
Efeito da Construção de Parques Eólicos apoiados pelo FDNE sobre Indicadores Econômicos dos Municípios Beneficiados

Sumário Executivo – Meta 5.1



UNIVERSIDADE
FEDERAL DO CEARÁ



2024

A decorative graphic in the bottom left corner of the page, featuring several overlapping green and white rounded rectangular shapes and a few small brown dots.

Expediente

Presidência da República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional

Antônio Waldez Góes da Silva

Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

Danilo Jorge de Barros Cabral

Diretoria de Planejamento e Articulação de Políticas da Sudene

Álvaro Silva Ribeiro

Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas, Avaliação, Tecnologia e Inovação da Sudene

Rafaella Iliana Alves Arcila

Coordenação de Avaliação e Estudos da Sudene

Maria da Glória Cané Martins Sistêlos

Equipe Técnica

Diana Dias Sampaio

Gabriela Isabel Limoeiro Alves Nascimento

Marina Rogério de Melo Barbosa

Miguel Vieira Araújo

José Amauri do Nascimento Silva

José Luís Alonso da Silva

Universidade Federal do Ceará

Custódio Luís Silva de Almeida

Reitor

Diana Cristina Silva de Azevedo

Vice Reitora

Departamento de Economia Aplicada

Guilherme Irffi

Chefe do Departamento

Glauber Nojosa

Subchefe do Departamento

Projeto

Análises sobre a implantação dos empreendimentos apoiados pelo FDNE sobre o emprego, renda, produto e indicadores sociais dos municípios da área de atuação da Sudene

Expediente

Coordenador Geral do Projeto

Guilherme Irffi

Pesquisadores

Ana Sara Ribeiro Parente Cortez Irffi

Diego Rafael Fonseca Carneiro

Edward Martins Costa

Felipe de Sousa Bastos

Maitê Rimekká Shirasu

Assistentes de Pesquisa

Antônio Victor Felix

Camila Guedes Corrêa

José Carlos Souza Lima

Maria Analice dos Santos Sampaio

Maria Odalice dos Santos Sampaio

Maria Vanessa Andrade Silva

Marleton Souza Braz

Pedro Alexandre Veloso

Wendel Mendes Ferreira

Escrita do Sumário

Edward Costa

Diego Carneiro

Erivelton Souza

Pedro Veloso

Leitura crítica

Maitê Rimekká Shirasu

Ana Sara Ribeiro Parente Cortez Irffi

Felipe de Sousa Bastos

Guilherme Irffi

Marleton Souza Braz

Financiamento

TED nº 11/2023, Sudene – UFC

Efeito da Construção de Parques Eólicos apoiados pelo FDNE sobre Indicadores Econômicos dos Municípios Beneficiados

Introdução



A energia eólica é uma das principais fontes de energia renovável destacando-se pelo seu alto rendimento. Em 2023, a capacidade mundial instalada nessa modalidade alcançou 117 GW, elevando o total global para 906 GW, cerca de 12% do total, representando um crescimento de 13% em comparação ao ano anterior.

No cenário global, o Brasil se sobressai, figurando entre os seis principais países em capacidade instalada *onshore*¹, com 30,45 GW em 2023, e alcançando 35,25 GW até junho de 2024, com 1.000 parques eólicos segundo a Global Wind Report (2024).

Em termos nacionais, a energia eólica representou 13,2% da matriz energética do Brasil, conforme o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), atendendo 20% da demanda energética do país.

A região Nordeste se destaca, concentrando 91,52% do potencial eólico nacional e registrando recordes de geração de energia ao longo do ano, especialmente em julho, quando a produção alcançou 18,40 GW, 149,1% da demanda regional.

Assim, em função das vantagens comparativas da região na geração de energia eólica e do impacto econômico potencial, o Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE) tem desempenhado um papel crucial no financiamento e desenvolvimento da região, com especial atenção ao setor eólico.

Dentre a 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.



Objetivos

Apresentar os efeitos da construção e instalação de parques eólicos nos municípios da região Nordeste do Brasil, financiados com recursos do FDNE, sobre indicadores municipais do mercado de trabalho (número de vínculos empregatícios, remuneração média e massa salarial), bem como indicadores de atividade econômica (PIB per capita e o Valor Adicionado Bruto (VAB) nos setores de agricultura, serviços e indústria).

Para tanto, a análise considera que os empregos são gerados antes do início de operação dos parques, ou seja, a partir da concessão da outorga e/ou o início da construção dos parques.

O que se sabia até então?



Os efeitos econômicos do setor eólico na União Europeia (Blanco e Kjaer, 2009; Bianchini et al., 2019) indicam que a energia eólica não apenas gera empregos, mas também promove o desenvolvimento industrial e tecnológico, aumentando a competitividade global.

Pesquisas realizadas por Dvořák et al. (2017), Hondo e Moriizumi (2017) e Moreno e López (2008) encontraram impactos positivos na infraestrutura, no PIB regional e na atividade econômica em países como República Checa, Japão e Espanha. Nos Estados Unidos,

¹ A produção *onshore* acontece em terra, enquanto que a *offshore* acontece no mar.

Brown et al. (2012) relataram que a instalação de parques eólicos está associada ao aumento da renda per capita, das receitas fiscais e do valor agregado das propriedades, evidenciando os expressivos benefícios socioeconômicos da energia eólica.

No Brasil, a implementação de iniciativas de energias renováveis, como a eólica, representa uma importante fonte de geração de empregos e uma opção de desenvolvimento socioeconômico em regiões agrícolas, impulsionando o crescimento de áreas rurais (Río e Burguillo, 2008).

Apesar dos desafios relacionados à infraestrutura de transmissão (Diógenes et al., 2020), a energia eólica tem impactos econômicos na instalação e funcionamento de parques eólicos por meio da criação de empregos diretos e indiretos, aumento da renda per capita, melhora a infraestrutura local e contribui para o desenvolvimento econômico em regiões menos desenvolvidas, como o semiárido (Simas, Pacca, 2013; Munday et al., 2011; Sampaio, 2022).

Teoria do Programa



A construção e operação de parques eólicos nos municípios do Nordeste impactam significativamente as economias locais, tanto de forma direta quanto indireta. De acordo com Llera Sastresa et al. (2010), os empregos gerados durante o processo de construção dos parques eólicos são de caráter temporário, com uma tendência de maior participação de mão de obra local em comparação aos trabalhadores de municípios circunvizinhos. Nesse estágio, parte dos postos de trabalho é ocupada por trabalhadores da construção civil, técnicos de instalação de aerogeradores, operadores de guindastes e profissionais de segurança

do trabalho (Simas, 2012).

Esse aumento de empregos leva a um aumento na renda dos trabalhadores e dos proprietários de terras arrendadas, o que, por sua vez, eleva os gastos com bens e serviços locais. Isso resulta em maior arrecadação fiscal para os municípios, promovendo o crescimento dos setores econômicos, como a indústria e os serviços.

O aumento das receitas fiscais locais permite que os governos municipais invistam mais em serviços públicos, como educação, e na infraestrutura local². A demanda por bens e serviços locais cresce devido à maior atividade econômica e ao aumento do emprego, o que pode valorizar os imóveis e aumentar a riqueza dos proprietários locais. Esses fatores combinados geram um ciclo positivo de crescimento econômico, elevando o PIB *per capita* nas regiões onde os parques eólicos estão instalados (Slattery & Johnson, 2011; Brown et al., 2012; Brunner & Schwegman, 2022).

Dados Utilizados



São utilizadas informações sobre os parques eólicos em construção e, em operação 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 dados incluem, os projetos financiados pelo FDNE, conforme descrito no Relatório de Gestão do Fundo disponibilizado pela Sudene.

A amostra foi composta pelo grupo tratado (que inclui apenas os municípios nordestinos com parques eólicos instalados, isto é, construídos ou

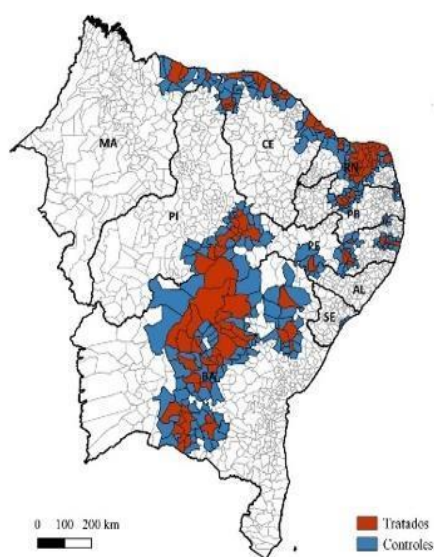
² Os autores também estão analisando os efeitos sobre as receitas fiscais em outra pesquisa.

em construção), conforme informações do SIGA-ANEEL; e o grupo de controle, formado por municípios limítrofes³ aos tratados, desde que não possuíssem parques eólicos instalados.

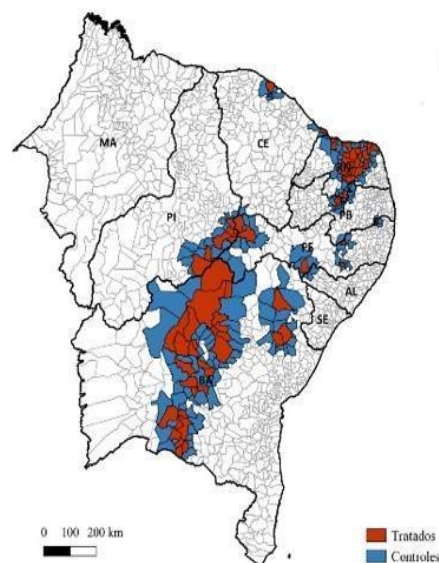
A opção por utilizar grupos de comparação compostos de municípios vizinhos, como se observa na Figura 1, considerou que a rota de vento é um fator importante para a instalação do parque. Além disso, os municípios limítrofes compartilham características socioeconômicas e climáticas semelhantes aos municípios que possuem empreendimentos eólicos (Rodrigues, Costa e Irffi, 2019; Sampaio, 2022; Sampaio; Costa; Irffi, 2023).

Essa classificação dos parques eólicos em construção ou em operação foi feita, principalmente, com base no ano de início das obras ou o ano de início da vigência da outorga dos projetos, uma vez que a construção dos parques só pode começar após a concessão da outorga.

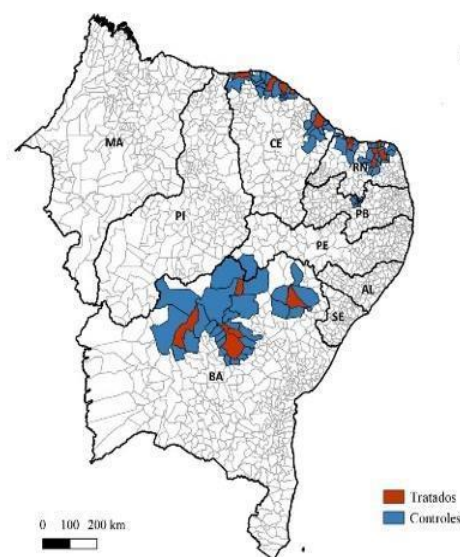
Figura 1 – Municípios com parques Eólicos na área de atuação da Sudene



Limítrofes



Construção



FDNE

Fonte: Dados da pesquisa.

Metodologia

Para verificar empiricamente esses efeitos, estima-se o impacto da instalação dos parques em indicadores do mercado de trabalho (quantidade de vínculos ativos, remuneração média e massa salarial) e econômicos (PIB per capita e VAB dos setores da Indústria, Serviços e Agropecuária) considerando o início da

³ Os municípios limítrofes foram construídos por meio do software QGIS.

construção dos parques eólicos.⁴

Para estimar o impacto, utiliza-se o estimador de diferenças em diferenças (DiD) escalonado de Callaway e Sant'Anna (2021), por levar em consideração múltiplos períodos de tempo, variação no tempo de tratamento e efeitos heterogêneos.

Efeitos dos Parques Eólicos sobre Emprego e Renda



Os resultados para o mercado de trabalho apontam que os parques eólicos têm efeitos positivos na criação de novos postos de trabalho formais, com um aumento médio de cerca de 23,41% nos municípios com parques eólicos construídos e em construção. Para os municípios apenas com parques eólicos em construção, o aumento de empregos foi, em média, 19,40%.

Nos dois casos, não foi encontrado efeito significativo sobre a remuneração média. Porém, observou-se um aumento da massa salarial de 27,5% nos municípios com parques eólicos em construção e de 25,4% nos municípios com parques em operação.

Com base nesses resultados, pode-se afirmar que a presença dos parques eólicos impulsiona a economia local, através da criação de novos empregos. No entanto, apesar do aumento no número de empregos, a remuneração média dos trabalhadores não apresentou variações substanciais. Isso sugere que os novos postos de trabalho oferecem salários semelhantes aos já existentes na região. Por outro lado, o crescimento no número de empregos contribui para um aumento geral nos rendimentos agregados da população local, evidenciando um impacto positivo

⁴ 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.

na economia regional.

Tabela 1 - Efeitos sobre Emprego e Renda

Indicador	Parques em Construção + Operação	Parques em Construção
Qtd. Vínculos	23,41%	19,40%
Salário Médio	-	-
Massa Salarial	25,4%	27,5%

Fonte: Resultados da pesquisa.

Efeitos dos Parques Eólicos sobre o PIB Municipal



Quanto aos efeitos dos parques eólicos sobre o PIB *per capita* dos municípios na área de atuação da Sudene, verifica-se um aumento de aproximadamente 20,89% para os municípios com parques eólicos construídos e em construção, e um incremento de 6,25% para os municípios com parques ainda em construção. Esses resultados indicam que os parques eólicos em operação têm um impacto maior e imediato no PIB *per capita* em comparação com os parques ainda em construção. O maior efeito observado para os parques já construídos pode ser atribuído à geração contínua de energia e receita advindas dos parques em operação, além da manutenção da empregabilidade dos trabalhadores. Por outro lado, os parques em construção encontram-se na fase inicial dos investimentos, com impactos mais limitados e temporários.

No setor de Serviços, não há impacto proveniente dos parques em construção, ao contrário do que ocorre com os parques já construídos, que promovem um aumento de 10,78% no VAB do setor. Isso se deve provavelmente à natureza temporária das atividades de construção, que não exigem muitos serviços locais, exceto aqueles necessários ao suporte direto da construção. No entanto, uma vez que

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

No setor Industrial, observa-se um efeito positivo em ambas as fases, com um aumento no VAB de 105,24% para parques já construídos e em construção, e de 32,26% para parques ainda em construção. Esse aumento pode ser explicado pela demanda por materiais de construção, equipamentos e serviços de engenharia durante a fase de construção, beneficiando a indústria local. Quando os parques entram em operação, a necessidade contínua de manutenção, reparos e possíveis expansões continua a impulsionar o setor Industrial.

Por outro lado, o VAB do setor Agropecuário apresenta um efeito negativo de -8,92% nos municípios com parques em construção. Esse impacto negativo pode ser atribuído à desocupação de terras agrícolas durante a fase de construção, o que interfere nas atividades do setor e resulta em perdas econômicas. No entanto, uma vez que os parques entram em operação, não se observa impacto, sugerindo que os efeitos

adversos são temporários e restritos ao período de construção.

Tabela 2 - Efeitos sobre o Produto

Indicador	Parques em Construção + Operação	Parques em Construção
PIB per capita	20,89%	6,25%
VAB Serviços	10,78%	-
VAB Indústria	105,24%	32,26%
VAB Agropecuária	-	-8,92%

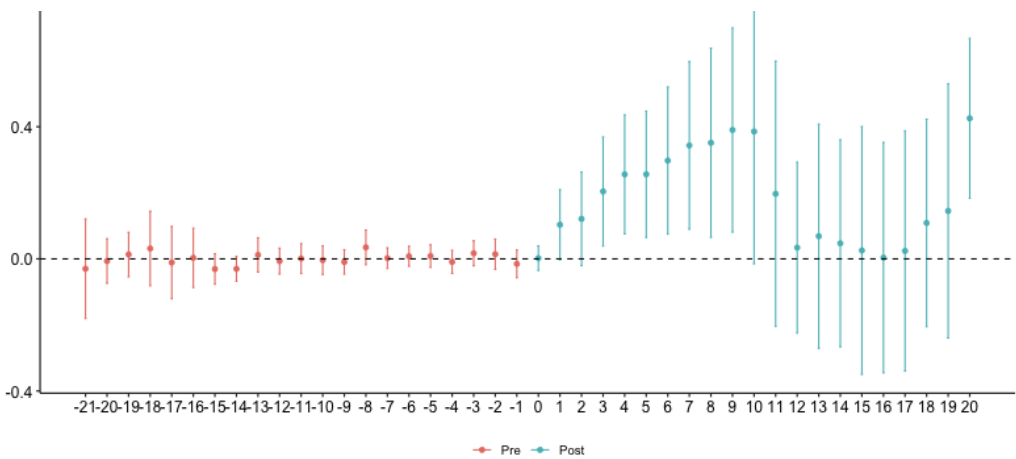
Fonte: Resultados da pesquisa.

Efeitos dos Parques Eólicos sobre o Produto Municipal ao Longo do Tempo

Os resultados revelam ainda que o efeito positivo sobre o PIB per capita surge a partir do terceiro ano após o início da construção e se estende por até dez anos, sugerindo um efeito robusto e de médio prazo. Para o VAB da Indústria e de Serviços, o efeito positivo é observado no primeiro ano após a construção e continua até o nono ano. Em contraste, o VAB da Agropecuária apresenta um efeito negativo no primeiro ano após o início da construção dos parques.

Para os parques que ainda estão em construção, não foram observados efeitos dinâmicos para o PIB *per capita* e nem para o VAB do setor de Serviços.

Figura 1 – Efeito dos parques eólicos sobre o PIB per capita municipal



Fonte: Resultados da pesquisa.

No entanto, o VAB da Indústria mostrou um efeito positivo no primeiro ano após o início da construção, enquanto o VAB da Agropecuária apresentou efeitos negativos no primeiro e oitavo ano após o início da construção. Esses resultados confirmam os efeitos médio de tratamento grupo-tempo para a amostra analisada, com exceção da estimativa do PIB per capita.

A análise de estudos de eventos demonstra que a construção de parques eólicos tem impactos variados sobre diferentes setores econômicos ao longo dos anos de operação. Enquanto setores como Indústria e Serviços se beneficiam desde o início da construção, a Agropecuária, por exemplo, enfrenta efeitos negativos a curto prazo.

Além disso, os resultados obtidos corroboram estudos anteriores sobre o impacto positivo dos parques eólicos na economia local, alinhando-se com as conclusões de Río 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); Sampaio, Costa e Irffi(2023).

Considerações Finais



Esta pesquisa teve como objetivo avaliar os impactos da construção de parques eólicos sobre indicadores econômicos nos municípios do Nordeste brasileiro. Os resultados revelam que a instalação dos parques eólicos está associada a um aumento do PIB per capita e ao crescimento do VAB nos setores Industrial e de Serviços, apesar de um efeito negativo no VAB da Agropecuária. Esses achados sugerem que os parques eólicos podem desempenhar um papel importante no desenvolvimento econômico regional.

Os municípios com parques eólicos, tanto em operação quanto em construção, demonstram 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 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, o aumento no VAB foi mais pronunciado nos municípios com parques já construídos em comparação com aqueles com parques em construção. O setor de serviços também se beneficiou, com um aumento no VAB nos municípios com parques eólicos em operação, refletindo a demanda contínua por serviços de manutenção e logística relacionados à geração de energia.

A construção e operação de parques eólicos mostraram um efeito positivo na criação de empregos formais, embora não tenham levado a mudanças significativas na remuneração média dos trabalhadores. Esse efeito é corroborado por estudos que analisam o FNE e os incentivos fiscais (Braz e Irffi, 2023; Carneiro et al., 2023).

Embora o FDNE apresente impactos positivos nos setores Industrial e de Serviços, o setor Agropecuário apresentou efeitos negativos durante a fase de construção dos parques eólicos, que pode ser explicado pela desocupação temporária de terras agrícolas necessárias para a construção dos parques. Contudo, esses impactos negativos tendem a se dissipar após a conclusão da construção, e não foram observados efeitos significativos nos municípios com parques já em operação.

Esses resultados reforçam a necessidade de políticas direccionadas a maximizar os benefícios dos parques eólicos promovendo um futuro mais próspero e sustentável para a região.

RECOMENDAÇÕES

Perguntas	Constatações	Conclusões	Recomendações
Qual é o impacto do FDNE sobre as empresas da região Nordeste?	- Os parques eólicos aumentam em 23,41%, a criação de novos postos formais de trabalho, quando considerados os municípios com parques eólicos construídos e em construção; - Quando se observa apenas municípios com parques eólicos em construção, onde houve, em média, um aumento de 19,40% no número de empregos; - Não foi encontrado efeito significativo sobre a remuneração média; - Observou-se um aumento da massa salarial em ambos os casos, de 27,5% e 25,4%, respectivamente; - Os parques eólicos geraram um aumento de aproximadamente 20,89% no PIB <i>per capita</i>, quando considerados os municípios com parques construídos e em construção, e de 6,25% para aqueles municípios com parques ainda em construção; - 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	- A construção de parques eólicos no Nordeste brasileiro tem impactos positivos nos indicadores econômicos municipais. - A presença dos parques eólicos impulsiona a economia local, através da criação de novos empregos. - No entanto, os salários médios dos trabalhadores não sofreram mudanças substanciais. Isso sugere que os novos postos de trabalho possuem remuneração semelhante aos já existentes na região. - Os parques eólicos já em operação têm um impacto maior e imediato no PIB <i>per capita</i> em comparação com os parques ainda em construção. O que pode ser atribuído à geração de energia e, consequentemente, 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. - A construção de parques eólicos tem impactos variados sobre diferentes setores econômicos ao longo dos anos de operação. Enquanto alguns	- Incentivar a capacitação e formação de mão de obra local voltadas a empregos de energia eólica, a fim de assegurar a população local maiores chances de permanência no mercado de trabalho formal, como apresentado por Simas e Paccas (2013), Munday et al. (2011); - Investir em infraestrutura, como a instalação e construção de parques eólicos, pode contribuir na geração e atração de novos investimentos, como indicado por Aldieri, Grafström, Sundström e Vinci (2019), - Fomentar o desenvolvimento econômico local para ampliar a extensão dos benefícios já existentes com a criação de parques eólicos, por meio dos instrumentos da PNDR, como as linhas de créditos do fundo constitucional (FNE);

	de 10,78%; • 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; • O VAB do setor agropecuário apresenta um efeito negativo de (-8,92%) nos municípios que ainda têm parques em construção. Entretanto, esse efeito não foi observado quando se consideram também os parques já construídos; • Os resultados revelam ainda que o efeito positivo ocorre no terceiro ano após o início da construção e continua por 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. Por fim, o VAB da Agropecuária apresentou um efeito negativo no primeiro ano após o início da construção dos parques.	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; • O setor eólico, devido à sua dinâmica, necessita de um constante desenvolvimento de tecnologias para continuar evoluindo.	• Estimular a adoção de políticas de sustentabilidade a fim de minimizar os impactos ambientais e a saúde das comunidades que vivem próximas aos parques; • Investir 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, como apresentado Blanco e Kjaer (2009); • Implementar políticas de sustentabilidade a fim de minimizar os impactos ambientais e a saúde das comunidades que vivem próximas aos parques (Wang e Wang 2015); • Desenvolver programas de apoio ao setor Agropecuário durante a fase de construção dos parques a fim de minimizar os efeitos negativos nesse setor.
--	--	---	--

