceiro ano após o início da construção e continua até dez anos para o PIB *per capita*, sugerindo um efeito forte e de médio prazo. Para o VAB da Indústria e de Serviços, o efeito positivo ocorre no primeiro ano pós-construção e perdura até o nono ano. Quando se analisa o VAB para Serviços, observa-se um efeito semelhante. Por fim, o VAB da Agropecuária apresentou um efeito negativo no primeiro ano após o início da construção dos parques. Ainda analisando a Figura 2, percebe-se um efeito dinâmico no período 20 para o PIB e para o VAB da Indústria.

Para os parques que ainda estão em construção (Figura A1), não houve efeito dinâmico para o PIB *per capita* e nem para o VAB serviços. Por outro lado, houve efeito positivo para o primeiro ano após o início da construção para o VAB da indústria, e negativo para o primeiro e oitavo ano após o início da construção somente para o VAB da agropecuária. Esse efeito dinâmico corrobora os efeitos médio de tratamento grupo-tempo para essa amostra, excetuando-se a estimativa do PIB *per capita*.

Portanto, os resultados obtidos na análise de estudos de eventos apontam que a construção de parques eólicos tem impactos variados sobre diferentes setores econômicos ao longo dos anos de operação. Enquanto alguns setores, como a indústria e os serviços, beneficiam-se positivamente desde o início da construção, a agropecuária, por exemplo, experimenta efeitos negativos a curto prazo. Ademais, ao indicar um impacto positivo na economia local, este estudo corrobora com os estudos de Ríó e Burguillo (2008), Blanco e Kjaer (2009), Munday et al. (2011), Simas (2012), Simas e Paccas (2013), Aldieri et al (2019), Sundström e Vinci (2019), Rodrigues, Costa e Irffi (2019), Sampaio (2022) e Sampaio, Costa e Irffi (2023).

4.3 Análise de Robustez dos Resultados: Controles Limpos

A utilização de modelos de avaliação de impacto para mensurar a causalidade de uma determinada intervenção, em muitas situações, não consegue mitigar o viés de autosseleção. Nesse estudo, o viés ocorre pelo fato de que os municípios que são limítrofes aos municípios com parques também podem possuir instalações em áreas similares. Assim, é possível que não participar do tratamento se deva a alguma característica não observada, a qual pode estar relacionada com as variáveis de resultado.

Para mitigar esse viés, realiza-se um teste de robustez que utiliza como grupo de controle os municípios que recebem a construção de parques eólicos em anos posteriores, dentro do período analisado. Acredita-se que pelo fato destes municípios também receberem o tratamento em algum momento, guardem maior semelhança com os municípios tratados, inclusive em termos de características não observadas que possam vir a influenciar o recebimento do tratamento.

Esse grupo é comumente reportado na literatura como “ainda não tratado”, conforme discutido por Callaway e Santana (2021), Athey e Imbens (2006), e Chaisemartin e D'Haultfoeuille (2018). Esses autores exploram o uso de unidades "ainda não tratadas" como grupos de controle em abordagens de DiD. A partir da utilização desse grupo, pretende-se, com a análise de robustez, verificar a consistência das estimativas, confirmando assim suas validades.

Tabela 4 - Robustez dos resultados.

Efeitos	Parques em Operação/Construção				Parques em Construção			
	ATT	EP	IC		ATT	EP	IC	
Vínculos	0.2244*	0.059	0.1088	0.3401	0.1807*	0.0672	0.049	0.3124
Massa Salarial	0.2620*	0.06	0.1445	0.3796	0.2344*	0.0864	0.065	0.4038
Remuneração	0.1333	.0926	0.0481	0.3147	0.1686	0.1663	-0.1574	0.4946
PIB <i>per capita</i>	0.1807 *	0.035	0.1122	0.2493	0.0563 *	0.0281	0.0011	0.1114
VAB - Serviços	0.095 *	0.0206	0.0548	0.1353	0.013	0.0279	-0.0417	0.0677
VAB - Industrial	0.7149 *	0.1215	0.4767	0.9531	0.2636 *	0.1013	0.0651	0.4621
VAB - Agro	-0.0751	0.0404	-0.1542	0.004	-0.092 *	0.0298	-0.1503	-0.0337

Fonte: Elaborado pelos autores. * p-valor < 0,05.

A Tabela 4 apresenta os efeitos médios do tratamento por grupo-tempo para os "ainda não tratados". As estimativas de robustez revelam que a construção e operação de parques eólicos são, em grande parte, consistentes com os resultados da Tabela 3, especialmente no que diz respeito ao PIB per capita e ao VAB industrial, ambos mostrando impactos positivos e significativos. No que se refere ao VAB dos serviços, os efeitos positivos e significativos são restritos aos parques em fase de operação ou construção. Já o VAB agrícola apresenta impactos negativos durante a fase de construção em ambas as análises, com significância estatística para os parques em construção. Portanto, esses resultados indicam que a construção e operação de parques eólicos geram efeitos econômicos positivos no PIB per capita e nos setores industrial e de serviços, porém podem impactar negativamente o setor agrícola durante a fase de construção.

5. ESTRATÉGIAS PARA POTENCIALIZAR OS RESULTADOS

A construção de parques eólicos no nordeste brasileiro mostrou impactos positivos no mercado de trabalho e nos indicadores econômicos municipais. No entanto, visando a garantia de longo prazo dos benefícios econômicos gerados pela implementação e operacionalização dos parques eólicos, bem como a potencialização desses resultados, podem-se ser adicionadas medidas como, por exemplo, o incentivo à capacitação e formação de obra local voltadas a empregos de energia eólica, podem assegurar a população local a garantia de permanência no mercado de trabalho formal (Simas e Paccas, 2013; Munday et al., 2011).

O desenvolvimento de infraestrutura também pode ser potencializado com a instalação e

construção de parques eólicos (Aldieri, Grafström, Sundström e Vinci, 2019), o investimento em infraestrutura pode contribuir na geração e atração de novos investimentos. Além disso, o fomento ao desenvolvimento econômico local pode ampliar a extensão dos benefícios já existentes com a criação de parques eólicos, podendo acontecer por meio de instrumentos da PNDR, como as linhas de créditos do fundo constitucional (FNE).

O setor eólico, pela sua dinâmica de existência, passa por constantes desenvolvimento de tecnologias, o investimento em P&D pode aumentar a eficiência dos parques eólicos, diminuir custos, além de abrir oportunidades de mercado para empresas locais, fortalecendo a competitividade da região no setor de energias renováveis (Blanco e Kjaer, 2009).

É importante ressaltar também políticas de sustentabilidade a fim de minimizar os impactos ambientais e a saúde das comunidades que vivem próximas aos parques (Wang e Wang 2015).

Por fim, os resultados encontrados mostram que há um impacto negativo no setor agropecuário durante a fase de construção dos parques, assim torna-se relevante o desenvolvimento de programas de apoio a esse setor, visando a minimização dos impactos negativos gerados pela construção dos parques.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O FDNE é um dos instrumentos da PNDR, que tem como foco fomentar políticas públicas para redução de desigualdades regionais e, para isto, financia empreendimentos que venham a ser implantados, ampliados, modernizados ou diversificados na área de atuação da Sudene com foco em setores como o de infraestrutura, os quais possuem até 20 anos para pagar o financiamento.

Neste sentido, este artigo avalia os impactos do financiamento do FDNE sobre a construção de parques eólicos em relação aos indicadores de mercado de trabalho (vínculos, renda média e massa salarial) e econômicos (PIB per capita e o VAB setorial - Serviços, Industrial e Agropecuário) dos municípios da região de atuação da Sudene.

Os efeitos são estimados a partir do modelo de diferenças em diferenças escalando, haja vista que os financiamentos e a construção dos parques eólicos, assim como o início da geração de energia, acontecem em etapas sequenciais ao longo dos anos. E, por isso, o uso do estimador de Callaway e Sant'Anna (2021) é adequado para avaliar essa política.

Os resultados apresentam evidência de aumento do PIB per capita e do crescimento do

VAB nos setores industrial e de serviços, apesar de um efeito negativo sobre o VAB da agropecuária. Sendo assim, pode-se inferir que os parques eólicos podem ser uma ferramenta importante para o desenvolvimento econômico regional.

Os municípios com parques eólicos apresentam um aumento no PIB *per capita*. Especificamente, estes municípios com parques eólicos em operação ou em construção apresentaram um aumento significativo em suas variáveis econômicas. Esses efeitos positivos são atribuídos à geração de energia e à receita proveniente dos parques em operação, bem como, possivelmente, ao emprego e aos investimentos associados à fase de construção.

Além disso, os parques eólicos impactaram positivamente o VAB da indústria e dos serviços. No setor industrial, houve um aumento significativo ao comparar os municípios com parques já construídos frente aos municípios com parques em construção. O setor de serviços também se beneficiou, com um aumento no VAB nos municípios com parques eólicos em operação.

A construção de parques eólicos apresenta impactos positivos nos setores industrial e de serviços, entretanto, o setor agropecuário apresentou efeitos negativos durante a fase de construção dos parques eólicos. Isso pode ser explicado pela desocupação temporária de terras agrícolas necessárias para a construção dos parques. No entanto, após a conclusão da construção, os impactos negativos tendem a se dissipar, e não foram observados efeitos nos municípios com parques já operacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDIERI, L.; GRAFSTRÖM, J.; SUNDSTRÖM, K.; VINCI, C. Wind power and job creation. *Sustainability*, v. 12, p. 1-23, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. Sistema de Informações de Geração da ANEEL - SIGA. Disponível em: <<https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/siga-sistema-de-informacoes-de-geracao-da-aneel>>. Acesso em: 07 jul. 2024.

ATHEY, S.; IMBENS, G. W. Identification and inference in nonlinear difference-in-differences models. *Econometrica*, v. 74, n. 2, p. 431-497, 2006. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3598807>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

BIANCHINI, A.; et al. The impact of wind energy on employment and regional development: Evidence from European countries. *Renewable Energy*, v. 138, p. 1165-1173, 2019.

BLANCO, I.; KJAER, C. Wind at work: Wind energy and job creation in the EU. Brussels: European Wind Energy Association, 2009.

BEZERRA, F. D. Oportunidades para o Nordeste em energia eólica. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, ano 6, n. 177, jul. 2021. (Caderno Setorial).

BROWN, J. P.; PENDER, J.; WISER, R.; LANTZ, E.; HOEN, B. Ex post analysis of economic impacts from wind power development in U.S. counties. *Energy Economics*, v. 34, n. 6, p. 1743-1754, 2012.

BRUNNER, E.; SCHWEGMAN, D. Windfarms raise incomes and house prices in rural US, study finds. *Resilience*, 4 ago. 2022. Disponível em: <<https://www.resilience.org/stories/2022-08-04/windfarms-raise-incomes-and-house-prices-in-rural-us-study-finds/>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

DA SILVA, N. F.; et al. Wind energy in Brazil: From the power sector's expansion crisis model to the favorable environment. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 22, p. 686-
25

697, 2013.

DE CHAISEMARTIN, C.; D'HAULTFOEUILLE, X. Fuzzy differences-in-differences. **The Review of Economic Studies**, v. 85, n. 2, p. 999-1028, 2018.

DIÓGENES, J. R. F.; et al. Barriers to onshore wind energy implementation: A systematic review. **Energy Research & Social Science**, v. 60, 101337, 2020.

DVOŘÁK, P.; et al. Renewable energy investment and job creation; a cross-sectoral assessment for the Czech Republic with reference to EU benchmarks. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 69, p. 360-368, 2017.

FREIALDENHOVEN, S.; HANSEN, C.; SHAPIRO, J. M. Pre-event trends in the panel event-study design. **American Economic Review**, v. 109, n. 9, p. 3307-3338, 2019.

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, 109887, 2020.

HAINMUELLER, J. Entropy balancing for causal effects: A multivariate reweighting method to produce balanced samples in observational studies. **Political Analysis**, v. 20, n. 1, p. 25-46, 2012.

HONDO, H.; MORIIZUMI, Y. Employment creation potential of renewable power generation technologies: A life cycle approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 79, p. 128-136, 2017.

KAHN-LANG, A.; LANG, K. The promise and pitfalls of differences-in-differences: Reflections on 16 and pregnant and other applications. **Journal of Business & Economic Statistics**, v. 38, n. 3, p. 613-620, 2020.

LLERA SASTRESA, E.; et al. Local impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, n. 2, p. 679-690, 2010.

MORENO, B.; LÓPEZ, A. J. The effect of renewable energy on employment. The case of Asturias (Spain). **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, p. 732-751, 2008.

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico. Relatório Anual 2023. Brasília: ONS, 2023. Disponível em: https://www.ons.org.br/AcervoDigitalDocumentosEPublicacoes/2023-Relatorio-Anual-acessivel_21032024.pdf. Acesso em: 11 jul. 2024.

SAMPAIO, M. A. S. A implementação de parques eólicos e seus impactos sobre os municípios brasileiros. 2022. 75 f. **Dissertação** (Mestrado em Economia Rural) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

SAMPAIO, M. A. S.; COSTA, E. M.; IRFFI, G. A implementação de parques eólicos e seus impactos sobre os municípios brasileiros. In: XXVIII ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 2023, Fortaleza. Anais [...]. Fortaleza: Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2023.

SLATTERY, M. C.; LANTZ, E.; JOHNSON, B. L. State and local economic impacts from wind energy projects: Texas case study. **Energy Policy**, v. 39, n. 12, p. 7930-7940, 2011.

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.

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

SILVA, S. S. F.; ALVES, A. C.; RAMALHO, A. M. C. Energia eólica e complementaridade energética: estratégia e desafio para o desenvolvimento sustentável na região nordeste do Brasil. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 19, n. 3, p. 53-72, 2020.

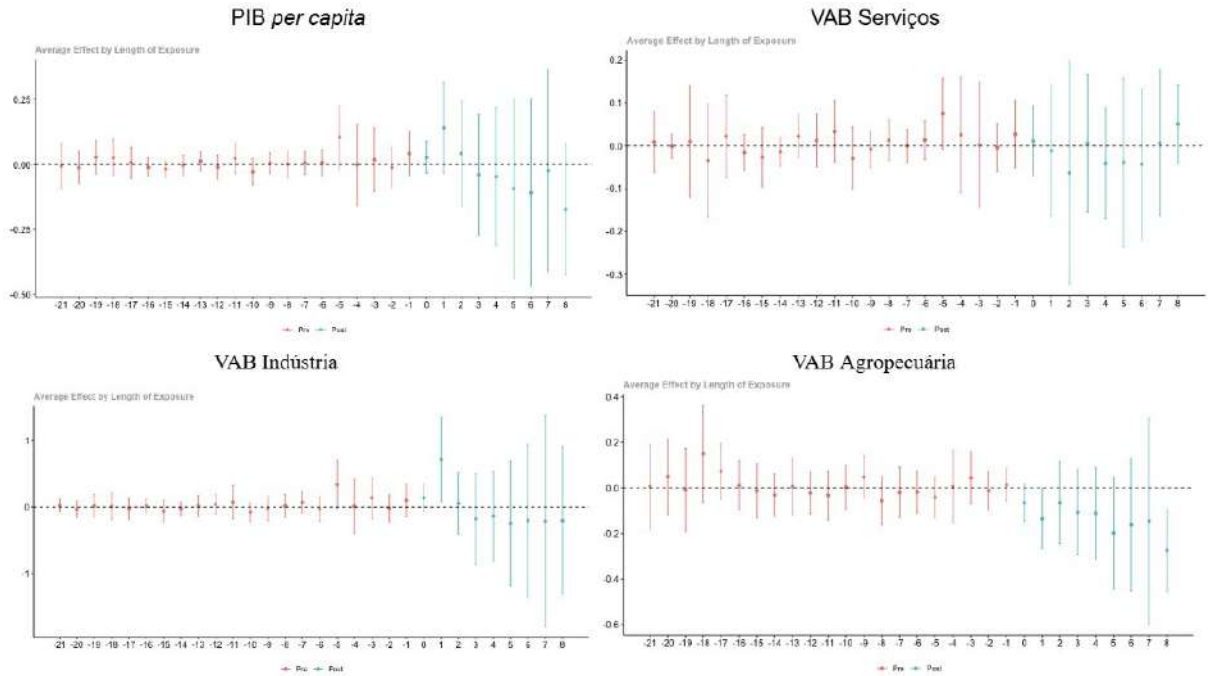
RÍO, P.; BURGUILLO, M. Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 12, n. 5, p. 1325-1344, 2008.

ROTH, J. Pretest with caution: Event-study estimates after testing for parallel trends. **American Economic Review**, v. 112, n. 5, p. 1784-1821, 2022.

WANG, Shifeng; WANG, Sicong. Impacts of wind energy on environment: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 437-443, 2015.

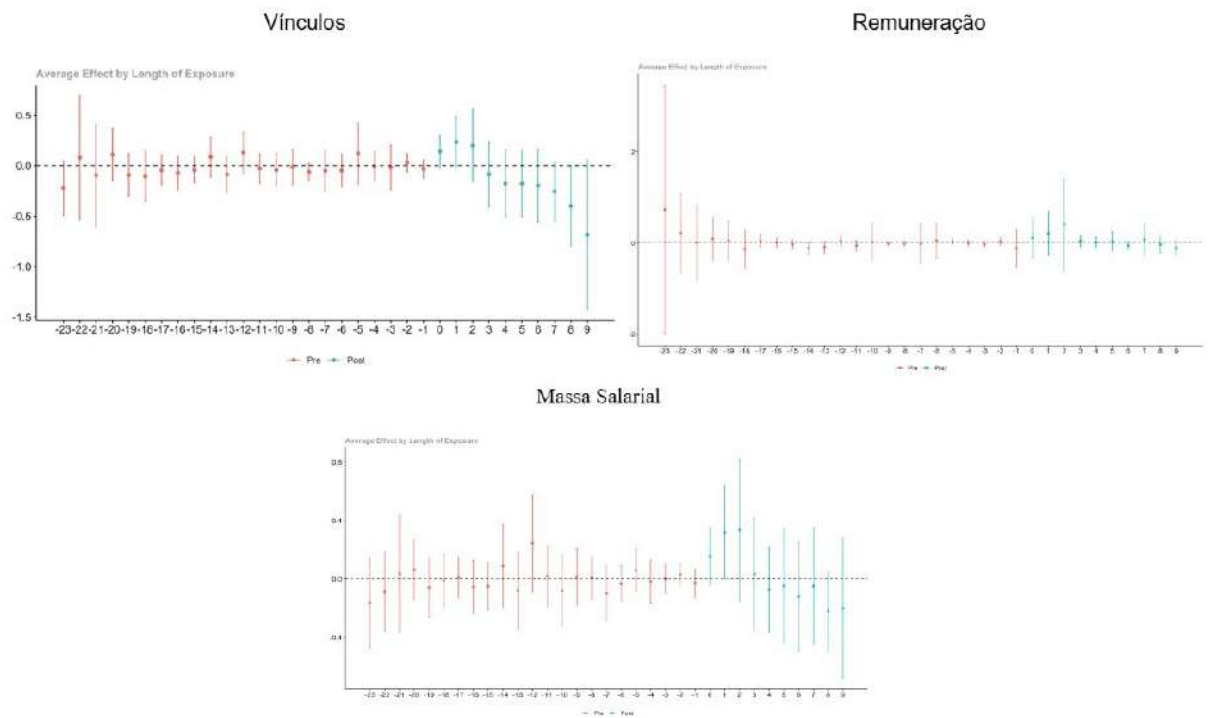
APÊNDICE

Figura A1 - Estudo de Eventos para parques em construção: Indicadores Econômicos



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura A2 - Estudo de Eventos para parques em construção: Mercado de Trabalho



Fonte: Elaborado pelos autores