



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL**

**RÔMULO EUFROSINO DE ALENCAR RODRIGUES**

**EFEITOS DA CONSTRUÇÃO DE PARQUES EÓLICOS SOBRE**  
**INDICADORES ECONÔMICOS E FISCAIS DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS**

**FORTALEZA – CE**

**2019**

RÔMULO EUFROSINO DE ALENCAR RODRIGUES

EFEITOS DA CONSTRUÇÃO DE PARQUES EÓLICOS SOBRE INDICADORES  
ECONÔMICOS E FISCAIS DOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Dissertação submetida ao Programa de Pós - Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Edward Martins Costa.

FORTALEZA – CE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R616e Rodrigues, Rômulo Eufrosino de Alencar.  
Efeitos da construção de parques eólicos sobre indicadores econômicos e fiscais dos municípios brasileiros /  
Rômulo Eufrosino de Alencar Rodrigues. – 2019.  
62 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2019.  
Orientação: Prof. Dr. Edward Martins Costa..
1. Energia eólica. 2. Economia. 3. Tributos. 4. Diferença em Diferença. I. Título.
- CDD 338.1
-

RÔMULO EUFROSINO DE ALENCAR RODRIGUES

EFEITOS DA CONSTRUÇÃO DE PARQUES EÓLICOS SOBRE INDICADORES  
ECONÔMICOS E FISCAIS MUNICIPAIS

Dissertação submetida ao Programa de Pós - Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Aprovada em: 18/02/2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Edward Martins Costa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. José Newton Pires Reis  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Guilherme Diniz Irfi  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Marcos Falcão Gonçalves  
Banco do Nordeste do Brasil (BNB)

A Deus.

Aos meus pais, Antonio Eufrosino e Maria  
Nazaré.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, por sua mão protetora, concedendo bênçãos em toda minha trajetória, pela proteção e acolhimento nos momentos difíceis, me dando amparo e força para continuar.

Agradeço aos meus pais (Antonio Eufrosino e Maria Nazaré) e ao meu irmão (Felipe Eufrosino), pela confiança, pelos conselhos e por todo suporte que me proporcionaram, de fundamental importância sem o qual não conseguiria chegar a esse estágio de realização pessoal e profissional.

Ao professor doutor Edward Martins, pela oportunidade de sua orientação, empenho, dedicação, confiança, disponibilidade, conselhos e todos os demais ensinamentos e contribuições, que levarei por toda a vida pessoal e profissional.

Ao professor doutor José Newton e professor doutor Guilherme Diniz, por terem aceitado participar da banca orientadora, pela prontidão, por todas as palavras de suporte, orientações e considerações fundamentais para esta dissertação.

Ao professor doutor Marcos Falcão, por aceitar o convite de participar da banca orientadora e contribuir valiosamente para esta dissertação.

Aos docentes e demais funcionários que fazem parte do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos amigos Erivelton de Sousa e Matheus Oliveira, pela amizade estabelecida na graduação, e compartilhada durante do Mestrado, como colegas de turma.

Às demais amizades estabelecidas no mestrado, especialmente as de Lucas David, Luciane Jácome e Éverton Nogueira, pelos bons momentos passados, por todo apoio e companheirismo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo fomento da pesquisa e apoio financeiro nos dois anos de mestrado.

Por fim, agradeço a todas as demais pessoas que estiveram presentes e contribuíram na realização deste trabalho. Meus mais sinceros agradecimentos!

## RESUMO

As fontes de geração de energia ao longo da história têm um papel importante no crescimento econômico dos países. Nos últimos anos, em decorrência à falta de planejamento que leva à escassez futura das energias não renováveis e às discussões sobre o impacto no ambiente, as fontes de energia alternativas passaram a ganhar destaque na matriz energética mundial, em especial, a energia eólica. No Brasil, em 2012, houve a consolidação da energia eólica, a qual contribui atualmente com 7,7% de composição na matriz elétrica nacional. Nesse sentido, a implantação dos parques eólicos geram, além de maior capacidade energética, externalidades voltadas ao desenvolvimento industrial interno brasileiro e para exportação de equipamentos, emprego e, conseqüentemente renda, em nível regional e local, antes, durante e após a implantação do projeto. Diante do exposto, essa dissertação tem como objetivo identificar o impacto econômico e fiscal causado após a operação dos parques eólicos nos municípios brasileiros. Especificamente, foram buscados efeitos sobre o Produto Interno Bruto e suas desagregações entre agropecuária, indústria e serviços, assim como da receita tributária e na desagregação de impostos, o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) e Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN). Para atender os objetivos, foi utilizada uma amostra com 60 municípios tratados e 266 controles, com 11 anos de informações, para o período de 2005 a 2015, usando o método de Diferença em Diferença, que consiste em uma dupla diferença em que se comparam grupos em termos de mudanças de resultado ao longo do tempo em relação aos resultados observados para uma linha e base pré-intervenção. Os resultados encontrados apresentam efeitos significantes sobre o VAB da agropecuária e, tendo impactos positivos sobre o PIB e PIB per capita. O VAB da indústria e serviços, entretanto, mostra impactos negativos, repercutindo sobre os impostos, negativamente, em decorrência da ligação entre o avanço econômico e a arrecadação. O impacto causal mediano da operação de parques eólicos não responde às variáveis de receita tributária, ISSQN e ICMS, podendo ser efeitos de isenções fiscais.

**Palavras-chave:** Energia eólica. Economia. Tributos. Diferença em Diferença.

## ABSTRACT

Sources of energy generation throughout history have an important role in the economic growth of countries. In recent years, due to the lack of planning leading to the future scarcity of non-renewable energies and discussions on the impact on the environment, alternative energy sources have gained prominence in the world energy matrix, especially wind energy. In Brazil, in 2012, there was consolidation of wind energy, which currently contributes 7.7% of its composition in the national electricity matrix. In this sense, the implementation of wind farms generate, in addition to greater energy capacity, externalities aimed at the Brazilian industrial development and for the export of equipment, employment and, consequently, income, at regional and local level, before, during and after project implementation. In view of the above, this dissertation aims to identify the economic and fiscal impact caused after the operation of wind farms in Brazilian municipalities. Specifically, effects were sought on the Gross Domestic Product and its breakdowns between agriculture, industry and services, as well as on Tax Revenue and on the breakdown of taxes, the Tax on Circulation of Goods (ICMS) and Tax on Services of Any Nature (ISSQN) . To meet the objectives, a sample with 60 treated municipalities and 266 controls, with 11 years of information, was used for the period from 2005 to 2015, using the Difference in Difference method, which consists of a double difference comparing groups in terms of outcome changes over time in relation to the observed results for a baseline and pre-intervention basis. The results found have significant effects on the GVA of agriculture and, with positive impacts on GDP and GDP per capita. However, the GVA of industry and services, show negative impacts, negatively impacting taxes due to the link between economic progress and collection. The medium causal impact of the operation of wind farms does not respond to the variables of tax revenue, ISSQN and ICMS, and may be effects of tax exemptions.

**Keywords:** Wind energy. Economy. Taxes. Diff in Diff.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Mapa brasileiro dos parques de energia eólica.....	21
Figura 2 -	Mapa brasileiro de linhas de transmissão.....	24
Figura 3 -	Mapa dos municípios tratados e de controle.....	33
Gráfico 1 -	Evolução das linhas de transmissão (KM).....	22
Gráfico 2 -	Geração de energia elétrica, por subsistema.....	25
Quadro 1 -	Informações gerais sobre as fontes das variáveis municipais....	34
Quadro 2 -	Testes t para a diferença de médias.....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Matriz elétrica brasileira.....	19
Tabela 2 - Avaliação de Impacto Econômico no PIB.....	41
Tabela 3 - Avaliação de Impacto Econômico no PIB per capita.....	42
Tabela 4 - Avaliação de Impacto Econômico do VAB da Agropecuária.....	44
Tabela 5 - Avaliação de Impacto Econômico do VAB da Indústria.....	46
Tabela 6 - Avaliação de Impacto Econômico do VAB do Serviço.....	47
Tabela 7 - Avaliação de Impacto Fiscal na Receita Tributária.....	50
Tabela 8 - Avaliação de Impacto Fiscal nos Impostos.....	51
Tabela 9 - Avaliação de Impacto Fiscal no ISSQN.....	53
Tabela 10 - Avaliação de Impacto Fiscal na Cota ICMS.....	54

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANEEL – Agencia Nacional de Energia Elétrica  
APEC – Cooperação Econômica Ásia-Pacífico  
ASEAN – Associação de Nações do Sudeste Asiático  
BIG – Banco de Informações da Geração  
DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde  
EPE – Empresa de Pesquisa Energética  
FINBRA – Finanças do Brasil  
FINAME – Financiamento de Máquinas e Equipamentos  
FINEM – Financiamento de Empreendimentos  
GW – Gigawatt  
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços  
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano  
ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza  
KV – Kilovolt  
KW – Kilowatt  
LT – Linhas de transmissão  
MW – Megawatt  
OIE – Oferta Interna de Energia  
ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico  
PIB – Produto Interno Bruto  
PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica  
RAIS – Relação Anual de Informações Sociais  
REN21 – Rede de Políticas de Energia Renovável para o Século XXI  
SIN – Sistema Interligado Nacional  
SIM – Sistema de Informações sobre Mortalidade  
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
SISTN – Sistema de Coleta de Dados Contábeis e Fiscais dos Entes da Federação  
TEP – Tonelada Equivalente de Petróleo  
VAB – Valor Adicionado Bruto

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2 MATRIZ ENERGÉTICA E O AVANÇO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS.</b>	<b>15</b>
2.1 Matriz Energética Global.....	15
2.2 Matriz elétrica brasileira atual.....	19
2.3 Transmissão energética.....	22
<b>3 RELAÇÃO ENTRE ENERGIA E CRESCIMENTO ECONÔMICO.....</b>	<b>26</b>
3.1 Revisão da literatura: energia vs crescimento econômico.....	26
3.2 Evidências empíricas e estudos eólicos brasileiros recentes.....	28
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>33</b>
4.1 Base de dados.....	33
4.2 Estratégia empírica.....	35
4.3 Estimador de diferença em diferença.....	35
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
5.1 Estatísticas descritivas.....	38
5.2 Impacto econômico.....	40
5.3 Impacto fiscal.....	49
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As fontes de geração de energia ao longo da história têm um papel importante no crescimento econômico dos países. Contemporaneamente, houve, na década de 1970, a primeira crise do setor energético, advinda de choques adversos nos preços do petróleo, com reflexos diretos sobre a economia mundial. Nesse sentido, com o aumento significativo das cotações internacionais do barril de petróleo, os países entraram em uma corrida para a autossuficiência do setor energético, principalmente no desenvolvimento de novas tecnologias voltadas às fontes alternativas de energia.

Nos últimos anos, além do caráter econômico, aumentaram as discussões acerca dos impactos ambientais do aumento da demanda energética, havendo duas linhas de debates. A primeira defende o argumento de que há externalidades negativas que resultam no aquecimento global pela elevação dos níveis de gases na atmosfera dos denominados “gases de efeito estufa”<sup>1</sup>. A segunda, contrária, argumenta que esse fenômeno não sucede por influência humana, sendo um efeito natural e cíclico da terra. Mesmo não havendo consenso, o resultado foi a busca crescente por fontes de energia limpa.

Entre as fontes alternativas de energia<sup>2</sup>, a eólica, ainda com pouca participação na matriz energética mundial, correspondente a 0,6% segundo a Agência Internacional de Energia - IEA (2016), avança consideravelmente quanto à geração elétrica mundial, respondendo por 3,9%. Tal fonte vem experimentando acelerado progresso tecnológico, bem como um crescente aumento de implantação de parques geradores em diversos países. No Brasil, segundo o Atlas da Energia Elétrica (2008), as áreas mais propensas à exploração de parques eólicos, estendendo-se do Rio Grande do Norte até o Amapá, em áreas do interior da Bahia e de Minas Gerais, e no litoral do Rio Grande do Sul. De acordo com Ricosti (2011), com grande amplitude territorial, a capacidade geradora eólica que o Brasil pode alcançar no futuro é calculada em 300 GW, o que equivale a 114 usinas nucleares, possuindo alta importância em virtude do aumento da demanda de energia no decurso do tempo.

Melo (2013) assinala que o ano de 2012 foi marcado pela consolidação da energia e indústria eólica brasileira, finalizando esse ano com 2,5 GW de potência

---

<sup>1</sup> Os principais são: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). O CO<sub>2</sub> liberado é principalmente pela combustão de combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão.

<sup>2</sup> Fotovoltaica, geotérmica, maremotriz, etc.

instalada, equivalente a 2% de participação na matriz elétrica. Apenas no ano citado, foram instalados 40 novos parques eólicos, resultando em adicionais 1 GW ao sistema. Em termos comparativos, foi conseguido no período de 1998 a 2011 adicionar-se o mesmo volume energético. Atualmente, como informa Bezerra (2018), o Brasil já possui mais de 13GW de capacidade instalada de fonte eólica, ou seja, teve um aumento de 5,2 vezes o valor disponível em 2012.

As tecnologias dirigidas a fontes alternativas de energias são intensivas em capital financeiro, em maior predominância na fase inicial de implantação do projeto, em que, em específico a eólica, os custos iniciais em equipamentos correspondem até 75% do investimento total (SIMAS E PACCA, 2013). Assim, a crescente construção de parques eólicos tende a ofertar externalidades voltadas ao desenvolvimento industrial interno, emprego e, conseqüentemente, renda, em nível regional e local, antes, durante e após a implantação do projeto (BERGMANN *et al.*, 2006; FRANKHAUSER *et al.*, 2008; TOURKOLIAS; MIRASGEDIS, 2011).

Diversos estudos intensificaram as análises do crescimento econômico acompanhado pela elevação do consumo de energia, confirmando a existência de uma relação positiva, tais como, Lee e Chang (2008), Apergis e Payne (2010), Fröling (2011), Liddle (2013), com reflexos sobre o emprego e renda. Nesse aspecto, tratando-se de parques eólicos e seu impacto local, os estudos de Simas (2012), Resende (2015), Rintzel *et al.*, (2017) Martini *et al.*, (2018) e Rodrigues *et al.*, (2018), encontram evidências parecidas sobre indicadores econômicos.

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

Em razão do exposto, pretende-se esta dissertação verificar o impacto da implantação de parques eólicos nos municípios brasileiros em seus indicadores econômicos e fiscais, no período de 2005 a 2015. Especificamente, busca-se efeitos

positivos nos municípios brasileiros que possuem parques eólicos, concernente ao Produto Interno Bruto e suas desagregações de agropecuária, indústria e serviços, assim como da Receita Tributária, impostos, o Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS) e Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), já que são esperados maior fluxo de aparatos para a construção dos parques e uma elevação da demanda de serviços, em virtude das pessoas envolvidas nessa atividade, podendo resultar em maior dinamismo à economia local.

Com vista a este objetivo, recorre-se ao método de quase experimento de diferença em diferença para a identificação do impacto econômico causado após implantação dos parques eólicos, sendo controlado por municípios circunvizinhos que teriam, em teoria, condições semelhantes de velocidade dos ventos, condição essencial para a implantação dessa fonte de energia.

Além da introdução em curso, esta dissertação está organizada em mais cinco seções. Na segunda, aborda-se a matriz energética global, a matriz elétrica brasileira e como essa energia é transmitida; em seguida, os estudos de referência com ênfase na relação entre crescimento econômico e energia, assim como os específicos sobre a energia eólica; os procedimentos metodológicos, a descrição das variáveis e a natureza dos dados estão expostos na quarta seção; na quinta descreve-se, os resultados e discussão são descritos; por fim, tem-se as considerações finais.

## 2 MATRIZ ENERGÉTICA E O AVANÇO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS

A matriz energética é conceituada como toda a oferta interna de energia (OIE), sendo subdividida entre suas variadas modalidades, distribuídas entre os setores de consumo. As unidades mais usuais são caloria, joule e btu, para o poder calorífico e kW quanto à eletricidade. Para comparações dentro da mesma unidade de medida é feita a conversão para tep<sup>3</sup>, resultante da energia empregada em quanta massa correspondente a uma tonelada de petróleo.

Ante a apresentação conceitual acima, nessa seção, discute-se a matriz energética global acerca das mudanças causadas pela escassez futura das fontes não renovais, logo, havendo uma mudança crescente da estrutura energética para fontes alternativas às fósseis, que são renováveis. Nesse sentido, o Brasil possui grande relevância, por ter uma matriz energética das mais renováveis do mundo, com destaque para a produção de energia elétrica por uso de fonte hidráulica e, da crescente incorporação de parques eólicos em quase todo Território Nacional, contribuindo para a segurança energética nacional através de um sistema de transmissão robusto, sendo um dos maiores do mundo, pautado na geração de energia hidro-termo-eólico.

### 2.1 Matriz energética global

De acordo com Castro (2008), no começo do século X, as fontes energéticas predominantes eram água, vento e lenha, sendo substituídas, com o passar dos séculos, por fontes como a nuclear, carvão, gás e, principalmente, petróleo, por serem fontes que se convertem melhor em energia, logo, mais viáveis economicamente. Nesse aspecto, os dados mais antigos sobre a matriz energética mundial mostram que a demanda por petróleo alcançava 45,6% em 1973, sendo que, incluindo as fontes carvão e gás, esse número chegava a 86,7%, indicando elevada dependência das energias fósseis (IEA, 2016).

Com os choques do petróleo ocorridos na década de 1970<sup>4</sup>, as energias renováveis entram novamente em cena na realidade global, com o objetivo de garantir autossuficiência e a diversidade de abastecimento energético. Em sua grande

---

<sup>3</sup> Energia corresponde a uma tonelada de petróleo, que equivale a 11,63 MWh

<sup>4</sup> Ocorridos em 1973 e 1979.

predominância, entretanto, as matrizes energéticas globais ainda fazem uso de recursos não renováveis fósseis e/ou minerais (BARBIERI, 2007). Em 2016, a demanda total de energia no mundo foi de 13.729 milhões de tep. Na desagregação, 32,0% foram relacionadas ao petróleo, 27,5% de carvão mineral, 21,8% de gás natural, 5,0% de energia nuclear, 2,5% de energia hidráulica e 11,2% de outras fontes. As fontes renováveis somaram 13,7% (IEA, 2016).

Corroborando esses dados acima, Rifkin (2012) mostra que as quantidades de novas reservas fósseis de energia não estão crescendo na mesma magnitude do consumo dessas fontes, em especial o petróleo, haja visto o fato de que nas últimas décadas são consumidos 3,5 barris para cada novo barril encontrado. Ademais, o autor salienta que, ao se considerar a alta composição do petróleo na demanda de energia, existe uma relação direta entre o aumento da produção econômica e a alta em seu preço, gerando inflação.

Nesse sentido, novas fontes de energias alternativas nos últimos anos vêm sendo implantadas para a manutenção do aparato energético, como a energia hidroelétrica, biomassa, das marés, eólica, fotovoltaica, entre outras, que levam em consideração os fatores ambientais, energéticos e a economia (ABRAMOWSKI e POSORSKI, 2000; MARTINS *et al.*, 2008; VICHI e MANSON, 2009).

Mesmo havendo composição de componentes renováveis na geração de energia, Vichi e Manson (2009) acentuam que a matriz global está mudando rapidamente para energias renováveis, sendo a energia, o ambiente e a economia completamente interligados e necessários para a manutenção do emprego, ou seja, da sustentabilidade de longo prazo. Os autores ainda sinalizam a inevitável mudança radical da matriz energética mundial, tanto em virtude de problemas ambientais, como econômicos, ante a inevitável escassez dos não renováveis.

Segundo a REN21<sup>5</sup> (2016), no ano de 2014, as energias renováveis ocuparam cerca 19,2% do consumo total de energia mundial, a continuidade do avanço da capacidade geradora para o ano seguinte. Ademais, esse setor se configura como um grande gerador de empregos, alcançando 8,1 milhões de empregos adicionais em 2015, com exceção dos gerados pela energia hidroelétrica, que respondeu por 1,3 milhão de empregos diretos adicionais. Considerando todas as tecnologias de energia renovável, os principais empregadores foram China, Brasil, Estados Unidos e Índia.

---

<sup>5</sup> Rede de Políticas de Energia Renovável para o Século XXI

O rápido crescimento das energias renováveis na realidade mundial se dá especialmente razão dos incrementos no setor elétrico. No final de 2015, a capacidade de energia renovável instalada era suficiente para suprir aproximadamente 23,7% da eletricidade mundial, sendo a fonte hidráulica predominante com 16,6% de contribuição. Assim, estima-se que foram acrescidos 147 GW de capacidade de energia elétrica, o maior aumento anual já verificado, muito em virtude das energias eólica e solar fotovoltaica, apresentando recordes pelo segundo ano consecutivo, respondendo por aproximadamente 77% das novas instalações (REN21, 2016).

Nesse contexto, a energia eólica caracteriza-se por possuir uma tecnologia aprimorada, com progressivo aperfeiçoamento e ampliação do tamanho dos aerogeradores<sup>6</sup>, possibilitando maior conversão dos ventos em energia cinética e eletricidade, assim, sendo uma das mais promissoras fontes de energias renováveis (CASTRO, 2008). De acordo com Costa *et al.*, (2009) além de a energia eólica ser renovável, como o baixo impacto ambiental, diferindo, por exemplo, de usinas hidrelétrica ou nuclear, esta não expressa perigo de vazamento de combustível, sendo considerada uma fonte inesgotável e não havendo custos associados à obtenção de uma matéria-prima. Ademais, há ainda a possibilidade de ocupação do solo, por lavoura, pastagem e criação de animais, uma vez que a base do equipamento ocupa uma área relativamente pequena, e suas hélices ficam a muitos metros acima do solo.

As usinas de geração de energias renováveis são frequentemente menores e mais dispersas do que as demais, e por esse motivo encontram-se muitas vezes situadas em áreas rurais de baixa densidade demográfica. Nesse tocante, especialmente em áreas que carecem de desenvolvimento econômico, os parques eólicos podem trazer diversos benefícios para a localidade (NGUYEN, 2007).

Assim, além da geração de empregos na construção, a maioria deles de caráter temporário, há um aumento na demanda por bens e serviços para o volume de pessoas envolvidas na obra, como hospedagem e alimentação. Assim os fornecedores locais podem ser beneficiados, aumentando a renda e os empregos temporários nas comunidades e fora das obras. Além disso, podem ocorrer transformações na estrutura das comunidades, tais como a melhoria da infraestrutura pública, o fornecimento de energia a custo mais baixo, entre outras. Após a construção, existe a oportunidades de

---

<sup>6</sup> Uma unidade (torres) de geração de energia das muitas que há nos parques eólicos.

empregos na manutenção das usinas, em menor número, mas de longa DURAÇÃO (RÍO E BURGUILLO, 2008).

Outro aspecto a ser considerado é o arrendamento da terra. Pelo ao fato de que os aerogeradores ocupam apenas uma pequena área, o dinheiro arrecadado pelo aluguel da terra pode ser investido para outras atividades produtivas na propriedade (RÍO; BURGUILLO, 2008).

De acordo com Alina-Florentina (2011), além dos benefícios socioeconômicos já citados, há também crescimento das receitas fiscais locais. Corroborando com a autora, os autores Simas e Pacca (2013) ainda expressam que as energias renováveis, dentre elas a eólica, geram também inovação tecnológica e o desenvolvimento industrial.

Em concordância, Blanco e Rodrigues (2009) mostram que muitos dos empregos gerados pela energia eólica, especialmente aqueles relacionados a serviços especializados e operação e manutenção das usinas, tendem a ser oferecidos por empresas locais. Ademais, mostram também que aproximadamente 59% dos empregos diretos da energia eólica na Europa estão relacionados à indústria geral e indústria de componentes. Em suma, como uma grande parte das atividades relacionadas às usinas eólicas acontece em nível local, sempre há externalidades positivas entre a localização de um parque eólico e o número de novos empregos.

Melo (2013) destaca que o Brasil é um dos países mais competitivos na geração de energia eólica, possuindo um dos melhores ventos do mundo e com melhorias no ganho de tecnologia, o que justificaria a ampliação dos parques eólicos no País. Com amplo destaque nos últimos anos na matriz elétrica, a energia eólica vem avançando significativamente no Brasil, de acordo com Banco de Informações da Geração (BIG). Em 2016, a produção de eletricidade oriunda dessa fonte alcançou 33.489 GWh, resultando em um aumento de 54,9% em relação ao ano anterior, quando expandiu 33%.

Dado que a fonte de energia explorada no trabalho é a eólica e esta é utilizada para a produção de eletricidade, nas subseções seguintes, discute-se a disposição atual da matriz elétrica brasileira por fonte geradora o modo como à transmissão dessa energia se dá entre as regiões do Brasil. Para isto, recorre-se aos dados disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) contidas no Banco de Dados de Informações da Geração apresentados na Tabela 1, do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) com dados sobre a transmissão de energia elétrica e o Balanço Energético Nacional publicado no ano de 2017.

## 2.2 Matriz elétrica brasileira atual

O Brasil possui no total 7.074 empreendimentos em operação, totalizando 159 GW de potência instalada, adicionados em importação 8,17 GW, tendo como principal fornecedor o Paraguai por meio da usina de Itaipu. Ademais, está prevista para os próximos anos uma adição de 17,35 GW na capacidade de geração do País, proveniente dos 189 empreendimentos atualmente em construção e mais 396 com construção não iniciada, sendo a energia eólica o grande destaque em adição ao sistema elétrico.

Os estados que mais contribuem com a capacidade instalada nacional são, respectivamente, São Paulo, Pará, Paraná e Minas Gerais, respondendo por 46% da geração. Nesse aspecto, há grande concentração de produção de energia nas regiões Sudeste, Norte e Sul, em virtude do sistema brasileiro de produção energética de grandes usinas hidroelétricas, explicando a longa quilometragem das linhas do Sistema Interligado Nacional (SIN), um dos maiores do mundo, que transporta via linhas de transmissão, eletricidade das regiões mais abastadas para as que não suprem sua demanda, a exemplo, a região Nordeste, que sofre constantemente com os ciclos de escassez de chuva.

Tabela 1 - Matriz elétrica brasileira (2018)

Origem	Fonte Nível 1	Fonte Nível 2	Capacidade Instalada			Total			
			Usinas	(KW)	%	Usinas	(KW)	%	
Biomassa	Agroindustriais	Bagaçõ de Cana de Açúcar	405	11.239.335	6,7212	421	11.317.316	6,7678	
		Biogás-AGR	2	948	0,0006				
		Capim Elefante	2	31.700	0,0190				
		Casca de Arroz	12	45.333	0,0271				
	Biocombustíveis líquidos	Etanol	1	320	0,0002	3	4.670	0,0028	
		Óleos vegetais	2	4.350	0,0026				
	Floresta	Carvão Vegetal	8	43.197	0,0258	98	3.159.190	1,8892	
		Gás de Alto Forno - Biomassa	12	124.265	0,0743				
		Lenha	5	23.915	0,0143				
		Licor Negro	18	2.542.616	1,5205				
		Resíduos Florestais	55	425.197	0,2543				
	Resíduos animais	Biogás - RA	14	4.481	0,0027	14	4.481	0,0027	
Resíduos sólidos urbanos	Biogás - RU	20	133.129	0,0796	21	135.829	0,0812		
	Carvão - RU	1	2.700	0,0016					
Eólica	Cinética do vento	Cinética do vento	527	12.893.643	7,7104	527	12.893.643	7,7104	
Fóssil	Carvão mineral	Calor de Processo - CM	2	28.400	0,0170	24	3.717.830	2,2233	
		Carvão Mineral	14	3.323.740	1,9876				
		Gás de Alto Forno - CM	8	365.690	0,2187				
		Calor de Processo - GN	1	40.000	0,0239				
	Gás natural	Gás Natural	165	12.954.868	7,7471	166	12.994.868	7,7710	
		Calor de Processo - OF	1	147.300	0,0881				
	Outros Fósseis	Petróleo	Gás de Alto Forno - PE	1	1.200	0,0007	2259	9.898.657	5,9194
			Gás de Refinaria	6	315.560	0,1887			
		Óleo Combustível	78	4.055.967	2,4255				
		Óleo Diesel	2156	4.497.602	2,6896				
Outros Energéticos de Petróleo		18	1.028.328	0,6149					
Hídrica	Potencial hidráulico	Potencial hidráulico	1325	101.482.676	60,6870	1325	101.482.676	60,6870	
Nuclear	Urânio	Urânio	2	1.990.000	1,1900	2	1.990.000	1,1900	
Solar	Radiação solar	Radiação solar	2212	1.306.485	0,7813	2212	1.306.485	0,7813	
Undi-Elétrica	Cinética da água	Cinética da água	1	50	0,0000	1	50	0,0000	
Importação	Paraguai			5.650.000	3,3787			4,8856	
	Argentina			2.250.000	1,3455				
	Venezuela			200.000	0,1196				
	Uruguai			70.000	0,0418				
	<b>Total</b>			<b>7074</b>	<b>167.222.995</b>				<b>100</b>

Fonte: ANEEL/BIG, dados de 05/2018

A matriz elétrica brasileira é predominantemente renovável, em evidência a fonte geradora hidráulica, que responde por 65,6%, alcançando 82,8%, unindo todas as fontes de energia renovável, quando adicionadas os volumes produzidos nacionalmente mais as importações, que são essencialmente de origem hidráulica. As usinas termoelétricas respondem por 24,7% da energia gerada, sendo em sua maioria de fontes renováveis, majoritariamente do bagaço da cana-de-açúcar. Os dados apontam a grande vocação brasileira para a produção de energia via ciclo das águas, mas alerta sobre sua fragilidade, em especial sobre a concentração das usinas hidroelétricas, que torna o sistema vulnerável aos períodos de estiagem, fazendo-se necessário a utilização de fontes secundárias para os momentos de escassez aquífera.

Nesse contexto, em decorrência da concentração da produção de energia em poucas hidroelétricas de grande porte, não havendo melhor participação de fontes alternativas como a eólica, geram-se, corriqueiramente crises de abastecimento elétrico, principalmente em períodos prolongados de chuvas abaixo da média, a exemplo, as crises ocorridas em 2001 e, mais recentemente, em 2015. Sob essas circunstâncias, as usinas termoelétricas são acionadas em maior proporção, aumentando a utilização de combustíveis fósseis, acarretando na ampliação do custo econômico da energia. Esse quadro, entretanto, vem se modificando com a expansão de possibilidades de conversão energética brasileira, principalmente desde 2012, com intensivo avanço do setor eólico.

Nesse sentido, um dos motivos desse avanço é a consideração de que os níveis de intensidade dos ventos são complementares aos períodos de escassez hídrica, consistindo em uma fonte confiável para a segurança da demanda do sistema energético. Ademais, a segunda razão, considerada por Ricosti (2011), é que grande parte das eólicas está sendo ligadas a redes de transmissão existentes, em virtude da complementaridade eólica com hidráulica em que, há o benefício de não haver necessidade de expansão da transmissão em um primeiro momento.

Desse modo, no início de 2011, a energia eólica era praticamente insignificante, não chegando a 1% da oferta nacional. Em contrapartida, as termoelétricas respondiam no mesmo período por 28,2% da geração de energia. Atualmente, como pode ser visto nos pontos na Figura 1, os parques eólicos estão amplamente consolidados dentro da matriz energética brasileira, com representatividade de 7,71% ofertada internamente, fato este que colabora com a diminuição percentual das termoelétricas. Ademais, Martini *et al.*, (2018) assinalam que o Brasil possui um dos maiores volumes de ventos

do mundo, assim como baixa probabilidade de ocorrência de fenômenos climáticos extremos, tendo possibilidades concretas de ampliar seu uso de energia eólica.

Figura 1 – Mapa brasileiro dos parques de energia eólica



Fonte: Sistema de Informação Georreferenciada do Setor Elétrico (SIGEL)

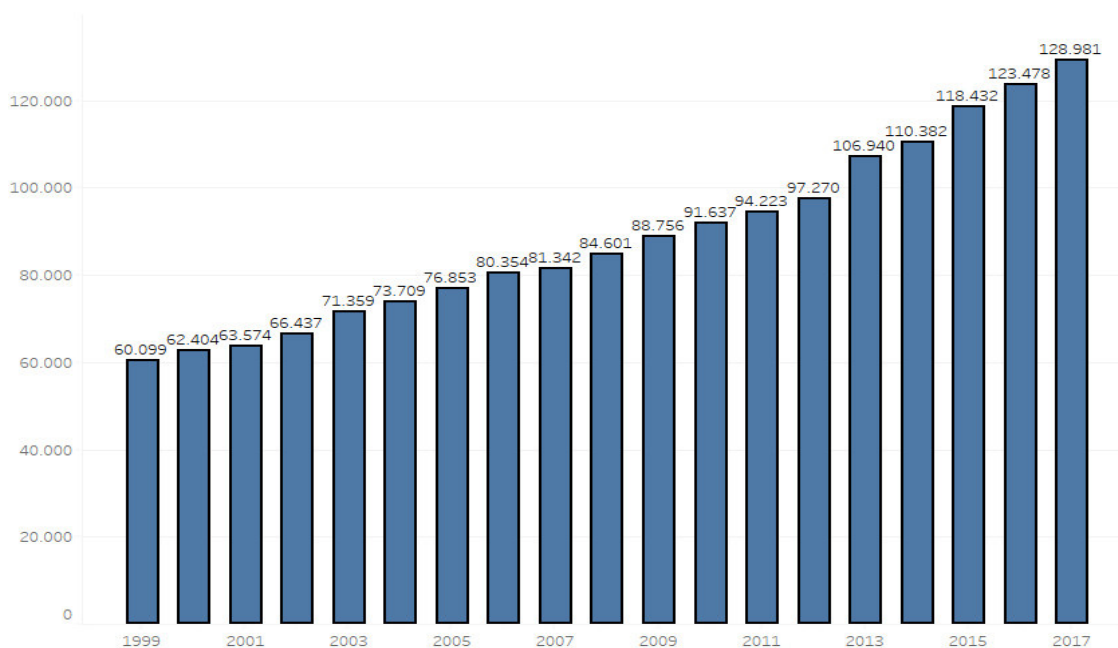
De acordo com os dados da ANEEL, ao fim de 2017, 14 estados produziam energia elétrica em usinas eólicas, nas regiões Sul, Sudeste e, em especial, a Nordeste com maior representatividade. Nesse mesmo ano, foram totalizados 499 parques eólicos com capacidade de 12,3 GW de geração, sendo que 83% destes foram gerados na região Nordeste, com destaque para o estado do Rio Grande do Norte. Vale salientar que existe ainda, grande perspectiva de crescimento desse setor para os próximos anos, com adição de 254 parques num futuro próximo, em razão de sua rápida construção.

### 2.3 Transmissão energética

O Sistema Interligado Nacional (SIN) é um sistema de geração e transmissão de energia elétrica hidro-termo-eólico de grande porte, em especial, de usinas hidrelétricas, englobando as cinco regiões do Brasil, constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e a maior parte da região Norte. Com múltiplos proprietários, esse sistema é dirigido por empresas de natureza privada, pública e de sociedade mista, regulado e fiscalizado pela ANEEL, cabendo ao Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) sua coordenação e controle.

Com uma conexão robusta, o SIN possui vantagens, como a transferência de energia entre subsistemas, a obtenção de ganhos de distribuição entre as regiões, exploração da diversidade entre os regimes hidrológicos das bacias e, com integração dos recursos de geração e transmissão, permitindo o atendimento ao mercado com segurança e economicidade. Ademais, os ativos de transmissão possuem aproximadamente 128.000 km de LT's<sup>7</sup>, e compreendem subestações e linhas de transmissão em tensões de 132 kV a 765 kV, com a construção de linhas de 800 kV já leiloadas. O Gráfico 1, abaixo, traz a evolução histórica das LT's de 1999 a 2017.

Gráfico 1 – Evolução das linhas de transmissão (km)



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

<sup>7</sup> Linhas de Transmissão.

O Brasil avançou consideravelmente a interligação das regiões, expandindo fortemente as linhas de transmissão. Ao final de 2017, o País contava com 128.981 km de linhas, mais do que dobrando sua extensão em pouco menos de 20 anos, correspondendo a um aumento de 114%. Do total dessas linhas, a Eletrobrás detém aproximadamente 65.000 km, sendo a concessionária de maior porte.

Os aparatos de transmissão são intensivos em capital, robustos, de vida longa e não facilmente realocáveis. Conforme se visualiza na Figura 2, as linhas de transmissão cumprem o papel de levar a energia das usinas geradoras aos centros consumidores de energia. Adicionalmente, a interligação de todas as regiões brasileiras permite o transporte energético de extensas distâncias, viabilizando o excedente de oferta regional, com distribuição para áreas de menor geração, possibilitando a melhor exploração das potencialidades de cada região.

A capacidade instalada de geração energética do SIN compõe-se, especialmente, de usinas hidrelétricas, construídas em 16 bacias hidrográficas distribuídas pelo País. Ultimamente, os parques eólicos vêm ganhando espaço, principalmente nas regiões Nordeste e Sul, resultando no aumento da importância desse tipo de fonte para o abastecimento da demanda. As usinas térmicas vêm perdendo espaço para as eólicas, entretanto, sendo estratégica para a segurança do abastecimento elétrico. Os conjuntos de usinas auxiliam a depender das condições hidrológicas encontradas, permitindo a gestão dos estoques de água armazenada nos reservatórios das usinas hidrelétricas, para assegurar o atendimento futuro. Dessa forma, os sistemas de transmissão integram as distintas fontes de produção de energia e possibilitam o suprimento do mercado consumidor.

Em relação às usinas eólicas, uma das causas que justifica o seu crescimento e de outras fontes alternativas de energia foi a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)<sup>8</sup> em 2002, logo após a crise hídrica que colapsou o SIN. Esse programa possui quatro objetivos em especial: diversidade de fontes geradoras na matriz energética brasileira; aumento da segurança no abastecimento; a redução da emissão de gases de efeito estufa; e, por fim, a valorização das características e potencialidade regionais e locais, com a criação de emprego, capacitação e formação de mão de obra. Desse modo, procurou-se aumentar a participação da energia elétrica, por meio de incentivos a Produtores Independentes

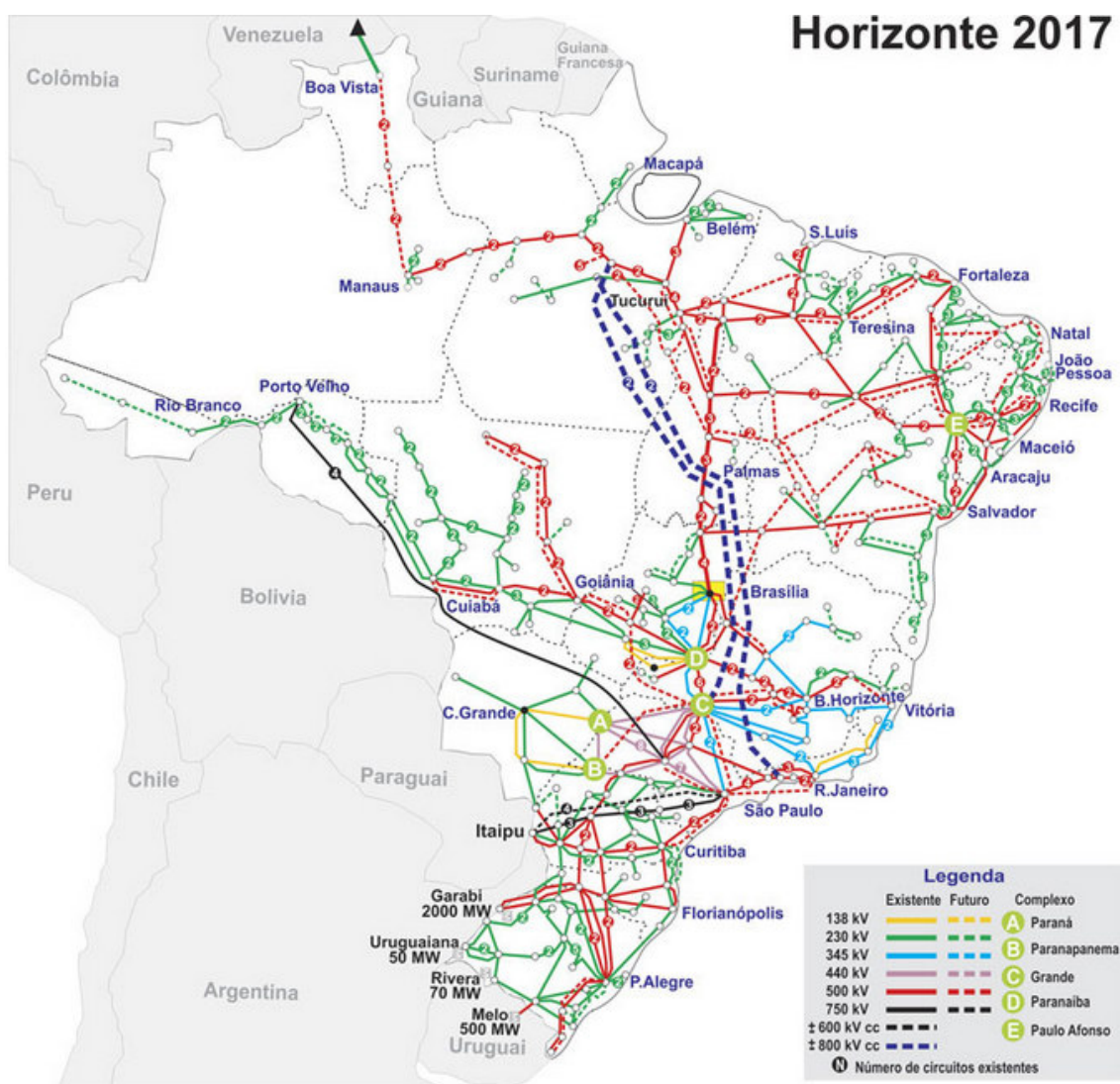
---

<sup>8</sup> Instituído pela Lei nº 10.438/2002

Autônomos, com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e biomassa (RODRIGUES *et al.*, 2018).

Ademais, ocorreram investimentos por meio de leilões para a geração por fonte eólica, e também demais fontes de energia alternativa por serem menos competitivas em comparação às fontes tradicionais (LAGE; PROCESSI, 2013). O BNDES tem papel importante ao conceder linhas especiais de financiamento para empresas do setor eólico relacionadas a geração, transmissão e distribuição de energia. Em específico aos fabricantes de componentes de aerogeradores, são disponibilizadas duas linhas: o FINEM, que objetiva investimento no aumento da capacidade e construção de novas plantas e o FINAME, voltada a financiar a venda de máquinas e equipamentos já negociados com as compradoras (COSTA *et al.*, 2009).

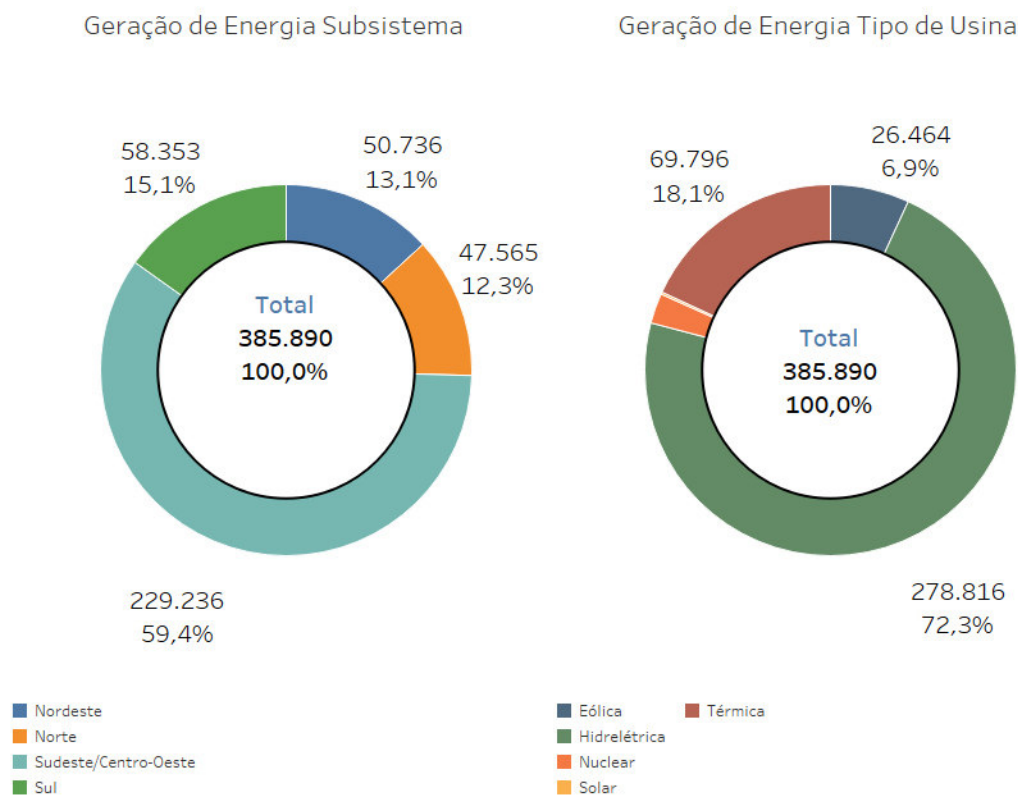
Figura 2 – Mapa brasileiro de linhas de transmissão



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS).

Todos esses incentivos possibilitaram a geração de 385.890 GWh 03/2017 a 02/2018. Representado no Gráfico 2, o subsistema Sudeste/Centro-Oeste responde por 59,4% de toda a geração, seguido pelo subsistema Sul, Nordeste e Norte. As usinas hidrelétricas tiveram intensa influência nessa composição, com 278.816 GWh, equivalendo a 72,3% do total. Vale destacar a amplificação do papel das eólicas, com 6,9%, que vêm substituindo progressivamente a importância das termoelétricas na geração de eletricidade.

Gráfico 2 – Geração de energia elétrica por subsistemas



Fonte: Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), dados de 01/03/2017 a 28/02/2018.

### 3 RELAÇÃO ENTRE ENERGIA E CRESCIMENTO ECONÔMICO

Nessa seção será discutida a literatura acerca da influência da energia no crescimento econômicos dos países. Assim, serão expostas evidências empíricas sobre a temática, aprofundando ao caso brasileiro e, em específico, aos estudos recentes de impacto da construção de parques eólicos no Brasil.

#### 3.1 Revisão da literatura: energia vs crescimento econômico

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

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

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

Segundo Goldemberg e Lucon (2007) o aumento da oferta de energia está ligado intrinsecamente ao crescimento econômico dos países, evidenciando a importância da necessidade de garantia e segurança do suprimento de energia para a manutenção desses ganhos. Reforçando, Finn (1991) argumenta em razão do aumento da produção, mais insumos se fazem necessários, logo, mais energia é despendida no

processo produtivo, em virtude de a energia ser um importante item para a utilização do capital.

Nesse sentido, o fato de que a energia elétrica tem um papel fundamental na forma de organização das nações e dos indivíduos, e que vem crescendo desde o início da sua exploração comercial nos EUA e na Europa no final do século XIX (GOMES E VIEIRA, 2009).

Portanto, a eletricidade é fonte primária de energia para diversos setores produtivos, sendo um insumo básico da economia e, por consequência, sendo condição essencial para o desenvolvimento socioeconômico. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (2008), o consumo de energia é um forte indicador de desenvolvimento econômico e do nível de qualidade de vida de qualquer sociedade. Assim, o nível de consumo de energia reflete o ritmo das atividades da economia, bem como a capacidade de fornecer bens e serviços tecnologicamente mais avançados.

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

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

Viterbo (2008) salienta, entretanto, a fragilidade do setor elétrico brasileiro, concernente à falta de planejamento e investimento em infraestrutura desde o início da década de 1980, período no qual o País se encontrava em profunda crise econômica, que

resultou no quadro atual sendo a infraestrutura o principal entrave para o segurança do setor.

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

### **3.2 Evidências empíricas e estudos eólicos brasileiros recentes**

A literatura é vasta na análise do crescimento econômico acompanhado pela elevação do consumo de energia. Vários artigos foram realizados, confirmando a existência de uma correlação positiva entre energia e crescimento econômico, tais como, Lee e Chang (2008), Apergis e Payne (2010), Fröling (2011), Liddle (2013), dentre outros. Estudos também foram voltados para o crescimento econômico e infraestrutura elétrica, os quais, os trabalhos de Calderón e Servén (2002) e Vizioli (2014) e, com o enfoque da oferta de energia, os de Dalgaard e Strulik (2007), Dinkelman (2011) e Lipscomb *et al.*, (2013).

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

Lee e Chang (2008), com base em uma função de produção agregada, que teve como insumos energia, força de trabalho e estoque de capital, analisaram o consumo de energia e PIB real para 16 países asiáticos. Foi utilizado o método de mínimos quadrados ordinários modificados, encontrando-se todos os coeficientes com sinal positivo e de maneira quantitativa, o aumento do consumo de energia em 1% acarretaria em elevação de 0,32% no PIB. Ao separar-se, entretanto, a amostra em grupos, Cooperação Econômica Ásia-Pacífico (APEC) e Associação de Nações do Sudeste Asiático (ASEAN), a elasticidade se reduz, mas mantendo os coeficientes com sinais positivos e estatisticamente significantes.

Apergis e Payne (2010) fizeram o uso de abordagem semelhante à de Lee e Chang (2008) para nove países sul americanos de 1980 a 2005, com as mesmas

variáveis utilizadas, adicionando-se a tendência. Os autores encontraram que o aumento de 1% no consumo da energia aumenta o PIB real em 0,42%. Com a cointegração das variáveis, estimou-se um VECM (*Vector Error Correction Model*), apontando a presença de causalidade unidirecional tanto no curto como no longo prazo, no sentido do consumo de energia para crescimento econômico.

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

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

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

Vizioli (2014) verificou a relação entre investimentos públicos em energia e crescimento econômico no Brasil de janeiro de 2000 a dezembro de 2012. Os resultados sinalizam o efeito dos investimentos públicos em energia relativamente aos investimentos

públicos totais no crescimento do PIB *per capita* brasileiro tem magnitude, variando de 27,9% a 46,33% nos modelos estimados.

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

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

Neste mesmo sentido, Lipscomb *et al.*, (2013) buscam examinar o efeito da eletrificação no desenvolvimento brasileiro de 1960 a 2000, a nível municipal. Para tanto, fazem uso da metodologia de variáveis instrumentais, relacionando o desenvolvimento do município com sua eletrificação do mesmo. Os resultados apontam uma forte ligação entre a renda e a eletrificação.

No mesmo estudo, os autores analisam a evolução do IDH, em que com efeitos fixos e tendências sugerem que se determinado município passa de não eletrificado para totalmente eletrificado, há um aumento do IDH em 9 a 11%, tendo, em sua decomposição, efeitos positivos, principalmente na educação e na renda, tendo efeito quase insignificante na saúde. Ademais, a eletrificação tende a aumentar tanto o emprego formal, como também a população economicamente ativa, especialmente em municípios onde a eletrificação vai do zero até a sua totalidade, aumentando em 17 a 18% na probabilidade de emprego, muito em virtude da redução do analfabetismo representando em 8% em razão de melhora na qualidade da educação constatada.

Ozturk (2010) realiza uma síntese da literatura sobre a relação entre energia e crescimento econômico, cujos estudos buscam analisar o crescimento econômico ou a direção da causalidade entre essas duas variáveis. Nesse sentido, o autor salienta a

variabilidade nos resultados, não existindo consenso, muito em virtude da base de dados, às características dos países estudados, às variáveis de controle utilizadas e às diferentes metodologias econométricas utilizadas. O autor, entretanto, sinaliza que há predominantemente estudos resultantes na causalidade da relação de consumo da eletricidade para o crescimento econômico.

Em específico aos efeitos proporcionados pela construção de parques eólicos no Brasil, a literatura empírica ainda é recente. Há, porém, uma série crescente de estudos que procuraram medir os impactos dessas usinas eólicas na contextura local. Nesse aspecto, estudos como os de Simas (2012), Resende (2015), Rintzel *et al.*, (2017), Martini *et al.*, (2018) e Rodrigues *et al.*, (2018), são exemplos desse tipo de estudo.

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

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

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

Com relação ao Nordeste brasileiro, Rodrigues *et al.*, (2018) procuram analisar o impacto dos parques eólicos no nível de emprego para os municípios das região, na massa salarial e no número de firmas em cada unidade. Para alcançar o objetivo, foram utilizados dados da ANEEL e do mercado de trabalho da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), do Ministério do Trabalho, por meio do pareamento por Propensity

Score Matching. O trabalho constatou que os municípios com usinas eólicas denotam maior massa salarial e número de firmas do que as demais, entretanto, o efeito sobre o emprego não teve significância.

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

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

## 4 METODOLOGIA

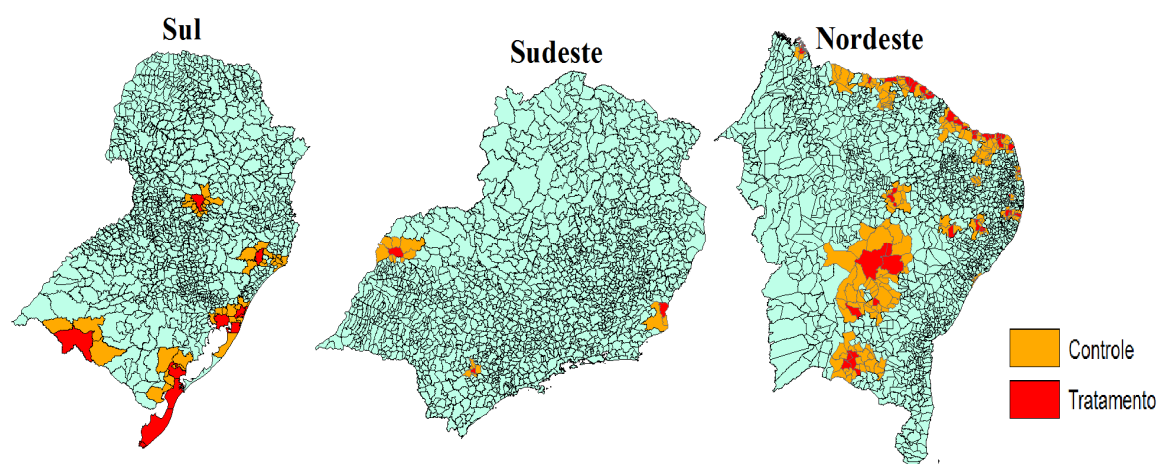
Nessa seção serão expostos os procedimentos metodológicos feitos para o alcance dos resultados, assim como, a estratégia empírica adotada como forma de equacionar e isolar o impacto buscado sobre as variáveis de interesse, econômicas e fiscais, na condição de exposição à operação de parques eólicos.

### 4.1 Base de dados

A base de dados compreende o período de 2005 a 2015, provenientes de cinco fontes diferentes, no total de 29, variáveis representando os indicadores de interesse, covariadas, de tratamento ou que foram utilizadas para construção de uma nova variável, como pode ser visto no quadro.

O primeiro ano da amostra, no caso, 2005, foi escolhido por ser um ano em que não houve instalação de parques eólicos em nenhum município brasileiro, logo, permitindo a utilização do método de Diferença em Diferença. Desse modo, com base nos dados da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, foi criado o grupo de tratamento condicionado ao fato de o município ter parque eólico operante, como mostra a Figura 3.

Figura 3 – Mapa dos municípios tratados e de controle



Fonte: Elaboração própria.

Para a criação do grupo de controle, utiliza-se o argumento proposto por Castro (2008) consoante o qual as turbinas eólicas atingem sua potência máxima com ventos

de velocidade de 10 a 15 m/s, sendo necessária a existência de um fluxo que seja razoavelmente forte e permanente. Logo, o sucesso econômico dos parques de energia eólica depende da alocação de turbinas em locais com velocidade de vento apropriada. Diante disto, há a impossibilidade de geração de energia eólica em locais que tenham ventos com alta intensidade ou baixa demais. Assim, como há limitação de dados sobre o vento, os municípios selecionados para compor o grupo de controle, foram utilizados municípios circunvizinhos aos municípios tratados, dessa forma, possuindo condições climáticas similares.

Quadro 1 - Informações Gerais sobre as Fontes das Variáveis Municipais

Variável	Descrição	Unidade de Medida	Fonte
Tratamento	Tratamento	0 ou 1	ANEEL
Tratamento*tempo	Tratamento	0 ou 1	ANEEL
Número de Parques	Covariada	Unidade	ANEEL
Potência Instalada	Covariada	Kw	ANEEL
Acumulado Parques	Covariada	Unidade	ANEEL
Acumulado Potência	Covariada	Kw	ANEEL
Diff Tratamento	Covariada	0 a 10	ANEEL
População	Covariada	Unidade	IBGE
Área Municipal	Covariada	Km <sup>2</sup>	IBGE
Densidade Populacional	Covariada	Pop/area	IBGE
PIB	Interesse	R\$	IBGE
PIB per Capita	Interesse	R\$	IBGE
VAB da Agropecuária	Interesse	R\$	IBGE
VAB da Indústria	Interesse	R\$	IBGE
VAB do Serviço	Interesse	R\$	IBGE
Receita Tributaria	Interesse	R\$	FINBRA
Impostos	Interesse	R\$	FINBRA
ISSQN	Interesse	R\$	FINBRA
Cota ICMS	Interesse	R\$	FINBRA
Homicídios	Covariada	Unidade	DATASUS/SIM
Taxa de Criminalidade	Covariada	Pop/homic/100mil	DATASUS/SIM
Pop. Abastecida com água	Covariada	Unidade	SNIS
Rede de Água	Covariada	Km	SNIS
Energia Gasta na Rede	Covariada	Kw	SNIS
Pop. com Esgoto	Covariada	Unidade	SNIS
Rede de Esgoto	Covariada	Km	SNIS
Energia Gasta na Rede	Covariada	Kw	SNIS
Taxa de coleta de resíduos	Covariada	Percentual	SNIS
Massa coletada	Covariada	Tonelada	SNIS

Fonte: Elaboração própria.

Quanto aos indicadores econômicos municipais para avaliar os impactos da presença de parques eólicos, estes foram extraídos do Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística – IBGE, correspondendo ao PIB, e os Valores Adicionados Brutos da Agropecuária, Indústria e Serviços (retirados os públicos). Ademais, o número populacional e área municipal também foram obtidos no IBGE, representando covariadas.

Os indicadores fiscais de interesse, que podem resultar impacto da atividade eólica municipal, foram obtidos pela Secretaria de Tesouro Nacional – STN, mediante do sistema de Finanças do Brasil – FINBRA, com informações acerca da Receita Tributária, Impostos, Cota do ICMS e ISSQN.

Por fim, as demais covariadas do estudo, relacionadas ao sistema de água e esgoto, coleta de resíduos, homicídios, taxa de criminalidade e, parques e potência dos parques eólicos, foram coletadas pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, Sistema de Informações sobre Mortalidade - SIM, do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde – DATASUS, e pela ANEEL.

## **4.2 Estratégia empírica**

A abordagem metodológica proposta neste estudo consiste na Diferença da Diferença ou *Diff-in-Diff*. A modelagem em questão é representada por uma dupla diferença, que consiste em dois estágios para encontrar os efeitos sobre o município ( $Y$ ) de forma comparativa ao período anterior ao tratamento ( $Y_0$ ) e o posterior ( $Y_1$ ).

Nesse sentido, é possível a estimação de “n” modelos de Diferença em Diferença que possa isolar o impacto atribuído pela construção e posterior operação dos parques de energia eólica nos municípios brasileiros no período proposto, de 2005 a 2015. Dado que o modelo em questão mede o efeito médio entre grupos, de controle e tratamento, ele está sujeito à hipótese de que ambos os grupos seguem uma trajetória comum em média nos resultados. Caso não houvesse o tratamento, em outras palavras, o tratamento desvia a trajetória comum dos tratados gerando o impacto nas variáveis de interesse propostas no experimento. Desse modo, a seguir será tratado detalhadamente o método a ser utilizado para as estimações.

## **4.3 Estimador de diferença em diferença**

Numa comparação entre resultados de períodos  $Y_0$  e  $Y_1$ , é esperado que o tratamento seja viesado pelas tendências temporais na variável de resultado ou pelo

efeito do evento. Abadie (2003) salienta que ao se tratar apenas uma parcela da população, um grupo controle pode ser utilizado para identificar a variação temporal no resultado que não é devido à exposição ao tratamento. Nesse contexto, o método de DD compara grupos em termos de mudanças de resultado ao longo do tempo em relação aos resultados observados para uma linha de base pré-intervenção (HECKMAN E HOTZ, 1989).

Assim, para a estimação do modelo de DD abordado neste ensaio algumas condições se fazem necessárias. Primeiramente, a existência de dois períodos comparáveis, ou seja, antes da operação dos parques eólicos ( $t = 0$ ) e após operação destes ( $t = 1$ ). Adicionalmente, a disponibilidade de dois grupos de municípios  $i$ , com parque eólico operante ( $Z_i=1$ ) e um grupo de controle ao qual essa condição é inexistente, em específico, que não há parques eólicos ( $Z_i=0$ ). Ademais, deve ser respeitada a ausência de qualquer intervenção no pré-tratamento em ambos os grupos ( $D_{i,t=0} = 0 \mid Z_i = 1,0$ ), assim como o efeito do tratamento seja positivo para o grupo de interesse no período pós intervenção ( $D_{i,t=1} = 1 \mid Z_i = 1$ ). Para os resultados esperados  $Y_{it}$  o efeito do tratamento da população DD é dado pela diferença na variável de resultado para as unidades tratadas e controle antes e depois da intervenção na forma mostrada a baixo:

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

Assim, DD pode ser interpretado como o efeito médio do tratamento sobre os tratados, à medida que por hipótese o controle representa um contrafactual, em outros termos, representa os municípios selecionados com parques eólicos na ausência do tratamento. O modelo de DD pode ser especificado como um modelo de regressão linear, conforme segue:

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

A simplicidade do modelo acima de estimação de DD traz vantagens importantes, assim como pela capacidade de impedir problemas de endogeneidade que ocorrem corriqueiramente ao se fazer comparações entre indivíduos heterogêneos (MEYER,

1995). No entanto, para uma maior precisão, faz-se necessário o controle por outras características passíveis de compatibilidade. Deve-se descobrir e isolar o efeito de todas as outras variáveis que podem estar causando mudanças na variável estudada, para, enfim, se ter o impacto comum aos tratados, garantindo a exogeneidade do modelo.

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

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

Do mesmo modo da equação 1, a equação 2 pode ser representada na forma de uma regressão linear, adicionando-se as covariadas, relevantes para a equiparação entre tratados e controle:

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

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

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas a seguir trazem, cada qual, cinco estimações que variam do modelo mais simplificado ao mais completo, começando com o menos preciso que tem apenas variáveis *dummys* referentes ao tratamento, indo até o modelo que contém todas as variáveis caracterizadoras dos municípios, bem como a tendência e tendência<sup>2</sup>, tornando as estimações mais condizentes com a realidade entre tratados e controles. A princípio, as covariadas em geral dos modelos respondem bem em termos de relação com as variáveis de interesse, mostrando-se satisfatórias para a estimação.

Nesse âmbito, a avaliação do impacto sobre os municípios brasileiros que possuem parques eólicos operantes é dividida em duas subseções. A primeira relaciona-se, especificamente, ao impacto econômico nos municípios, enquanto a segunda tenta captar impactos fiscais sobre os impostos. Ademais, vale ressaltar que todas as variáveis foram logaritmizadas, assim, permitindo a interpretação dos parâmetros de resposta ao impacto gerado em termos percentuais.

### 5.1 Estatísticas descritivas

A Quadro 2 a seguir traz as estatísticas descritivas sobre os municípios tratados em relação aos municípios de controle, considerando-se o ano anterior aos primeiros tratamentos, no caso o ano de 2005, e o último ano da amostra, 2015, como referência para a comparabilidade entre os municípios. Assim, estão dispostas as médias e a significância do Teste t de Student de 15 indicadores, considerando todas as variáveis de interesse e algumas covariadas, com o objetivo de oferecer um perfil dos dois grupos de municípios.

Quadro 2 – Testes t para a diferença de médias

Variáveis	Tratamento		Controle		Significância	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
Densidade Populacional	72	82	94	104	0.48	0.44
Taxa de Criminalidade	15	28	11	22	-1.52*	-2.01**
População	45.878	49.500	36.648	40.601	-0.64	-0.57
PIB per capita	13.877	20.221	10.271	14.475	-1.89**	-2.36***
PIB	609.695	1.017.886	702.224	952.499	0.16	-0.10
VAB da Agropecuária	39.094	52.041	28.863	34.465	-1.63*	-2.02**
VAB da Indústria	164.346	244.015	230.622	217.318	0.23	-0.16

Variáveis	Tratamento		Controle		Significância	
VAB do Serviço	218.434	416.073	272.109	437.263	0.20	0.05
Receita Tributária	5.872.618	17.729.695	8.122.407	15.543.080	0.22	-0.14
Impostos	82.370	115.813	77.863,47	108.141	-0.05	-0.08
ISSQN	2.064.188	9.577.368	3.445.576	7.221.654	0.33	-0.34
Cota ICMS	10.563.134	21.422.084	9.898.709	15.011.379	-0.11	-0.81
Pop. Abastecida com Água	29.656	37.539	23.496	30.962	-0.45	-0.44
Rede de Água	69	133	63	111	-0.15	-0.49
Energia Gasta na Rede	1.098	2.419	1.278	2.360	0.21	-0.04

Notas: p-valor < 0.10: \*, p-valor < 0.05: \*\*, p-valor < 0.01: \*\*\*.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da ANEEL, IBGE, FINBRA, DATASUS e SNIS.

Conforme mostrado, os tratados estavam, em 2005, com o PIB per capita mais elevado do que os correspondentes do grupo de controle, em outros termos, tendo superioridade de 26% em comparação ao controle. Além disso, os municípios que receberam os parques eólicos apresentam maior massa populacional do que os de controle, cerca do percentual de 20% superior.

Ante de um maior PIB per capita e uma população, como colocado acima, os municípios que possuem parques eólicos têm variáveis que são em média superiores às do grupo de tratamento, como impostos, cota do ICMS, população abastecida por água e extensão da rede de água, dado que são variáveis que possuem alta correlação com a dimensão populacional. Ademais, esse mesmo grupo ainda possui superioridade em VAB da agropecuária e taxa de criminalidade. Tais municípios, por terem maior área territorial e, por consequência, maior área rural, conseguem ter maior prevalência na economia interna no tocante ao setor primário. As variáveis citadas mantiveram-se superiores ao grupo de controle para o ano de 2015.

Já os controles, para o ano de 2005, apresentam maior densidade populacional, próximo de 23%, em comparação aos tratados, tendo, também, superioridade em PIB, com 13% acima. Assim, esse grupo de municípios tem maiores valores para o VAB da indústria e Serviços, receitas tributárias, ISSQN e maior energia despendida na rede de água, sendo entes da Federação que têm uma menor área territorial, com uma economia mais concentrada nos setores secundários e terciários, que possibilitam maior arrecadação de tributos, em razão dos valores agregados desses setores serem mais elevados. Há, contudo, uma mudança de cenário após o início da operação de parques eólicos. As variáveis PIB, VAB da indústria, Receita Tributária e ISSQN deixam de ter maior destaque no grupo de controle, passando a ser superiores no grupo que possui parques eólicos operantes, no caso, o grupo de tratamento.

Com relação à significância do Teste t para a diferença de média, este tem o intuito de destacar as diferenças estatisticamente significativas nas médias das variáveis deste estudo. Desse modo, pode-se verificar pelo Quadro 2 que apenas as variáveis Taxa de Criminalidade, PIB per capita e VAB da Agropecuária registram diferenças para as médias significantes, sendo que esse efeito é ampliado em 2015, indicando que, possivelmente, houve mudanças significantes, em principal, no setor primário dos municípios que possuem parques eólicos operante.

Por outro lado, são encontradas evidências de que os setores secundário e terciário da economia dos grupos de tratamento e controle, assim como as variáveis fiscais, possuem médias iguais para os dois anos focalizados, no caso, antes da operação de parques eólicos em 2005 e após esse período no ano final da amostra.

Como demonstrado no Quadro 2, existem diferenciais entre as variáveis analisadas e consideradas para as estimações. Entretanto, em média, os grupos podem ser equiparados.

## **5.2 Impacto econômico**

A Tabela 2 expressa o impacto econômico no PIB municipal na presença do tratamento. Pode-se observar que, de modo geral, as covariadas respondem positivamente ao PIB, sendo esperado esse direcionamento, a exemplo, e população, densidade populacional, rede de água e esgoto, dentre outras. Em relação ao impacto sobre o PIB após a exposição ao tratamento, ou seja, após a instalação do parque eólico, tem-se que apenas os dois modelos mais simplificados tiveram significância estatística, sendo que o segundo denota uma resposta de 44,5% em média de incremento no PIB ao longo da exposição à operação dos parques eólicos. Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Martini *et. al.*, (2018). Ademais, a variável Diff Tratamento que capta o tempo de exposição após a primeira implantação eólica no município indica efeitos positivos sobre a variável de interesse.

Tabela 2 – Avaliação de Impacto Econômico no PIB

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	PIB	PIB	PIB	PIB	PIB
Tratamento	0.577*** (0.0695)	0.543*** (0.0735)	0.264*** (0.0329)	0.266*** (0.0331)	0.266*** (0.0331)
Tratamento*Tempo	0.479*** (0.106)	0.445** (0.192)	-0.113 (0.0880)	-0.117 (0.0883)	-0.116 (0.0883)
Parques		0.0836 (0.185)	0.0213 (0.120)	0.0201 (0.120)	0.0204 (0.120)
Potência		0.0150 (0.0233)	-0.0108 (0.0142)	-0.0110 (0.0142)	-0.0109 (0.0142)
Acumulado Parques		-0.292** (0.119)	0.225** (0.0904)	0.227** (0.0901)	0.226** (0.0902)
Acumulado potência		0.0288 (0.0208)	-0.00712 (0.0110)	-0.00790 (0.0110)	-0.00746 (0.0111)
Diff Tratamento		-0.00639 (0.0322)	0.0380* (0.0199)	0.0399** (0.0200)	0.0382* (0.0205)
População com Água			-0.0597*** (0.00942)	-0.0596*** (0.00942)	-0.0598*** (0.00942)
Rede de Água			0.247*** (0.0213)	0.246*** (0.0213)	0.246*** (0.0213)
Energia Gasta com Rede			-0.00565 (0.00523)	-0.00609 (0.00524)	-0.00611 (0.00525)
População com Esgoto			-0.0161** (0.00723)	-0.0163** (0.00720)	-0.0162** (0.00720)
Rede de Esgoto			0.138*** (0.0194)	0.138*** (0.0194)	0.138*** (0.0194)
Energia Esgoto			0.0345*** (0.00886)	0.0344*** (0.00887)	0.0344*** (0.00887)
Taxa de coleta			0.0632*** (0.00587)	0.0610*** (0.00642)	0.0611*** (0.00643)
Massa Coletada			-0.0145 (0.0231)	-0.0152 (0.0231)	-0.0146 (0.0232)
Densidade Populacional			0.120*** (0.0106)	0.120*** (0.0106)	0.120*** (0.0106)
Taxa de Criminalidade			0.0278*** (0.00840)	0.0269*** (0.00857)	0.0270*** (0.00858)
População			0.693*** (0.0166)	0.694*** (0.0166)	0.694*** (0.0166)
Tendência				0.00297 (0.00372)	0.00931 (0.0148)
Trendência <sup>2</sup>					-0.000532 (0.00119)
Constante	11.99*** (0.0253)	11.99*** (0.0253)	4.268*** (0.148)	4.244*** (0.151)	4.229*** (0.155)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.043	0.044	0.809	0.809	0.809

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

Ao relativizar o PIB sobre a população municipal, concernente a Tabela 3, notam-se resultados de direcionamento de sinais similares aos encontrados na tabela anterior. Entretanto, em termos de impacto no PIB per capita, a maioria dos modelos não apresenta significância estatística, com exceção do modelo mais simples, que contém apenas as *dummies* de tratamento. O resultado sobre a variável de impacto analisada mostra ao longo do tempo uma elevação mediana de 29,5% na comparação com o grupo confractual. Vale salientar que mesmo não possuindo significância estatística da variável de impacto nos últimos três modelos, a variável de exposição ao tratamento é significativa e indica uma relação direta com o PIB per capita. Tais resultados, assim como o encontrado sobre o PIB, são condizentes com o trabalho de Martini et al. (2018), que mostram uma relação positiva entre a exposição à operação de parques eólicos e o aumento da economia local.

Tabela 3 – Avaliação de Impacto Econômico no PIB per capita

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	pibpc	pibpc	pibpc	pibpc	pibpc
Tratamento	0.201*** (0.0368)	0.174*** (0.0387)	0.264*** (0.0329)	0.266*** (0.0331)	0.266*** (0.0331)
Tratamento*Tempo	0.295*** (0.0637)	0.0743 (0.105)	-0.113 (0.0880)	-0.117 (0.0883)	-0.116 (0.0883)
Parques		-0.0262 (0.116)	0.0213 (0.120)	0.0201 (0.120)	0.0204 (0.120)
Potência		-0.00291 (0.0142)	-0.0108 (0.0142)	-0.0110 (0.0142)	-0.0109 (0.0142)
Acumulado Parques		0.104 (0.0867)	0.225** (0.0904)	0.227** (0.0901)	0.226** (0.0902)
Acumulado potência		0.0193* (0.0117)	-0.00712 (0.0110)	-0.00790 (0.0110)	-0.00746 (0.0111)
Diff Tratamento		-0.000333 (0.0210)	0.0380* (0.0199)	0.0399** (0.0200)	0.0382* (0.0205)
População com Água			-0.0597*** (0.00942)	-0.0596*** (0.00942)	-0.0598*** (0.00942)
Rede de Água			0.247*** (0.0213)	0.246*** (0.0213)	0.246*** (0.0213)
Energia Gasta Rede			-0.00565 (0.00523)	-0.00609 (0.00524)	-0.00611 (0.00525)
População com Esgoto			-0.0161** (0.00723)	-0.0163** (0.00720)	-0.0162** (0.00720)

(continua)

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	pibpc	pibpc	pibpc	pibpc	pibpc
(conclusão)					
Rede de Esgoto			0.138***	0.138***	0.138***
			(0.0194)	(0.0194)	(0.0194)
Energia Esgoto			0.0345***	0.0344***	0.0344***
			(0.00886)	(0.00887)	(0.00887)
Taxa de coleta			0.0632***	0.0610***	0.0611***
			(0.00587)	(0.00642)	(0.00643)
Massa Coletada			-0.0145	-0.0152	-0.0146
			(0.0231)	(0.0231)	(0.0232)
Densidade Populacional			0.120***	0.120***	0.120***
			(0.0106)	(0.0106)	(0.0106)
Taxa de Criminalidade			0.0278***	0.0269***	0.0270***
			(0.00840)	(0.00857)	(0.00858)
População			-0.307***	-0.306***	-0.306***
			(0.0166)	(0.0166)	(0.0166)
Tendência				0.00297	0.00931
				(0.00372)	(0.0148)
Trendência <sup>2</sup>					-0.000532
					(0.00119)
Constante	9.142***	9.142***	11.18***	11.15***	11.14***
	(0.0135)	(0.0135)	(0.148)	(0.151)	(0.155)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.027	0.030	0.330	0.330	0.330

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 4 traz resultados mais evidentes e consistentes com relação às variáveis de interesse de avaliação. Em todas as especificações do modelo, foram encontrados resultados significantes a 1% para a variável de efeito, sendo que esta variou de 50,2% a 64,1%, a depender do modelo analisado. A modelagem mais completa e, portanto, a mais precisa evidencia um impacto de 45,8% em média no VAB da agropecuária. Vale salientar, também, que a variável de exposição em anos do tratamento indica uma relação positiva para todos os modelos.

Tais resultados seguem os encontrados em Rodrigues et. al. (2016) que apontam maior dinamização do setor agropecuário dos municípios que possuem parques eólicos, tendo 48% mais indústrias voltadas a esse setor do que municípios que não possuem parques eólicos. Desse modo, os autores sugerem que a presença de usinas eólicas pode

deslocar recursos para o setor agropecuário, dinamizando essa atividade na economia local.

Os resultados verificados também se fazem presentes na literatura internacional onde Bergmann et al. (2006), para a Escócia, mostra que os maiores benefícios socioeconômicos da implantação de fontes renováveis de energia, em especial de energia eólica, ocorrem nas áreas rurais.

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

Tabela 4 – Avaliação de Impacto Econômico do VAB da Agropecuária

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	vabagro	vabagro	vabagro	vabagro	vabagro
Tratamento	0.275*** (0.0597)	0.260*** (0.0625)	0.0589 (0.0424)	0.0350 (0.0424)	0.0358 (0.0425)
Tratamento*Tempo	0.502*** (0.0949)	0.641*** (0.156)	0.410*** (0.104)	0.460*** (0.106)	0.458*** (0.106)
Parques		-0.0623 (0.218)	-0.126 (0.144)	-0.114 (0.143)	-0.115 (0.143)
Potência		0.0313 (0.0231)	0.0202 (0.0161)	0.0229 (0.0161)	0.0227 (0.0161)
Acumulado Parques		-0.0705 (0.122)	0.0754 (0.0903)	0.0542 (0.0897)	0.0550 (0.0898)
Acumulado potência		-0.0320 (0.0212)	-0.0349** (0.0146)	-0.0268* (0.0148)	-0.0274* (0.0149)
Diff Tratamento		0.0775** (0.0321)	0.0747*** (0.0275)	0.0550** (0.0275)	0.0573** (0.0284)
População com Água			0.0391*** (0.0114)	0.0375*** (0.0113)	0.0379*** (0.0114)
Rede de Água			0.0202 (0.0246)	0.0257 (0.0246)	0.0256 (0.0246)
Energia Água			-0.0424*** (0.00902)	-0.0378*** (0.00901)	-0.0378*** (0.00901)

(continua)

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	vabagro	vabagro	vabagro	vabagro	vabagro
(conclusão)					
População com Esgoto			0.0154 (0.0130)	0.0174 (0.0130)	0.0173 (0.0130)
Rede de Esgoto (conclusão)			-0.0117 (0.0360)	-0.0183 (0.0360)	-0.0180 (0.0361)
Energia Esgoto			0.0245 (0.0162)	0.0256 (0.0162)	0.0255 (0.0162)
Taxa de coleta			0.0400*** (0.00912)	0.0624*** (0.0102)	0.0623*** (0.0102)
Massa Coletada			-0.0673* (0.0379)	-0.0601 (0.0378)	-0.0610 (0.0379)
Densidade Populacional			-0.338*** (0.0209)	-0.343*** (0.0208)	-0.343*** (0.0208)
Taxa de Criminalidade			0.0209 (0.0131)	0.0304** (0.0132)	0.0304** (0.0132)
População			0.729*** (0.0257)	0.716*** (0.0257)	0.715*** (0.0257)
Tendência				-0.0309*** (0.00620)	-0.0396* (0.0227)
Trendência <sup>2</sup>					0.000734 (0.00188)
Constante	9.665*** (0.0226)	9.665*** (0.0226)	3.388*** (0.226)	3.644*** (0.230)	3.664*** (0.235)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.023	0.025	0.382	0.386	0.386

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 5 traz o efeito causal médio do tratamento sobre o VAB da indústria no tempo, tendo uma relação positiva e significativa apenas no primeiro modelo no tocante a variável de efeito, com 90,7%. Verifica-se, diferentemente do esperado, nos três últimos modelos após a adição das covariadas, um decréscimo, excetuando-se a especificação (2), ao longo do tempo da indústria local após a implementação dos parques eólicos. Assim, o ultimo modelo expressa um impacto negativo de 28%. Tal resultado pode ocorrer devido os parques eólicos após sua implantação gerarem um efeito transbordamento para os municípios circunvizinhos, distribuindo o impacto causado na indústria.

Outro ponto a ser levantado é o fato de ser possível tal resultado sobre a indústria pode ser caudado devido algumas variáveis importantes para as benfeitorias,

construção e manutenção dos parques eólicos, como tecnologia, máquinas e equipamentos, mão de obra especializada, dentre outras, de grande peso na indústria, e que não estão presentes intensamente nas localidades de tratamento, uma vez que são municípios maior desenvoltura rural, gerando uma procura externa ao local, o que pode refletir ao passar do tempo, o deslocamento da indústria local em contrapartida à externa, que, como mencionado, possui maior aporte industrial e de serviços.

Tabela 5 – Avaliação de Impacto Econômico do VAB da Indústria

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	vabind	vabind	vabind	vabind	vabind
Tratamento	0.869*** (0.107)	0.792*** (0.114)	0.533*** (0.0783)	0.515*** (0.0786)	0.516*** (0.0786)
Tratamento*Tempo	0.907*** (0.150)	0.456 (0.278)	-0.316* (0.163)	-0.278* (0.165)	-0.280* (0.164)
Parques		-0.272 (0.215)	-0.321 (0.201)	-0.312 (0.202)	-0.312 (0.203)
Potência		0.0260 (0.0298)	-0.00928 (0.0244)	-0.00721 (0.0246)	-0.00741 (0.0246)
Acumulado Parques		0.0591 (0.129)	0.788*** (0.113)	0.772*** (0.113)	0.773*** (0.114)
Acumulado potência		0.0540* (0.0292)	-0.00736 (0.0193)	-0.00112 (0.0195)	-0.00194 (0.0196)
Diff Tratamento		-0.0114 (0.0393)	0.0657* (0.0340)	0.0506 (0.0342)	0.0537 (0.0350)
População com Água			-0.0960*** (0.0207)	-0.0972*** (0.0206)	-0.0967*** (0.0207)
Rede de Água			0.406*** (0.0447)	0.410*** (0.0446)	0.410*** (0.0446)
Energia Gasta Rede			0.0103 (0.0112)	0.0138 (0.0112)	0.0139 (0.0112)
População com Esgoto			0.0105 (0.0150)	0.0120 (0.0149)	0.0118 (0.0149)
Rede de Esgoto			0.142*** (0.0398)	0.137*** (0.0399)	0.137*** (0.0398)
Energia Esgoto			0.0722*** (0.0179)	0.0730*** (0.0180)	0.0730*** (0.0180)
Taxa de coleta			0.0929*** (0.0124)	0.110*** (0.0135)	0.110*** (0.0135)
Massa Coletada			0.0280 (0.0475)	0.0335 (0.0473)	0.0323 (0.0475)
Densidade Populacional			0.316*** (0.0225)	0.313*** (0.0226)	0.313*** (0.0226)

(continua)

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	vabind	vabind	vabind	vabind	vabind
(conclusão)					
Taxa de Criminalidade			0.0371** (0.0184)	0.0444** (0.0188)	0.0443** (0.0188)
População			0.534*** (0.0357)	0.524*** (0.0358)	0.523*** (0.0358)
Tendência				-0.0237*** (0.00816)	-0.0356 (0.0323)
Tendência <sup>2</sup>					0.000998 (0.00255)
Constante	9.471*** (0.0377)	9.471*** (0.0377)	2.163*** (0.319)	2.359*** (0.325)	2.386*** (0.333)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.049	0.051	0.608	0.609	0.609

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 6 apresenta a avaliação do impacto sobre o VAB do Serviço. Nesse sentido, tem-se um resultado similar ao encontrado no VAB da indústria, tendo um efeito positivo nos dois primeiros modelos de menor precisão, com 65,6% e 49,8% respectivamente. Entretanto, nos dois últimos modelos de avaliação de impacto são encontradas evidências que há um efeito negativo sobre o setor de serviços, alcançando um declínio médio de 15,7% no último modelo. Assim, mediante os resultados encontrados na tabela 5, e com o argumentado para sua ocorrência, pode haver repercussões entre o setor industrial e o de serviços em virtude de sua ligação. Desse modo, os valores dos parâmetros negativos se justificam na variável de impacto.

Tabela 6 – Avaliação de Impacto Econômico do VAB do Serviço

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	vabsev	vabsev	vabsev	vabsev	vabsev
Tratamento	0.589*** (0.0821)	0.549*** (0.0867)	0.245*** (0.0340)	0.252*** (0.0341)	0.254*** (0.0342)
Tratamento*Tempo	0.656*** (0.124)	0.498** (0.232)	-0.139 (0.0883)	-0.154* (0.0891)	-0.157* (0.0893)
Parques		-0.0523 (0.232)	-0.110 (0.0976)	-0.114 (0.0980)	-0.114 (0.0981)
Potência		0.0123 (0.0285)	-0.0165 (0.0124)	-0.0173 (0.0124)	-0.0176 (0.0124)
Acumulado Parques		-0.287** (0.132)	0.297*** (0.0677)	0.303*** (0.0683)	0.305*** (0.0684)

(continua)

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(conclusão)	vabsev	vabsev	vabsev	vabsev	vabsev
Acumulado potência		0.0465*	0.00202	-0.000365	-0.00168
		(0.0253)	(0.0114)	(0.0114)	(0.0115)
Diff Tratamento		-0.00892	0.0388*	0.0446**	0.0496**
		(0.0397)	(0.0210)	(0.0213)	(0.0217)
População com Água			-0.0855***	-0.0851***	-0.0843***
			(0.0104)	(0.0104)	(0.0104)
Rede de Água			0.387***	0.385***	0.385***
			(0.0231)	(0.0231)	(0.0231)
Energia Gasta Rede			-0.0161***	-0.0175***	-0.0174***
			(0.00592)	(0.00595)	(0.00595)
População com Esgoto			-0.00933	-0.00991	-0.0102
			(0.00774)	(0.00771)	(0.00767)
Rede de Esgoto			0.129***	0.131***	0.132***
			(0.0206)	(0.0205)	(0.0204)
Energia Esgoto			0.0256***	0.0253***	0.0253***
			(0.00919)	(0.00917)	(0.00917)
Taxa de coleta			0.0835***	0.0770***	0.0768***
			(0.00620)	(0.00682)	(0.00683)
Massa Coletada			-0.00542	-0.00755	-0.00948
			(0.0248)	(0.0250)	(0.0251)
Densidade Populacional			0.140***	0.141***	0.141***
			(0.0117)	(0.0117)	(0.0117)
Taxa de Criminalidade			0.0140	0.0113	0.0111
			(0.00940)	(0.00956)	(0.00955)
População			0.768***	0.772***	0.771***
			(0.0186)	(0.0186)	(0.0187)
Tendência				0.00907**	-0.0100
				(0.00412)	(0.0163)
Trendência <sup>2</sup>					0.00160
					(0.00131)
Constante	10.65***	10.65***	1.936***	1.861***	1.905***
	(0.0292)	(0.0292)	(0.164)	(0.168)	(0.173)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.039	0.041	0.833	0.833	0.833

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

Desse modo, conforme os resultados da avaliação econômica, verificam-se repercussões após a operação das usinas eólicas, com efeitos positivos e negativos sobre a economia, diferentemente do esperado na indústria e nos serviços, onde, possivelmente, há efeitos de transbordamento desses setores para os municípios

vizinhos após a implantação de parques eólicos, gerando o deslocamento destes, como mostram as tabelas. Tais efeitos foram possíveis de detectar, talvez, pelo maior tempo compreendido no estudo, fazendo ter uma análise mais consistente das externalidades causadas pela difusão dos parques eólicos pelo Brasil.

Outro aspecto importante a ser levantado condiz com os resultados sobre o VAB da agropecuária. Ante a exposição dos parques eólicos serem predominantemente na região Nordeste, estes municípios possuem uma economia menos estruturada com relação à indústria e serviços. Em contrapartida, os entes da Federação nordestinos possuem maior representatividade da agricultura familiar, embora pouco competitiva, com intensa influencia em termos de ocupação da terra, trabalho e número de estabelecimentos, sendo importante para a segurança alimentar nacional. Desse modo, os municípios dessa região têm maior atividade agropecuária. De modo oposto, uma das agricultas mais competitivas e intensivas em capital está localizada na região Sul, onde há o segundo maior montante de municípios da amostra. Tais indícios corroboram o resultado mais robusto nesse setor.

### **5.3 Impacto fiscal**

Em razão dos resultados do impacto econômico sobre a operação de parques eólicos nos setores das economias locais, existe uma correlação direta entre maior quantidade arrecadada de tributos e o direcionamento econômico aos quais os municípios passam no decurso do tempo. Nesse sentido, a Tabela 7 mostra a avaliação do efeito causal da operação dos parques eólicos sobre a receita tributaria municipal. Os modelos apresentados não possuem significância estatística, com exceção do primeiro que inclui apenas as variáveis de tratamento, tendo um grande impacto de 127%, mas, vale ressaltar, que este modelo é o mais simples e não mede com precisão o que é buscado neste estudo. Ademais, nos modelos 3 e 4, a variável de exposição indica uma relação positiva com o tratamento.

Tabela 7 – Avaliação de Impacto Fiscal na Receita Tributaria

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	rec tri	rec tri	rec tri	rec tri	rec tri
Tratamento	0.0146 (0.202)	-0.111 (0.216)	-0.414** (0.194)	-0.398** (0.192)	-0.430** (0.192)
Tratamento*Tempo	1.277*** (0.308)	0.681 (0.474)	-0.141 (0.445)	-0.174 (0.447)	-0.106 (0.447)
Parques		0.382 (0.391)	0.323 (0.377)	0.315 (0.376)	0.330 (0.377)
Potência		-0.00963 (0.0652)	-0.0434 (0.0637)	-0.0452 (0.0639)	-0.0390 (0.0639)
Acumulado Parques		-0.501 (0.325)	0.149 (0.312)	0.163 (0.311)	0.131 (0.312)
Acumulado potência		0.1000** (0.0476)	0.0578 (0.0456)	0.0525 (0.0452)	0.0775* (0.0459)
Diff Tratamento		0.0728 (0.0650)	0.121** (0.0571)	0.134** (0.0598)	0.0379 (0.0613)
População com Água			-0.00202 (0.0345)	-0.000975 (0.0346)	-0.0151 (0.0348)
Rede de Água			0.343*** (0.0691)	0.340*** (0.0695)	0.346*** (0.0693)
Energia Gasta Rede			-0.111*** (0.0199)	-0.114*** (0.0200)	-0.115*** (0.0199)
População com Esgoto			0.0195 (0.0257)	0.0182 (0.0255)	0.0230 (0.0258)
Rede de Esgoto			0.0394 (0.0593)	0.0438 (0.0593)	0.0333 (0.0604)
Energia Esgoto			0.0923*** (0.0335)	0.0916*** (0.0337)	0.0921*** (0.0336)
Taxa de coleta			0.126*** (0.0236)	0.111*** (0.0282)	0.113*** (0.0280)
Massa Coletada			0.0160 (0.0876)	0.0112 (0.0880)	0.0479 (0.0876)
Densidade Populacional			0.224*** (0.0434)	0.227*** (0.0438)	0.229*** (0.0434)
Taxa de Criminalidade			0.0300 (0.0394)	0.0238 (0.0399)	0.0262 (0.0398)
População			0.695*** (0.0763)	0.704*** (0.0754)	0.719*** (0.0749)
Tendência				0.0204 (0.0201)	0.385*** (0.0776)
Trendência <sup>2</sup>					-0.0306*** (0.00578)
Constante	13.84*** (0.0545)	13.84*** (0.0546)	5.345*** (0.654)	5.176*** (0.654)	4.340*** (0.671)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.008	0.010	0.234	0.234	0.241

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

De maneira mais desagregada do que a totalidade dos tributos, a Tabela 8 traz o impacto fiscal nos impostos nos entes da Federação. Todos os modelos têm significância quanto à variável de efeito, sendo os dois primeiros mostrando resultados positivos e, posteriormente, quando adicionadas as variáveis de características municipais que tornam os modelos mais coesos, os coeficientes passam a ter sinal negativo, variando de 23,1% a 24,3%, indicando um decréscimo na arrecadação média de impostos ao longo do tempo ao se comparar com seu contractual. Os resultados então em discordância do verificado no estudo de Rintzel (2017) que identificam relação positiva entre a arrecadação de impostos e a construção de usinas eólicas, com os efeitos se intensificando mais após os períodos de maior número de construções.

Os impactos negativos encontrados, contudo, podem ser decorrentes de isenções fiscais cedidas para a implantação dos parques eólicos, à proporção temporal repercutem sobre as receitas de impostos dos municípios que possuem parques operantes. Outro aspecto a ser levantado concerne-se com os setores da indústria e de serviços, uma vez que estes sofreram externalidades negativas oriundas do efeito de transbordamento, logo, por consequência, há menor arrecadação advinda desses setores, corroborando os resultados seguintes. A variável de exposição, todavia, indica uma associação positiva com essa variável.

Tabela 8 – Avaliação de Impacto Fiscal nos Impostos

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	impostos	impostos	impostos	impostos	impostos
Tratamento	0.689*** (0.0863)	0.622*** (0.0914)	0.320*** (0.0457)	0.314*** (0.0461)	0.316*** (0.0462)
Tratamento*Tempo	0.772*** (0.133)	0.425* (0.228)	-0.243* (0.136)	-0.231* (0.136)	-0.234* (0.136)
Parques		0.0569 (0.177)	-0.000818 (0.127)	0.00215 (0.128)	0.00139 (0.128)
Potência		0.00348 (0.0259)	-0.0268 (0.0183)	-0.0262 (0.0183)	-0.0265 (0.0183)
Acumulado Parques		-0.169 (0.121)	0.491*** (0.0935)	0.486*** (0.0937)	0.488*** (0.0938)
Acumulado potência		0.0526** (0.0244)	0.00196 (0.0173)	0.00396 (0.0174)	0.00265 (0.0175)
Diff Tratamento		0.0226 (0.0482)	0.0806** (0.0355)	0.0758** (0.0357)	0.0808** (0.0363)
População com Água	(continua)		-0.0797***	-0.0801***	-0.0794***

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	impostos	impostos	impostos	impostos	impostos
(conclusão)					
Rede de Água			(0.0122)	(0.0122)	(0.0122)
			0.356***	0.357***	0.357***
Energia Gasta Rede			(0.0262)	(0.0261)	(0.0261)
			0.00461	0.00574	0.00580
População com Esgoto			(0.00820)	(0.00818)	(0.00817)
			-0.0184*	-0.0179*	-0.0182*
Rede de Esgoto			(0.0103)	(0.0103)	(0.0103)
			0.168***	0.166***	0.167***
Energia Esgoto			(0.0291)	(0.0292)	(0.0291)
			0.0411***	0.0414***	0.0413***
Taxa de coleta			(0.0123)	(0.0123)	(0.0123)
			0.0663***	0.0718***	0.0717***
Massa Coletada			(0.00808)	(0.00895)	(0.00895)
			-0.0395	-0.0377	-0.0396
Densidade Populacional			(0.0341)	(0.0341)	(0.0343)
			0.253***	0.252***	0.252***
Taxa de Criminalidade			(0.0140)	(0.0139)	(0.0139)
			0.0179	0.0202*	0.0201*
População			(0.0119)	(0.0120)	(0.0120)
			0.687***	0.684***	0.683***
Tendência			(0.0232)	(0.0232)	(0.0232)
				-0.00760	-0.0267
Trendência <sup>2</sup>				(0.00541)	(0.0216)
					0.00160
Constante					(0.00173)
	9.095***	9.095***	0.721***	0.784***	0.827***
	(0.0320)	(0.0320)	(0.204)	(0.207)	(0.214)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.046	0.048	0.758	0.758	0.759

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

Em específico ao Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza, de que a Tabela 9 apresenta sua avaliação, não foram encontrados efeitos significativos nos modelos mais completos de análise. Apenas o primeiro modelo, denota um efeito positivo de 129% na comparação entre grupos. Ademais, a variável de exposição ao tratamento não apresenta significância em nenhum modelo.

Tabela 9 – Avaliação de Impacto Fiscal no ISSQN

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	issqn	issqn	issqn	issqn	issqn
Tratamento	0.369*	0.220	-0.142	-0.143	-0.174
	(0.192)	(0.204)	(0.182)	(0.181)	(0.180)
Tratamento*Tempo	1.291***	0.569	-0.231	-0.229	-0.161
	(0.295)	(0.461)	(0.438)	(0.442)	(0.441)
Parques		0.434	0.345	0.346	0.360
		(0.376)	(0.385)	(0.384)	(0.385)
Potência		-0.00678	-0.0406	-0.0405	-0.0344
		(0.0630)	(0.0634)	(0.0636)	(0.0638)
Acumulado Parques		-0.396	0.257	0.256	0.224
		(0.315)	(0.309)	(0.308)	(0.309)
Acumulado potência		0.109**	0.0767*	0.0770*	0.102**
		(0.0465)	(0.0460)	(0.0459)	(0.0467)
Diff Tratamento		0.0563	0.0941	0.0934	-0.00173
		(0.0648)	(0.0599)	(0.0627)	(0.0650)
População com Água			0.0227	0.0227	0.00864
			(0.0336)	(0.0337)	(0.0338)
Rede de Água			0.215***	0.215***	0.222***
			(0.0690)	(0.0694)	(0.0691)
Energia Gasta Rede			-0.101***	-0.100***	-0.102***
			(0.0204)	(0.0201)	(0.0201)
População com Esgoto			0.0128	0.0129	0.0176
			(0.0245)	(0.0245)	(0.0248)
Rede de Esgoto			-0.00440	-0.00465	-0.0150
			(0.0597)	(0.0602)	(0.0611)
Energia Esgoto			0.133***	0.133***	0.133***
			(0.0331)	(0.0332)	(0.0332)
Taxa de coleta			0.103***	0.104***	0.106***
			(0.0236)	(0.0289)	(0.0288)
Massa Coletada			0.0561	0.0564	0.0927
			(0.0979)	(0.0983)	(0.0981)
Densidade Populacional			0.150***	0.150***	0.152***
			(0.0423)	(0.0427)	(0.0423)
Taxa de Criminalidade			-0.00126	-0.000902	0.00154
			(0.0385)	(0.0388)	(0.0387)
População			0.924***	0.924***	0.938***
			(0.0716)	(0.0704)	(0.0702)
Tendência				-0.00117	0.360***
				(0.0206)	(0.0756)
Trendência <sup>2</sup>					-0.0303***
					(0.00589)
Constante	12.72***	12.72***	2.523***	2.532***	1.704***
	(0.0547)	(0.0547)	(0.614)	(0.609)	(0.630)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.014	0.017	0.243	0.243	0.250

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

De maneira similar à analisada anteriormente, a cota ICMS mostrada na Tabela 10 possui significância estatística em apenas um modelo, com 106% de impacto, mas que não passa segurança por sua simplicidade. A variável que mostra a quantidade de anos em que o município está com operação de parques eólicos, apresenta, todavia, sinais positivos em todos os modelos, retirado o último, indicando que há uma relação positiva com o ICMS, mas que não foi captado pela variável de impacto. Nesse caso, é esperado um aumento dos fluxos de mercadorias em decorrência dos componentes para construção dos parques eólicos, entretanto, a não apresentação de modelos mais consistentes significativos pode ocorrer em virtude da isenção dos impostos, cedida para o traslado dos equipamentos dos parques que são altamente intensivos em capital.

Tabela 10 – Avaliação de Impacto Fiscal na Cota ICMS

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	icms	icms	icms	icms	icms
Tratamento	-0.190 (0.204)	-0.300 (0.219)	-0.575*** (0.202)	-0.621*** (0.201)	-0.651*** (0.201)
Tratamento*Tempo	1.060*** (0.334)	-0.0801 (0.639)	-0.854 (0.624)	-0.759 (0.620)	-0.695 (0.612)
Parques		-0.0335 (0.400)	-0.0937 (0.398)	-0.0704 (0.398)	-0.0568 (0.397)
Potência		-0.0705 (0.0701)	-0.103 (0.0697)	-0.0982 (0.0698)	-0.0925 (0.0695)
Acumulado Parques		-0.0770 (0.341)	0.461 (0.340)	0.421 (0.339)	0.390 (0.340)
Acumulado potência		0.122** (0.0567)	0.0981* (0.0568)	0.114** (0.0573)	0.137** (0.0580)
Diff Tratamento		0.171*** (0.0656)	0.204*** (0.0681)	0.166** (0.0704)	0.0762 (0.0718)
População com Água			0.0833** (0.0376)	0.0803** (0.0378)	0.0671* (0.0380)
Rede de Água			0.134* (0.0759)	0.145* (0.0762)	0.151** (0.0761)
Energia Gasta Rede			-0.139*** (0.0231)	-0.130*** (0.0228)	-0.131*** (0.0228)
População com Esgoto			0.0265 (0.0267)	0.0302 (0.0266)	0.0347 (0.0268)
Rede de Esgoto			0.0100 (0.0683)	-0.00273 (0.0686)	-0.0125 (0.0691)
Energia Esgoto			0.0974** (0.0410)	0.0995** (0.0408)	0.100** (0.0409)
Taxa de coleta	(continua)		0.129***	0.172***	0.174***

VARIÁVEIS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	icms	icms	icms	icms	icms
(conclusão)					
Massa Coletada			(0.0276)	(0.0339)	(0.0338)
			0.0903	0.104	0.139
			(0.120)	(0.120)	(0.120)
Densidade Populacional			0.145***	0.136***	0.137***
			(0.0511)	(0.0517)	(0.0513)
Taxa de Criminalidade			-0.00303	0.0153	0.0176
			(0.0445)	(0.0449)	(0.0448)
População			0.698***	0.673***	0.687***
			(0.0846)	(0.0838)	(0.0836)
Tendência				-0.0596**	0.281***
				(0.0240)	(0.0878)
Trendência <sup>2</sup>					-0.0286***
					(0.00688)
Constante	14.55***	14.55***	6.490***	6.983***	6.202***
	(0.0601)	(0.0601)	(0.716)	(0.717)	(0.745)
Observações	3,586	3,586	3,586	3,586	3,586
R <sup>2</sup>	0.004	0.006	0.144	0.146	0.151

Legenda: \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados de impacto fiscal, em sua maioria, não respondem à condicionalidade de operação dos parques eólicos, talvez pela concessão de isenção fiscal. Quando isolado o agregado de impostos, existem evidências de externalidades negativas causadas pela isenção de impostos, tendo também possível reflexo devido os resultados encontrados nas variáveis econômicas de impacto da indústria e dos serviços, trazendo consequências indiretas sobre a arrecadação. Logo, abre-se caminho para análises mais detalhadas sobre as possíveis consequências dos efeitos negativos sobre essas localidades, uma vez que possivelmente é afetada a receita orçamentaria municipal a medida do tempo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como observado na extensão desse trabalho acadêmico, existe uma literatura vasta acerca do crescimento econômico seguido pelo avanço da disponibilidade de energia. São poucos, porém, os trabalhos empíricos no condizente a energia eólica no Brasil em razão do seu curto período de consolidação na matriz elétrica nacional. Desse modo, os estudos existentes evidenciam efeitos positivos sobre melhorias na massa salarial, no PIB, maior industrialização nos meios rurais, dentre outros efeitos, mostrando que há uma associação positiva entre a exposição à operação de parques eólicos nas localidades.

Nesse sentido, essa dissertação, em particular, busca identificar o impacto econômico e fiscal causado após a operação dos parques eólicos nos municípios brasileiros. Dessa forma, este estudo é uma nova contribuição para as discussões acerca da temática de causalidade de efeitos dos parques eólicos nos municípios brasileiros. Estudos dessa natureza são imprescindíveis, uma vez que há pouco tempo de exposição desses municípios a essa condicionalidade, havendo impactos desconhecidos sobre sua economia e população.

As evidências encontradas nesta dissertação mostram uma realidade diferenciada, em parte, da verificada na literatura acerca de impacto de parques eólicos. Existe relação forte e positiva entre a instalação dos parques eólicos em regiões rurais e o valor adicionado bruto da agropecuária, indicando que tais localidades, por terem maiores mudanças conjunturais e estruturais, possuem maior impacto causal médio da economia. Os setores da indústria e dos serviços, entretanto, se mostram fragilizados após o tratamento, sendo causa possível de efeitos de transbordamento desses setores para os municípios circunvizinhos. Aqueles possuidores de operação de parques eólicos por terem maior vocação para o setor primário da economia, não possuem o aporte para absorver todas as mudanças que os investimentos na energia eólica podem proporcionar.

No tocante à parte fiscal, os impostos respondem negativamente à implantação de parques eólicos, diferentemente do esperado. Assim, as isenções tributárias que buscam atrair esse tipo de investimento local devem contribuir possivelmente para esse efeito. Ademais, diante da fragilidade mencionada dos setores da indústria e serviços, é natural que, por consequência, haja redução da capacidade de arrecadação de impostos, dado o efeito transbordamento para os municípios vizinhos, uma vez que, com a distribuição do impacto devido à indústria e serviços locais não conseguirem absorve-lo

totalmente, há uma menor produção de bens e serviços no município tratado em comparação aos de controle. Nesse sentido, por consequência das isenções fiscais e o transbordamento do impacto, há redução do montante de impostos levados aos cofres públicos. Quando analisados, porém, a receita tributária, o ISSQN e a cota ICSM, estes não respondem de forma individual ao efeito do tratamento.

Em decorrência dos resultados encontrados, esta dissertação buscou oferecer um novo paradigma acerca dos impactos da instalação de parques eólicos nos municípios brasileiros, abrindo mais um questionamento sobre os efeitos que suas externalidades podem causar. Nesse sentido, pode surgir uma nova linha de pesquisa, no qual sejam necessários estudos que busquem dimensionar o efeito causal da energia eólica sobre o mercado de trabalho, em específico, sobre a indústria e serviços no tocante ao emprego e renda, buscando mensurar o efeito de transbordamento da localidade para os municípios circunvizinhos, dado que esses setores necessitam maior atenção com base nas repercussões encontradas. Outro aspecto a ser considerado é a utilização de dados meteorológicos sobre o vento, que dariam uma maior robustez e precisão aos modelos nesse tipo de estudo, uma vez que simularia uma situação de comparabilidade mais realista.

## REFERÊNCIAS

- ABADIE, A. Semiparametric instrumental variable estimation of treatment response models. **Journal of econometrics**, v. 113, n. 2, p. 231-263, 2003.
- ABRAMOWSKI, J.; POSORSKI, R. Wind energy in developing countries. **DEWI Magazine**, n. 16, p.46-53, Feb. 2000.
- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **Saldos e Estatísticas Globais**. Disponível em < <https://www.iea.org/statistics/balances> > , acesso: 10 out. 2018.
- AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: < <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm> > Acesso: 5 nov. 2018.
- AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Sistema de Informação Georreferenciada do Setor Elétrico**. Disponível em <<https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/>> Acesso: 5 nov. 2018.
- ALINA-FLORENTINA, Cucos. Social and economic impacts of wind power in correlation with the financial crises. The Annals of the University of Oradea. **Economic Sciences**, Romênia, v. 1, n. 2, p. 62-68, 2011.
- ANEEL, ANDEE. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, 2008.
- APERGIS, N.; PAYNE, J. Energy consumption and growth in South America: Evidence from a panel error correction model. **Energy Economics**, v. 32, 2010.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BERGMANN, A.; HANLEY, N.; WRIGHT, R. Valuing the attributes of renewable energy investments. **Energy policy**, v. 34, n. 9, p. 1004-1014, 2006.
- BEZERRA, F. A. Energia Eólica gera riqueza no Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, ano 3, n. 40, ago. 2018.
- BLANCO, M. I.; RODRIGUES, Gloria. Direct employment in the wind energy sector: An EU study. **Energy policy**, v. 37, n. 8, p. 2847-2857, 2009.
- CALDERÓN, C. A.; SERVÉN, L. **The output cost of Latin America's infrastructure gap**. Central Bank of Chile Working Paper, n. 186, 2002.
- CASTRO, R. M. **Introdução à Energia Eólica: Energias Renováveis e Produção Descentralizada**. Universidade Técnica de Lisboa, 2008.

COSTA, R. A.; CASOTTI, B. P.; AZEVEDO, R. L. S. Um panorama da indústria de bens de capital relacionados à energia eólica. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, p. 229-278, mar. 2009.

DALGAARD, C. J.; STRULIK, H. **Rediscovering the Solow model: an energy network approach**. Department of Economics, University of Copenhagen, discussion paper n. 07-09, 2007.

DINKELMAN, T. The effects of rural electrification on employment: New evidence from South Africa. **American Economic Review**, v. 101, n. 7, p. 3078-3108, 2011.

FANKHAESER, S; SEHLEIER, F. ; STERN, N. Climate change, innovation and jobs. **Climate policy**, v. 8, n. 4, p. 421-429, 2008.

FINN, M. G. **Energy Price Shocks, Capacity Utilization and Business Cycle Fluctuations**. Minneapolis: Institute for Empirical Macroeconomics, 1991.

FRÖLING, M. Energy use, population and growth, 1800–1970. **Journal of Population Economics**, v. 24, p. 1133–1163, 2011.

GOLDEMBERG, J. Energia e desenvolvimento. **Estudos Avançados**, v. 12, n. 33, p. 7-15, 1998.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 7-20, 2007.

GOMES, J. P. P.; VIEIRA, Marcelo Milano Falcão. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 2, p. 295-322, 2009.

HECKMAN, J. J.; HOTZ, V. J. Choosing among alternative nonexperimental methods for estimating the impact of social programs: The case of manpower training. **Journal of the American statistical Association**, v. 84, n. 408, p. 862-874, 1989.

LAGE, E. S.; PROCESSI, L. D. Panorama do Setor de Energia Eólica. **Revista do BNDES**, v. 39, jun. 2013.

LEE, C.C; CHANG, C.P. Energy consumption and economic growth in Asian economies: A more comprehensive analysis using panel data. **Resource and Energy Economics**, v. 30, p. 50–65, 2008.

LIDDLE, B. The Energy, Economic Growth, Urbanization Nexus Across Development: Evidence from heterogeneous Panel Estimates Robust to Cross-Sectional Dependence. **The Energy Journal**, v. 34, n. 2, p. 223–244, 2013.

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

- MASON, E. S. Energy Requirements and Economic Growth. Washington, D.C. **National Planning Association**, August, 1955.
- MARTINI, R. A.; JORDÃO, M. F.; GRIMALDI, D. S. **Avaliação de Efeitos Locais da Construção de Usinas Eólicas nos Municípios Brasileiros: Uma Abordagem por Controle Sintético**. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2018.
- MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A. ; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1304, 2008.
- MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos avançados**, v. 27, n. 77, p. 125-142, 2013.
- MEYER, B. D. Natural and quasi-experiments in economics. **Journal of business & economic statistics**, v. 13, n. 2, p. 151-161, 1995.
- NGUYEN, K. Q. Alternatives to grid extension for rural electrification: Decentralized renewable energy technologies in Vietnam. **Energy Policy**, v. 35, n. 4, p. 2579–2589, abr. 2007.
- OZTURK, I. A literature survey on energy–growth nexus. **Energy policy**, v. 38, n. 1, p. 340-349, 2010.
- RENOVÁVEIS, REN Energias. Relatório da situação mundial. **REN21**, v. 17, 2016.
- RESENDE, B. C. M. **O efeito da implantação de usinas eólicas sobre o preço dos aluguéis**. 2015, 32f. Monografia (Graduação em Economia) Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015.
- RICOSTI, J. F. C. **Inserção da energia eólica no sistema hidrotérmico brasileiro**. 2011. 238f. Dissertação (Mestrado em Energia). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2011.
- RIFKIN, J.. **A terceira revolução industrial**: como o poder lateral está transformando a energia, a economia e o mundo. São Paulo: M. Books do Brasil, 2012.
- RINTZEL, L. T.; ALVES, T. W.; MASSUQUETTI, A. Análise dos impactos econômicos decorrentes da instalação dos Parques Eólicos nos Municípios da Região Sul do Brasil. *In*: ENCONTRO DE ECONOMIA DA REGIÃO SUL, 20, 2017. **Anais...** Porto Alegre, 2017.
- RÍO, P.; BURGUILLO, M. Assessing the impact of renewable energy deployment on local sustainability: Towards a theoretical framework. **Renewable and sustainable energy reviews**, v. 12, n. 5, p. 1325-1344, 2008.
- RODRIGUES, T. A. P., GONÇALVES, S. L.; CHAGAS, A. L. S. **Usinas eólicas e o mercado de trabalho nos municípios do nordeste brasileiro**. Rio de Janeiro, ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2018.

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

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

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

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

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

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

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

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

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